

**Die Expedition ANTARKTIS-V
mit FS „Polarstern“ 1986/87**

Bericht von den Fahrtabschnitten ANT-V/4-5

**The Expedition ANTARKTIS-V
of RV “POLARSTERN” 1986/87**

Report of Legs ANT-V/4-5

**Herausgegeben von Heinz Miller und Hans Oerter
mit Beiträgen der Fahrtteilnehmer**

Ber. Polarforsch. 57 (1990)
ISSN 0176-5027

Inhalt

1	<u>ANT V/4, KAPSTADT - PUERTO MADRYN</u>	
	26.12.86 -17.03.87	
1.1	Zusammenfassung und Fahrverlauf	5
1.2	Summary and Itinerary	11
1.3	Berichte der Arbeitsgruppen I: Schiffsprogramm	13
1.3.1	Wetterverhältnisse	13
1.3.2	Sedimentgeologische Arbeiten im Weddellmeer	18
1.3.2.1	Beprobung der obersten Sedimentlagen	19
1.3.2.2	Beprobung tieferer Sedimentlagen	19
1.3.2.3	Kartierung der obersten Sedimentschichten	20
1.3.3	Frühdiagenese von organischem Material und Opal in Oberflächensedimenten	23
1.3.3.1	Probennahmen	23
1.3.3.2	Bioturbation	24
1.3.3.3	Gelöster Sauerstoff	24
1.3.3.4	Silikat	25
1.3.3.5	Kalzit	26
1.3.4	Ozeanographische Arbeiten.....	28
1.3.4.1.	Geochemisch-ozeanographisches Programm	28
1.3.4.1.1	Hintergrund und Zielsetzungen.....	28
1.3.4.1.2.	Instrumente und Meßmethoden	29
1.3.4.1.2.1	CTD-System.....	29
1.3.4.1.2.2	Spurenstoffe.....	30
1.3.4.1.3	Durchgeführte Stationsarbeiten.....	30
1.3.4.1.4	Vorläufige Ergebnisse.....	32
1.3.4.1.4.1	Hydrographie.....	32
1.3.4.1.4.2	Freone	32
1.3.5	Marine Geophysik	36
1.3.6	Bathymetrische Vermessung mit dem Fächersonar SEABEAM und dem Schelfrandecholot NBS.....	40
1.3.6.1	Eingesetzte Meßgeräte	40
1.3.6.2	Messungen und vorläufige Ergebnisse	41
1.3.7	Meeresbiologische Arbeiten	44
1.3.7.1	Makrozoobenthos-Untersuchungen	44
1.3.7.2	Robben- und Pinguinzählung	45
1.3.7.3	Container-Hälterung	47
1.3.7.4	Laborarbeiten	47
1.4	Berichte der Arbeitsgruppen II: Landprogramm	49
1.4.1	Das wissenschaftliche Programm und die Logistik der geplanten Filchner III-Unternehmung und der Ekström-Traverse 1987	
1.4.1.1	Vorbemerkung	49
1.4.1.2	Filchner III	50
1.4.1.2.1	Wissenschaftliches Programm	50
1.4.1.2.2	Logistik und Zeitplan	51
1.4.1.2.3	Satellitenbilder und Planungsunterlagen	53
1.4.1.3	Ekström-Traverse 1987	53
1.4.1.3.1	Wissenschaftliches Programm	53

1.4.1.3.2	Logistik	56
1.4.2	Kernbohrungen im Ritscher-Hochland und auf dem Ekström-Schelfeis	57
1.4.2.1	Bohrtechnik	57
1.4.2.1.1	Bohrausrüstung	57
1.4.2.1.2	Bohrverlauf	60
1.4.2.2	Feldmessungen	63
1.4.2.2.1	Gewonnenes Probenmaterial	63
1.4.2.2.2	Bohrkerndokumentation	63
1.4.2.2.3	Dichte und Temperaturverlauf	64
1.4.3	Schneeprofile und Flachbohrungen der Ekström-Traverse 1987	68
1.4.3.1	Zielsetzungen und Auswahl der Arbeitspunkte	68
1.4.3.2	Untersuchungen an Schneeschächten	70
1.4.3.3	Ableseung des Schneezutrages.....	74
1.4.3.4	Flachbohrungen	76
1.4.4	Trigonometrisches Nivellement 1987 auf dem Ekström-Schelfeis	76
1.4.4.1	Meßverfahren und instrumentelle Realisierung	76
1.4.4.2	Durchführung und vorläufige Ergebnisse	77
1.4.5	Lagemessungen und Geschwindigkeitsbestimmung	82
1.4.5.1	Positionierungssysteme und Empfangsanlagen.....	82
1.4.5.2	Eisgeschwindigkeiten.....	82
1.4.5.3	Durchführung der Messungen auf dem Schelfeis.....	83
1.4.5.4	Referenzstationen	83
1.4.6	Strainbestimmungen auf dem Ekström-Schelfeis	88
1.4.6.1	Vorbemerkungen.....	88
1.4.6.2	Zielsetzung und Wahl der Strainfiguren.....	88
1.4.6.3	Durchführung der Messungen.....	88
1.4.6.4	Vorläufige Ergebnisse.....	89
1.4.7	Seismische, gravimetrische und magnetische Messungen auf dem Ekström-Schelfeis 1987	93
1.4.7.1	Gravimetrie.....	93
1.4.7.2	Magnetik.....	93
1.4.7.3	Seismik.....	93
1.4.8	Die Gezeitenbewegungen des Ekström-Schelfeises.....	97
1.4.8.1	Einleitung.....	97
1.4.8.2	Eingesetzte Meßgeräte und Datenerfassung	97
1.4.8.3	Bisherige Auswertung.....	100
1.4.9	Zusammenfassende Betrachtung des Verformungsverhaltens der Georg-von-Neumayer-Station für den Zeitraum 1981-1987.....	107
1.4.9.1	Einleitung	107
1.4.9.2	Konvergenzmessungen.....	107
1.4.9.3	Meßlinealablesungen	108
1.4.9.4	Längsvermessung	109
1.4.9.5	Setzungsmessungen	109
1.4.9.6	Schlußbetrachtung.....	109
1.5	Berichte der Arbeitsgruppen III:Flugprogramm "Polar 2" und "Polar 4".....	116
1.5.1	Arbeitsprogramm auf dem Filchner- und Ekström-Schelfeis.....	116

1.5.1.1	Ekström-Schelfeis.....	116
1.5.1.2	Filchner-Ronne-Schelfeis	119
1.5.2	Vorerkundung für die Shackleton-Expedition	122
1.5.3	Photogrammetrie	123
1.5.3.1	Gebirgsbefliegungen	124
1.5.3.2	Schelfeisfrontbefliegungen	125
2	ANT V/5, PUERTO MADRYN - BREMERHAVEN 19.03.87 - 19.04.87	
2.1	Zusammenfassung und Fahrtverlauf	127
2.2	Summary and Itinerary	130
2.3	Berichte der Arbeitsgruppen	131
2.3.1	Wetterberatung für Schiffsführung und Fahrtleitung	131
2.3.2	Strahlungsbilanz auf See	135
2.3.3	Messungen der vertikalen Verteilung des tropo- spärischen Ozons zwischen 45° Süd und 40° Nord	138
2.3.4	Zur Messung von atmosphärischem ^{14}CO : Eine Methode zur Bestimmung der troposphärischen OH-Radikalkonzentration	139
2.3.5	Salpetersäure und Aerosolzusammensetzung über dem Atlantik	139
2.3.6	Messungen von Kohlenwasserstoffen und halogenierten Kohlenwasserstoffen in der marinen Atmosphäre	140
2.3.7	Biogene Schwefelverbindungen im Ozean und in der maritimen Atmosphäre	142
2.3.8	Organische Spurenstoffe im Seewasser	142
2.3.8.1	Geräteaufbau und Testphase	142
2.3.8.2	Gerätebetrieb	143
2.3.8.3	Methoden	144
2.3.8.4	Gesammeltes Probenmaterial	144
2.3.9	Untersuchungen anorganischer Spurenstoffe auf dem Atlantik	147
2.3.9.1	Nichtmetallspezies	147
2.3.9.2	Metallspurenanalyse	147
2.3.10	Untersuchung von Schwermetallen und chlorierten Kohlenwasserstoffen im Neuston und Biologie des Neuston	149
2.3.10.1	Zielsetzung	149
2.3.10.2	Material und Methoden: Neustonarbeiten	150
2.3.10.3	Material und Methoden: Wasserproben	151
2.3.10.4	Ergebnisse: Neustonarbeiten (Schwermetalle)	151
2.3.10.5	Ergebnisse: Neustonarbeiten (Biologie)	153
2.3.10.6	Ergebnisse: Wasserproben	153
2.3.11	Determination of low molecular weight halocarbons in seawater	153
2.3.11.1	Background	154
2.3.11.2	Methodology	155
2.3.11.3	Results	155
2.3.12	Gehalt an Dimethylsulphoniumpropionat (DMSP) im Phytoplankton	156

2.3.12.1	Probennahme	157
2.3.12.2	Ergebnisse und Schlußfolgerung	157
2.3.13	Bestimmung des Biomassekohlenstoffs im Mikroplankton des Oberflächenwassers (ATP-Methode).....	158
2.3.13.1	Zielsetzung.....	158
2.3.13.2	Probennahme.....	158
2.3.13.3	Untersuchungsmethode	158
2.3.13.4	Ergebnisse	158
2.3.14	Bestimmung von ATP in Zooplanktonorganismen	160
2.3.14.1	Zielsetzung	160
2.3.14.2	Untersuchungsmethode.....	160
2.3.14.3	Ergebnisse	160
2.3.15	Vorkommen und Verteilung von organischen Halogenverbindungen in Fischen und Krustazeen	160
2.3.15.1	Zielsetzung	160
2.3.15.2	Probennahme	161
2.3.15.3	Untersuchungsmethoden und Ergebnisse.....	161
2.3.16	Container-Hälterung von antarktischen Fischen, Krill und benthischen Invertebraten.....	161
2.3.17	Measurement of air-borne radioactivity and cosmic radiation	162
2.3.17.1	Air-borne Radioactivity.....	162
2.3.17.2	Cosmic Radiation	163
2.3.18	Untersuchungen zu Magnetfeldmessungen vom fahrenden Schiff mit dem Geomagnetischen Elektro-Kinetograph (GEK)	163
2.3.19	Bestimmung von Acetonitril in mariner Luft	166
2.3.20	DOC und POC im Oberflächenwasser des Atlantischen Ozeans entlang des 30. Längengrades zwischen Puerto Madryn und Bremerhaven	166

Anhang

A.	Stationskarten, Stationslisten	168
A.1	ANT V/4	168
A.2	ANT V/5	193
B.	Fahrtteilnehmer/Participants	201
B.1	ANT V/4	201
B.2	ANT V/5	202
C.	Beteiligte Institutionen/Participating institutions	203
D.	Besatzung/Ship's crew	207

1 ANT V/4, KAPSTADT - PUERTO MADRYN

1.1 Zusammenfassung und Fahrtverlauf (H. Miller)

Während ANT V/4 sollten mit FS "Polarstern" eine Reihe von landgebundenen und marinen Forschungsprogrammen im Bereich des südlichen Weddellmeeres durchgeführt werden. Daneben war während des Fahrtabschnittes auch die Versorgung der Georg-von-Neumayer-Station sicherzustellen. Im einzelnen lassen sich die Forschungsarbeiten dieser Expedition gliedern in

- marin-geophysikalische Untersuchungen zum Aufbau des sedimentären Stockwerks am Kontinentalhang auf dem Schelf,
- marin-geologische Untersuchungen zu Fragen der Ablagerungsprozesse und der Klimageschichte,
- ozeanographische und hydrochemische Untersuchungen zur Bildung und Verteilung des Antarktischen Bodenwassers,
- die Fortsetzung biologischer Programme des vorangegangenen Fahrtabschnittes durch Lebendhälterung sowie fortgesetzte Benthosprobennahme,
- glaziologische, geodätische und geophysikalische Felduntersuchungen auf dem Ekström-Schelfeis,
- aerophotogrammetrische Befliegung und Vermessung der Schelfeiskante sowie einiger Gebirgszüge im Ritscher-Hochland.

Ursprünglich war ein umfangreiches glaziologisches Programm zur Untersuchung des Massenhaushaltes und der Dynamik des Filchner-Ronne-Schelfeises geplant. Wegen widriger Eisverhältnisse konnte "Polarstern" das Filchner-Ronne-Schelfeis jedoch nicht erreichen. Damit entfielen auch die vorgesehenen marinen Arbeiten in der Region vor dem Filchner-Ronne-Schelfeis. Die Glaziologen wichen daraufhin auf das Ekström-Schelfeis aus, ihre Arbeitsprogramme wurden entsprechend den lokalen Gegebenheiten logistisch und in der wissenschaftlichen Fragestellung modifiziert. Bei den marinen Forschungsprogrammen war keine bedeutende Änderung erforderlich; es wurde die frei werdende Schiffszeit für intensivere Arbeiten in anderen ausgewählten Regionen genutzt.

Insbesondere die Landprogramme wurden durch die beiden Polarflugzeuge "POLAR 2" und "POLAR 4" logistisch unterstützt, aerophotogrammetrische Befliegungen wurden mit "POLAR 2" durchgeführt. Daneben wurden mit Hilfe der Flugzeuge mehrere Erkundungsflüge und auch ein erster Versorgungsflug in das Gebiet der Shackleton Berge als Vorbereitung für im nächsten Südsommer geplante Feldkampagnen durchgeführt. Ebenso konnte mit Flugunterstützung ein Teil des im Filchner-Programm vorgesehenen geodätischen Arbeitsprogramms realisiert werden, als die beiden Flugzeuge für eine Woche von der Filchner-Station aus operierten. Die Flugzeuge lieferten dem Schiff auch wertvolle Informationen über die Eissituation.

Die Operationen und Forschungsarbeiten des Schiffes wurden durch zwei Hubschrauber unterstützt. Sie wurden zur Eiserkundung eingesetzt - insbesondere während geophysikalischer Profilfahrten mit langen geschleppten

und eisempfindlichen Systemen - sowie zum Transport von Personen und Versorgungsgütern zur Georg-von-Neumayer-Station und für den Aufbau eines Treibstoffdepots bei Halley. Darüberhinaus ermöglichen sie Vermessungsarbeiten entlang der Schelfeiskante zwischen Halley und Georg-von-Neumayer sowie die Einrichtung eines Fixpunktes bei den Nunataken Boreas und Passat.

Während 12 Wochen arbeiteten 54 Wissenschaftler und Techniker aus deutschen und ausländischen Institutionen, zum Teil auch in interdisziplinären Arbeitsgruppen, eng zusammen. Zeitweise lagen dabei aber auch große Entfernung zwischen den einzelnen Gruppen. Die Expedition verlief völlig unfallfrei.

Am 26. Dezember 1986 verließ "Polarstern" wegen Reparaturarbeiten an der Maschine um 8 Tage verspätet Kapstadt und nahm Kurs auf die Bouvet Insel. Bereits am 27.12. wurde mit den wissenschaftlichen Arbeiten zunächst mit Magnetik-, Seabeam- und 3,5-kHz-Profilvermessungen entlang der Fahrtroute begonnen. Diese führte deshalb auch nicht direkt auf die Bouvet Insel zu, sondern war mit dem Ziel, bestehende Lücken zu füllen, entsprechend gewählt worden. In weiterer Folge wurden dann beginnend mit dem 31.12. mehrere Tiefseeverankerungen ausgebracht und die norwegische meteorologische Station auf der Bouvet Insel, die in sehr schlechtem Zustand angetroffen wurde, besucht. Die weitere Anreise zur Georg-von-Neumayer-Station führte von der Bouvet Insel aus über den Maud Rise, wo zwei im März 1986 mit "Polarstern" ausgelegte Verankerungen aufgenommen wurden und eine neue Sedimentfallenverankerung ausgelegt wurde. Die oben erwähnten Profilvermessungen wurden während der gesamten Anreise bei im wesentlichen eisfreiem Wasser kontinuierlich fortgeführt.

Am Morgen des 6.1.1987 wurde die Schelfeiskante in der mit dichtem Scholleneis bedeckten Atka-Bucht erreicht und sofort mit dem Löschen der wichtigsten Versorgungsgüter für die Georg-von-Neumayer-Station begonnen. Ebenso wurden Kettenfahrzeuge und anderes an der Station gelagertes Expeditionsmaterial für die geplanten glaziologischen Traversen auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis geladen. Bereits am 6.1. abends konnte "Polarstern" wieder mit Kurs auf Kapp Norvegia ablaufen. Da zu dieser Zeit die Wettersatellitenbilder zum erstenmal während dieser Reise zuverlässige Informationen über die Eisverhältnisse im südlichen Weddellmeer lieferten und klar wurde, daß die Küstenpolynia kurz südlich von Halley endete, wurde vor Kapp Norvegia eine flächenhafte Seabeam-Vermessung durchgeführt. Es war eine Ergänzung der im Vorjahr mit "Polarstern" durchgeföhrten Vermessung. Sie wurde sofort zusammen mit den älteren Daten ausgewertet und den Wissenschaftlern, die im Rahmen des internationalen Tiefseebohrprogrammes mit der "Sedco/BP 471" im Weddellmeer arbeiteten, als Karte der Meeresboden topographie zur Hilfe für die genaue Festlegung der in diesem Gebiet geplanten Bohrung mit Telefax übermittelt.

Bei sich verschlechterndem Wetter und nach einem kurzen Besuch bei Halley wurde dann ab 10.1. versucht, zur Filchner-Station vorzustoßen. Bei Windstärken von zunächst über 10 Bft und schlechter Sicht mußte teilweise längere Zeit gewartet werden, da weder die Satellitenbilder Informationen über die großräumigen Eisverhältnisse geben konnten noch eine Eiserkun-

dung mit den Hubschraubern möglich war. Mehrere Versuche, an verschiedenen Stellen weiter nach Süden vorzustoßen, blieben erfolglos. Der langanhaltende Nordoststurm hatte das Eis im südlichen Weddellmeer zu einer kompakten Masse zusammengeschoben und unter hohen Press gesetzt. Erst am 17.1. ließen die Wetterbedingungen eine Eiserkundung aus der Luft zu. Diese wurde großräumig durch "POLAR 2" von Halley aus und durch die Hubschrauber von "Polarstern" aus bis in das Gebiet der neugebildeten Eisinseln durchgeführt. Die auf Grund dieser Erkundung gefällte Entscheidung, das geplante Expeditionsziel Filchner-Ronne-Schelfeis aufzugeben, war klar begründet. Es gab keine Anzeichen einer Küstenpolynia westlich 32 Grad und auch keinerlei offene Wasserflächen innerhalb des mit Meereis bedeckten Gebietes, so daß bereits abzusehen war, daß eine für ein weiteres Vordringen notwendige grundlegende Änderung der Eisverhältnisse lange Zeit in Anspruch nehmen würde. Dann wäre es jedoch für eine Durchführung der Filchner-III-Kampagne zu spät gewesen. Tatsächlich zeigten die späteren Satellitenbilder, daß ein Vordringen bis zur Filchner-Station wohl erst ab Anfang Februar möglich gewesen wäre.

Am 17.1. wurde daher die Rückfahrt zur Georg-von-Neumayer-Station angetreten, um dort die Gruppen, die auf dem Eis arbeiten sollten, an Land zu setzen. Vorerst jedoch wurde bei Halley das Treibstoffdepot für die Polarflugzeuge aufgefüllt, da diese nun von dort aus die Erkundung der Landemöglichkeiten in den Shackleton Bergen sowie möglicher Zufahrtswege dorthin erkunden sollten. In diesem Zusammenhang wurden zwischen dem 17. und 19.1. mehrere Flüge von Halley aus durchgeführt und auch ein Landeplatz im Gebirge gefunden und dort probeweise gelandet. Während der Rückfahrt zur Atka-Bucht wurde von "Polarstern" aus eine kontinuierliche Vermessung der Lage der Eiskante durchgeführt, sowie einige Punkte luftseitbar markiert und ihre Koordinaten mit Hilfe von GPS bestimmt.

Zwischen 21. und 23.1. wurden bei der Georg-von-Neumayer-Station alles Material für die Landexpedition sowie weitere Versorgungsgüter für die Station und die Fluggruppe wieder entladen und anschließend erneut Kapp Norvegia angelaufen. Dort wurden zwischen 25. und 27.1. ein seismisches Profil, sowie umfangreiche weitere flächenhafte Seabeam-Vermessungen zur weiteren Abgrenzung und Darstellung des "Wegener Canyons" durchgeführt. Während dieser Zeit ergab sich auch die Gelegenheit für einen gegenseitigen Besuch der Wissenschaftler und Besatzungsmitglieder von "Polarstern" und "Sedco/BP 471", die dort eine Bohrung niederbrachte.

In der darauf folgenden Woche wechselten seismische Profilfahrten mit geologischen und ozeanographischen Stationsarbeiten im Gebiet zwischen Kapp Norvegia und Halley. Dabei wurde sowohl im Tiefwasserbereich wie auch im Flachwasser des Schelfs gearbeitet. In dieser Zeit wurde auch das nun eisfreie Drescher Inlet aufgesucht und dort Robben und Pinguine gezählt sowie Benthosproben mit dem Agassiztrawl in Fortsetzung der Arbeiten des vorangegangenen Fahrtabschnittes ANT V/3 genommen. Am 4. und 5.2. lag "Polarstern" wieder im ebenfalls eisfreien Inlet von Halley (Mobster Creek) und, da keine Entlademöglichkeit vom Schiff auf das Eis mehr gegeben war, wurden 250 Faß Flugbenzin für künftige Flugaktivitäten per Helikopter nach Halley gebracht. Zwischen 7. und 15.2. wurden ozeanographische und geologische Stationsarbeiten bei etwa 6 bis 8 Achtel Meereisbedeckung entlang mehrerer Schnitte im Bereich der Filchnerdepression und des Schelfhanges

bis in den Tiefseebereich hinein durchgeführt. In zum Teil sehr dichter Stationsfolge konnte entlang dieser Schnitte das dort abfließende Schelfeiswasser verfolgt werden. Dabei zeigte sich, daß die Strömungsrichtung durch die Topographie des Meeresbodens bestimmt wird. Auch hier konnte trotz der für die Methode relativ ungünstigen Eisverhältnisse mit Hilfe von in Echtzeit bearbeiteten Seabeam-Profilen eine optimale Stationsverteilung erreicht werden.

Zur selben Zeit war eine Gruppe mit den beiden Polarflugzeugen von der Georg-von-Neumayer- zur Filchner-Station geflogen. Auf dem Filchner-Schelfeis konnten so einige der während der vorangegangenen Jahre angelegten Vermessungspunkte mit GPS wieder eingemessen und damit weitere Bewegungsvektoren für das Filchner-Schelfeis bestimmt werden. Ebenso wurden weitere Erkundungsflüge in das Gebiet der Shackleton und Theron Berge durchgeführt; für 3 Tage konnte dort eine Station zur Registrierung der zeitlichen Variation des Erdmagnetfeldes betrieben werden. In dieser Periode half "POLAR 2" nach einem schweren Helikopterunfall an der russischen Sommerstation Druzhnaja II unseren sowjetischen Kollegen dadurch, daß die Verletzten von der Unfallstelle nach Druzhnaja I geflogen wurden, wo eine bessere medizinische Versorgung möglich war.

Nach dieser Phase, während der die Expedition über ein sehr großes Gebiet verteilt war und in der günstige Wetterbedingungen herrschten, wurden mit "Polarstern" seismische Profilfahrten über einem Sedimentbecken nördlich Halley durchgeführt; die Festlegung der Profile erfolgte jeweils nach den aktuellen Ergebnissen, die anhand der Analog-Aufzeichnungen beurteilt werden konnten. So konnte durch ein System sich kreuzender Linien die Lage von Störungszonen festgelegt und Erkenntnisse früherer seismischer Arbeiten in diesem Raum, die u.a. auch mit "Polarstern" im Vorjahr gewonnen wurden, erhärtet bzw. erweitert werden. Den Abschluß fanden die Arbeiten in diesem Gebiet mit einem refraktionsseismischen Profil auf dem Schelf unter Einsatz von Ozeanbodenseismographen. Es war dies der erste Einsatz derartiger Systeme in antarktischen Gewässern.

Am 21. und 22. 2. nahm "Polarstern" im Gebiet des Drescher Inlets Sediment- und Benthosproben. Ferner wurde eine während des vorangegangenen Fahrtabschnitts ausgebrachte Verankerungskette aufgenommen, nach einer weiteren gesucht und eine neue Jahresverankerung ausgebracht. Auch wurde mit der intensiven Seabeam-Vermessung des Drescher Schnitts begonnen. Der 21. 2. im nun gänzlich eisfreien Drescher Inlet war beinahe der schönste Tag der Reise mit klarem, kaltem Wetter und reicher Fauna von Pinguinen, Weddell- und Krabbenfresser-Robben auf den Eisschollen vor dem Inlet und mehreren kleinen Walschulen, die zwischen kleinen Eisbergen, spielten. Zudem hatten wir Besuch von den beiden Flugzeugen, die gerade die erste Strecke ihres Heimfluges von Georg-von-Neumayer nach Halley zurücklegten und über "Polarstern" hinwegzogen.

Die Tage vom 23. bis 25. 2. wurden wieder im Bereich der Bohrung vor Kapp Norvegia zu seismischen Profilfahrten unter Anlage sich über den beiden Bohrpunkten kreuzender Linien genutzt. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf hohe Auflösung gelegt, um das seismische Abbild anhand der Bohrergebnisse besser interpretieren bzw. die Bohrergebnisse besser in den regionalen Rahmen einzufügen zu können. Dies scheint gut gelungen. Die nach den

vorläufigen Ergebnissen der Bohrung bestimmten Haupthorizonte konnten bereits in den seismischen Monitorschrieben gut identifiziert werden. Dies wird dadurch bestätigt, daß eine Dredge, die in einer nach den Ergebnissen der Seismik bestimmten Tiefe an der Wand des Wegener Canyons gefahren wurde, autochthones Sedimentgestein des "richtigen" Alters förderte, wie durch den Fund eines Belemniten aus der Kreidezeit nachgewiesen wurde.

Am 26.2. wurde eingangs der Atka-Bucht in dichtem Treibeis eine weitere Verankerung ausgebracht. Der Versuch, eine Kurzzeitverankerung zu bergen, die Ende Januar dort als Ergänzung zu einem der Landprogramme ausgebracht worden war, mußte bei Windstärke 9 abgebrochen werden. "Polarstern" ging anschließend wieder an die Eiskante, um die Rückfracht zu übernehmen und weiteren Brennstoff für die Station abzugeben. Am 27.2. kamen dann die letzten Feldgruppen vom Ekström-Schelfeis zurück.

Im Landprogramm waren 30 Expeditionsteilnehmer im Gebiet zwischen der Georg-von-Neumayer-Station und dem Ritscher-Hochland im Süden in größeren und kleineren Trupps im Gelände tätig. Daneben wurden zwei Mann zur südafrikanischen Sommerstation Grunehogna geflogen, wo sie vom 26. 1. bis 19.2. eine Referenzstation auf anstehendem und damit ortsfestem Untergrund für hochpräzise Transit- und GPS-Positionsbestimmungen auf dem Schelfeis betrieben. Auf einem regelmäßigen Raster wurden in einer ersten Phase Deformationsfiguren auf dem Ekström-Schelfeis vermarkt und vermessen; ihre Veränderung nach Lage und Verzerrung konnten in der zweiten Phase durch Wiederholungsmessungen an fast allen Punkten bestimmt werden. Durch die hohe Präzision der verwendeten Positionsbestimmung nach dem Differenzverfahren gegenüber der ortsfesten Referenzstation konnten bereits nach relativ kurzen Zeiträumen Bewegungsvektoren mit guter Genauigkeit abgeleitet werden; die Anlage der Figuren und das verwendete Meßverfahren erlaubten auch eine ausreichend genaue Strainbestimmung. Neben diesen Messungen wurde ein trigonometrisches Nivellement entlang der im Vorjahr angelegten Trasse in die Kottas Berge vom Schelfeisrand bis 220 km südlich der Georg-von-Neumayer-Station durchgeführt. Dieses Verfahren wurde zum erstenmal in dieser Form eingesetzt und hat sich ausgezeichnet bewährt. Es erlaubt einen schnellen Arbeitsfortschritt bei hinreichend guter Genauigkeit. Die unmittelbare Bedeutung dieses Nivellements bestand darin, daß schon nach kurzer Zeit ein Höhenprofil vorlag, das dann eine gute Grundlage für die Auswahl der glaziologischen Probennahmepunkte bildete.

Neben den einzelnen geodätisch arbeitenden Zweimanngruppen waren auch zwei kleine geophysikalische Arbeitsgruppen im Gelände. Die eine konnte ein Netz von Neigungsmessern und registrierenden Gravimetern zur Beobachtung der durch die Gezeiten bewirkten Deformation des Ekström-Schelfeises installieren und während der gesamten Zeit betreiben. Die andere führte Schweremessungen entlang der Haupttrasse durch, sowie an 7 Stellen reflexionsseismische CMP-Sondierungen mit bis zu 10facher Überdeckung. Damit wurde nicht nur die Dicke des Eises bestimmt, sondern auch die Mächtigkeit des unter dem Schelfeis liegenden Wassers. Eine erste Sichtung des Datenmaterials läßt die Vermutung zu, daß auch noch Reflexionen aus dem sedimentären Stockwerk nach geeigneter Bearbeitung der digitalen Daten zu erkennen sein werden.

Wissenschaftlich und logistisch nahm die Bohrgruppe eine zentrale Stellung im glaziologischen Programm ein. Sie versorgte die kleinen Gruppen mit allem Nötigen durch die Anlage von Depots und half mit Fahrzeugreparaturen und anderem aus. Ihr Hauptanliegen war die Abteufung einer Kernbohrung sowie die möglichst repräsentative Erfassung der Akkumulation auf dem Schelfeis und in seinem vermuteten Einzugsgebiet. Dafür wurde zunächst im Ritscher-Hochland in einer Höhe von 980 m und 220 km südlich der Georg-von-Neumayer-Station eine Bohrstelle eingerichtet und in einem Trockenbohrverfahren mit einer am Draht hängenden Bohrturbine begonnen. Nach zwei Versuchen bis jeweils etwa 45 m Tiefe zeigte sich allerdings, daß das Bohrgerät, welches sich bei früheren Einsätzen, beispielsweise auf dem Filchner-Schelfeis, bereits gut bewährt hatte, dem sehr harten, spröden Eis nicht gewachsen war. Es war nicht möglich, die Grenze zwischen Firn und Eis sauber zu durchteufen. Nach dem Verlust eines Bohrkopfes wurde dann diese Bohrstelle aufgegeben und eine Bohrung auf dem Schelfeis selbst (Abstand zur Georg-von-Neumayer-Station 70 km) bis zu einer Tiefe von 204 m mit voller Kernausbeute, jedoch unterschiedlicher Kernqualität abgeteuft. Die Arbeiten zur flächenhaften Bestimmung der Akkumulation wurden parallel zu den laufenden Bohrarbeiten von einer weiteren Zweimanngruppe durchgeführt, die mit Schneeschächten und 10-m-Kernbohrungen die weitere Umgebung der Bohrpunkte wie auch entlang der Kottas-Route beprobten. Alle Schnee- und Eisproben wurden in tiefgekühltem Zustand zurücktransportiert. In den Heimatlabors wird dann nach Analyse der vertikalen Verteilung der Wasserstoff- und Sauerstoffisotope die Jahresschichtung bestimmt und daraus die Akkumulation sowie Information über das Klima der letzten 300-400 Jahre abgeleitet. Außerdem sind chemische Analysen an dem Probenmaterial vorgesehen.

Im Laufe des 28. 2. trafen alle Gruppen wieder an Bord "Polarstern" ein. Letzte Arbeiten an der Georg-von-Neumayer-Station wurden durchgeführt, restlicher Brennstoff übergeben, mit Heliokopterunterstützung konnten bis zum 1.3. noch einige Bewegungspunkte im Ritscher Hochland nachgemessen und ein Basis-Schwerpunkt in der Nähe des Nunataks Boreas eingerichtet werden.

Am 1.3. wurde mit einer Grillparty auf dem Schelfeis die gesunde Rückkehr der Feldgruppen gefeiert und gleichzeitig von den Überwinterern an der Station Abschied genommen; denn abends legte "Polarstern" zum letztenmal in dieser Saison von der Eiskante ab.

Die Rückfahrt führte bei ruhigem Wetter zunächst durch das zentrale Weddellmeer. Diese Route ermöglichte einen ozeanographischen Schnitt mit 8 tiefen CTD-Stationen und mehreren Kastengreifer- und Schwerelotstationen. Der Schnitt endete im Anstieg zum South Orkney Plateau und ergab, daß Antarktisches Bodenwasser noch relativ hoch am Schelfrand in O - W gerichteten Senken zu finden ist. Wegen hoher Dünung und Windstärke 9 konnte ein in diesem Bereich geplantes reflexionsseismisches Profil nicht gefahren werden; als Ersatz wurde aber am 9. und 10.3. ein seismisches Profil über den South Orkney Rise gelegt. Bei dieser Gelegenheit wurden dort bislang noch unbekannte schmale Becken mit bis über 5300 m Wassertiefe entdeckt. Die seismische Profilfahrt endete vor einer der beiden großen Eisinseln, die sich im Vorjahr vom Larsen-Schelfeis gelöst hatte und jetzt inmitten vieler großer und kleiner Eisberge in der Drake Passage nach Osten treibt. Die gewaltigen Eismassen, die sich wie sonst nur das Schelfeis von Horizont zu

Horizont erstreckten, waren ein würdiger Rahmen zum Abschied aus den antarktischen Gewässern. Während der weiteren Heimreise, die problemlos war und östlich Falkland vorbeiführte, wurden bis zu einer Breite von 58° Süd noch magnetische, Seabeam- und 3,5-kHz-Profilaufnahmen ausgeführt. Am 17.3. machte "Polarstern" an der Pier in Puerto Madryn, Argentinien, fest. Die Mehrzahl der Wissenschaftler und Techniker trat bereits am gleichen Tag die Heimreise an. Am 19. März besuchte der Bundespräsident mit einer größeren Delegation und starkem Presseaufgebot "Polarstern", besichtigte das Schiff, seine technischen und wissenschaftlichen Einrichtungen und ließ sich über den Verlauf der Expedition berichten.

1.2 Summary and Itinerary (H. Miller)

During ANT V/4 a number of landbased as well as marine research programs were carried out in the southern Weddell Sea. Furthermore it was necessary to resupply the wintering over base "Georg-von-Neumayer". In particular the following research projects were carried out during this expedition

- marine-geophysical investigations of the structure of the sedimentary sequences at the continental rise and on the shelf;
- marine geological investigations of sedimentary processes and paleoclimate;
- oceanographic and hydrochemical studies on the formation and distribution of antarctic bottom waters;
- biological programs entailing metabolism studies on marine organisms kept under controlled conditions and sampling of benthos were continued from the previous cruise leg;
- glaciological, geodetic and geophysical studies on the Ekström Ice Shelf;
- areal photogrammetry for the study of present ice shelf edge position as well as selected areas within Ritscher Highland.

Originally a comprehensive glaciological program was planned within the framework of the Filchner Ronne Ice Shelf Programme to contribute to the study of mass balance and dynamics. Due to adverse ice conditions the Filchner Ronne Ice Shelf could not be reached. Therefore the marine research planned for that region could not be carried out and the glaciological programs had to be modified and were transferred to the Ekström Ice Shelf. The two ski-equipped aircrafts "POLAR 2" and "POLAR 4" gave logistic support to the land based research groups and were also used for the photogrammetric work. Ships operation as well as scientific work were also supported by two helicopters, which proved extremely useful, especially by route scouting in ice infested waters during marine geophysical work.

Over a period of 12 weeks 54 scientists and technicians from german and foreign research institutions worked together closely and partially in interdisciplinary groups. Although expedition members were spread over a large area for extended time periods and largely self supporting, there were no accidents and research goals could be reached in full within bounds given by conditions imposed by nature.

"Polarstern" left Capetown on December 26 with course in the direction of Bouvet Island. Already on December 27 the scientific program began with Seabeam, 3,5 kHz and magnetic measurements along course. En route some deep sea oceanographic moorings were deployed and the meteorological station on Bouvet Island visited and found in very poor condition. From Bouvet course to Atka Bay was taken via Maud Rise where two sediment traps were successfully retrieved after a one year deployment. In the morning of January 6 Atka Bay was reached and after one day of unloading supply goods for Georg von Neumayer station "Polastern" left for Kapp Norvegia where detailed Seabeam and magnetic measurements were carried out in the area of Wegener Canyon. The resulting map of seafloor morphology was sent by telefax to the ODP drill ship "Joides Resolution" which was en route to Kap Norvegia and needed this information for the precise localization of the drill sites.

Already at that stage satellite images showed that the ice conditions in the southern Weddell Sea would be very bad and this proved to be true, when we tried to force our way into the dense pack ice south of Halley bay. Very poor weather conditions made a helicopter reconnaissance impossible for many days and only on January 17 the weather cleared enough for an areal survey of the area. There was no coastal polynya west of 32° W and the pack showed no open leads at all, which in turn implied that it would take a long time for ice conditions to improve enough to allow a passage towards Filchner station where the glaciological program of this expedition was supposed to be based for some weeks. Thus an alternative glaciological program on the Ekström ice shelf and Ritscher Highland was drawn up and "Polarstern" returned to Georg von Neumayer to unload more cargo and the glaciological field parties.

During the following weeks the marine programs were carried out between Kapp Norvegia and 34° W. Multichannel seismic reflection profiling, geological sampling and oceanographic stations because the daily fare. Thus it became possible to track the ice shelf bottom water masses on the way through the Filchner depression and down the slope to the abyssal plain at the same time getting a detailed picture of the orographic control on bottom water currents as well as their expression in the sediments. A sedimentary basin north of Halley could be studied by seismic reflection in great detail and with high resolution. The ODP drillsites 692 and 693 at Wegener Canyon, Kapp Norvegia, were also studied in great detail through a series of multichannel seismic lines which intersected at the drillsites and linked them to the previously existing seismic lines. The new lines also allow the tracing of the stratigraphic markers determined from the boreholes to the steep walls of Wegener Canyon, where they can be as could also be shown successfully dredged. A number of oceanographic moorings deployed during previous expeditions were successfully retrieved as well as new ones deployed.

During this period the two Do 228 fixed wing aircraft were used for logistic support of the land based groups as well as for some geodetic work in connection with movement surveys of the Filchner Ronne ice shelf. Aerophotogrammetric surveys in Queen Maud land and of the ice shelf front between Kapp Norvegia and Halley were also carried out successfully.

The land program which was carried out on the Ekström Ice shelf and adjacent Ritscher Highland and which took place in lieu of the abortive Filchner III program mainly addressed glaciological problems. Ice shelf dynamics were

studied by GPS and Transit measurements and movement vectors as well as strain values for the Ekström ice shelf could be obtained from remeasurements of positions at the end of the season. A very quick yet accurate method for trigonometric levelling had been developed and used for the first time to obtain geoidal heights for a line from the ice edge to the drill site on Ritscher Highland. Drilling operations yielded two 40 m cores on Ritscher Highland and a 200 m core on the Ekström ice shelf. In addition a number of cores were obtained for a study of distribution of accumulation and its change with elevation. Finally some seismic reflection work was carried out along the traverse and ice thicknesses as well as water depths were obtained.

On March 1 "Polarstern" left Atka Bay and started the return voyage with an oceanographic section through the central Weddell Sea with 8 deep CTD stations, additional geological sampling stations and one seismic reflection line across the South Orkney rise.

On March 17 the cruise ended in Puerto Madryn, Argentina, where the President of The Federal Republic visited the ship on March 19.

1.3 Berichte der Arbeitsgruppen I: Schiffsprogramm

1.3.1 Wetterverhältnisse und Wetterberatung (J. Sußebach, H. Köhler)

Der Fahrtabschnitt ANT V/4 führte von Kapstadt zu einem achtwöchigen Aufenthalt im östlichen und südöstlichen Weddellmeer und endete in Puerto Madryn, Argentinien. Neben der Versorgung der Georg-von-Neumayer-Station fand ein umfangreiches Forschungsprogramm sowohl auf See als auch auf Schelfeis- und angrenzenden Gebieten statt. Dabei war das Wetter stets von großem Interesse. Insbesondere waren diverse Flugprogramme extrem witterabhängig, so daß der Wetterberatung vor Ort die größte Bedeutung zukam.

Die Hinreise an der Bouvet Insel vorbei zur Georg-von-Neumayer-Station erfolgte bei wechselndem Wetter. In rascher Folge zogen frontale Systeme und Zwischenhochkeile ostwärts, wobei überwiegend mäßige bis frische, nur gelegentlich starke Winde bis Bft 7 angetroffen wurden. Eindrucks voller als der Wind war bei unserem SSW-Kurs die von Tag zu Tag markante Abnahme der Luft- und Wassertemperaturen und im Zusammenhang mit diesem Klimawechsel die ersten Eisberge in Nähe der Bouvet Insel.

Das erst Sturmfeld erreichte uns unmittelbar nach unserem ersten Aufenthalt an der Georg-von-Neumayer-Station mit Annäherung eines Tiefs von NW her. Es drehte unter Vertiefung in das zentrale Weddellmeer ein, wurde hier unter Einbeziehung von Randtiefs nahezu stationär und brachte uns vor der Eiskante zwischen Kapp Norvegia und südwestlich der britischen Station Halley gut 4 Tage lang (9.-12.1.87) Nordoststurm mit Orkanböen. Dieser so lang-andauernde Sturm trug vermutlich dazu bei, daß die Bildung einer Polynia im südlichen Weddellmeer verzögert wurde. Im Gebiet südwestlich von Halley Bay führte dickes, teilweise gepreßtes Meereis zu der Entscheidung, die Weiterfahrt zur Filchner-Station aufzugeben.

Nach dem Sturm schloß sich im Untersuchungsgebiet vor der Eiskante zwischen Halley Bay und Georg-von-Neumayer-Station eine ca. 6 Wochen lange Periode flacher Druckverteilung bzw. schwächer bis mäßiger Winde aus wechselnden Richtungen an. Ein Beispiel hierfür bot die Wetterlage am 31.1.1987 (Abb. 1.1) mit geringen Druckgegensätzen über dem Weddellmeer und einer weit im Norden verlaufenden Frontalzone mit kräftigen Zyklen.

Häufig wurde auch eine parallel zur Eiskante in NE-SW-Richtung verlaufende flache Tiefdruckrinne beobachtet, die kleine eingelagerte Tiefdruckkerne aufwies. Im Satellitenbild waren sie als kleine Wolkenspiralen erkennbar. Meist waren sie kurzlebig, so daß sie bereits am Folgetag nicht mehr wiedergefunden werden konnten. Wegen ihrer kurzen Lebensdauer konnte auch ihre Zugrichtung nicht immer festgestellt werden. Überwiegend befanden sie sich nahe der Eiskante über der relativ warmen See. Teilweise bildeten sie sich aber auch - zum Beispiel am 5. und 6.2.87 - über dem Schelfeisgebiet, da in diesen Fällen auf FS "Polarstern" nahe der Eiskante westliche Winde gemessen wurden. Sollten thermische Vorgänge die Ursache gewesen sein, kann angenommen werden, daß die Temperaturen über sonnenbeschienenen Eisflächen gelegentlich etwas höher - etwa knapp über 0 °C - lagen als über dem bis zu -1,8 °C kalten Weddellmeer. Insgesamt überwog in dieser sechswöchigen Periode wolkenreiches Wetter mit zeitweiligen Schneefällen.

Am Abend des 26.2.87 erfaßte uns wieder - wenn auch nur für wenige Stunden - ein stürmischer Ostwind Bft 8. Im weiteren Verlauf wurden mehrere kräftige Tiefdruckgebiete beobachtet, die im Gegensatz zur langen Periode zuvor auf verhältnismäßig südlichen Bahnen über das nördliche und mittlere Weddellmeer hinweg ostwärts zogen. Ein Beispiel hierfür war die Wetterlage am 2.3.87 (Anlage 3?). So erfolgte der erste Teil unserer Rückreise von der Georg-von-Neumayer-Station quer durch das Weddellmeer zum Seegebiet westlich der Süd-Orkney-Inseln bei meist trübem und zeitweise stürmischem Wetter. Von hier bis zu den Falkland-Inseln herrschte innerhalb einer feuchten und milden NW-Strömung fast durchgehend Nebel, der erst mit Durchgang einer Kaltfront und Windsprung auf SW verschwand.

Täglich wurden 6 Obse erstellt und abgesetzt. Dazu wurden täglich 1 oder 2 Radiosondenaufstiege durchgeführt und die verschlüsselten Temps über INMARSAT nach Bracknell abgesetzt. Grundlage aller Vorhersagen waren täglich zwei eigene Analysen vom 06- und 12 UTC-Termin, wobei die 12 UTC-Karte meist noch durch einzelne wichtige 15- und 18 UTC-Obse ergänzt wurde. Angesichts des besonders beim 06 UTC-Termin spärlichen Meldegutes waren die regelmäßig empfangenen NOAA- und "Meteor"-Satellitenbilder für die Analysen und Vorhersagen von entscheidender Bedeutung. Ohne Satellitenbilder wären die Beratungen, vor allem das umfangreiche Flugprogramm, nicht möglich gewesen.

Besonders wertvoll waren die vom Seewetteramt per Telefax übermittelten Vorhersagekarten des EZMW. Mit ihnen konnte die Entwicklung der großräumigen Druckverteilung gut abgeschätzt werden. Sie standen für Vorhersagen bis 48 h als Grundlage für Flugeinsätze zur Verfügung. Hilfreich waren auch routinemäßig aufgenommene Fax-Karten aus Melbourne, Northwood, Buenos Aires und Molodezhnaya.

Seewetterberichte wurden bis zum 10.3.87 vormittags und abends herausgegeben - während der letzten fünf Reisetage nur nachmittags. Sie enthielten meist auch das Heimatwetter und seit dem 24.2.87 zusätzlich die Zeiten von Sonnenauf- und Sonnenuntergang. Regelmäßig wurden auch mündliche Wetterauskünfte erteilt.

Von besonderer Bedeutung war die häufig telefonische Beratung der Piloten und Wissenschaftler, die mit den beiden DO-228-Flugzeugen "Polar 2" und "Polar 4" in der Zeit vom 15.1. bis 19.2.87 zahlreiche Transport- und Meßflüge durchführten. Fluggebiete waren die Schelfeiskante von der südafrikanischen Station S.A.N.A.E. bis zur Filchner-Station sowie viele Strecken über Schelfeis- und Landgebieten. In der Zeit vom 21.2. bis 24.2.87 wurden Beratungen für den ersten Teil des Heimfluges von der Georg-von-Neumayer-Station nach Rothera und auf der antarktischen Halbinsel erteilt.

Eine Sonderberatung wurde am 31.1.87 abends für den Flug eines argentinischen Flugzeuges von Marambio im Nordteil der antarktischen Halbinsel zum Südpol erteilt. Die Übermittlung erfolgte telefonische nach Halley und von dort weiter nach Marambia.

Sämtliche Flugwetterberatungen und die Seewettervorhersage wurden schriftlich festgehalten, die telefonischen Beratungen in Form von "Gedächtnisprotokollen". Sie basierten im wesentlichen auf den hervorragenden Satellitenbildern. Obwohl aus den Bildern keine Angaben über Wolkenuntergrenzen und -obergrenzen gegeben werden konnten, waren die Informationen von hohem Wert.

Seewettervorhersagen wurden außer für FS "Polarstern" für drei weitere Schiffe erstellt. Das US-Forschungs- und Bohrschiff "Sedco" erhielt täglich vom 8.1. bis 8.3.87 einen Wetterbericht für verschiedene Gebiete des Weddellmeeres sowie für die Anreise von Punta Arenas und Rückreise nach Port Stanley/Falklands. Vom 15.2. bis 28.2.87 wurde an das britische Forschungsschiff "John Biscoe" im nördlichen Weddellmeer täglich eine Wettervorhersage übermitteln. Ferner erhielt das deutsche Passagierschiff "Europa" auf seiner Kreuzfahrt von Montevideo nach Feuerland und weiter nach Puerto Mont täglich vom 5.2. bis 13.2.87 einen Wetterbericht, da die Flossenstabilisatoren ausgefallen waren.

Das im Beobachtungsraum neben der Bordwetterwarte befindliche Ozongerät des Meteorologischen Observatoriums Hamburg wurde regelmäßig gewartet.

Die gesamten synoptischen Daten für die Antarktis wurden auf dem F1- und A1-Wege von der russischen Station Molodezhnaya/RUZU und von der chilenischen Station Eduardo Frei/CAN6D aufgenommen. Der Empfang dieser beiden Stationen war meistens ausreichend für die Aufnahme der chilenischen und argentinischen Festlandmeldungen kam nur noch Meteo Santiago CAK in Frage. CAK hat in der letzten Zeit sein Programm erheblich ausgeweitet. Des öfteren wurden die gesamten Daten der Antarktis (vorher von RUZU und CAN6D ausgestrahlt) und CAK mit einer Verzögerung von ca. 60 bis 90 Minuten gegenüber der offiziellen Zeit verbreitet. Empfangsprobleme gab es bei dieser Station auch nicht. Die NOAA-Satellitendaten konnten auch während dieser Reise von Jeddah oder Pretoria fast täglich aufgenommen werden.

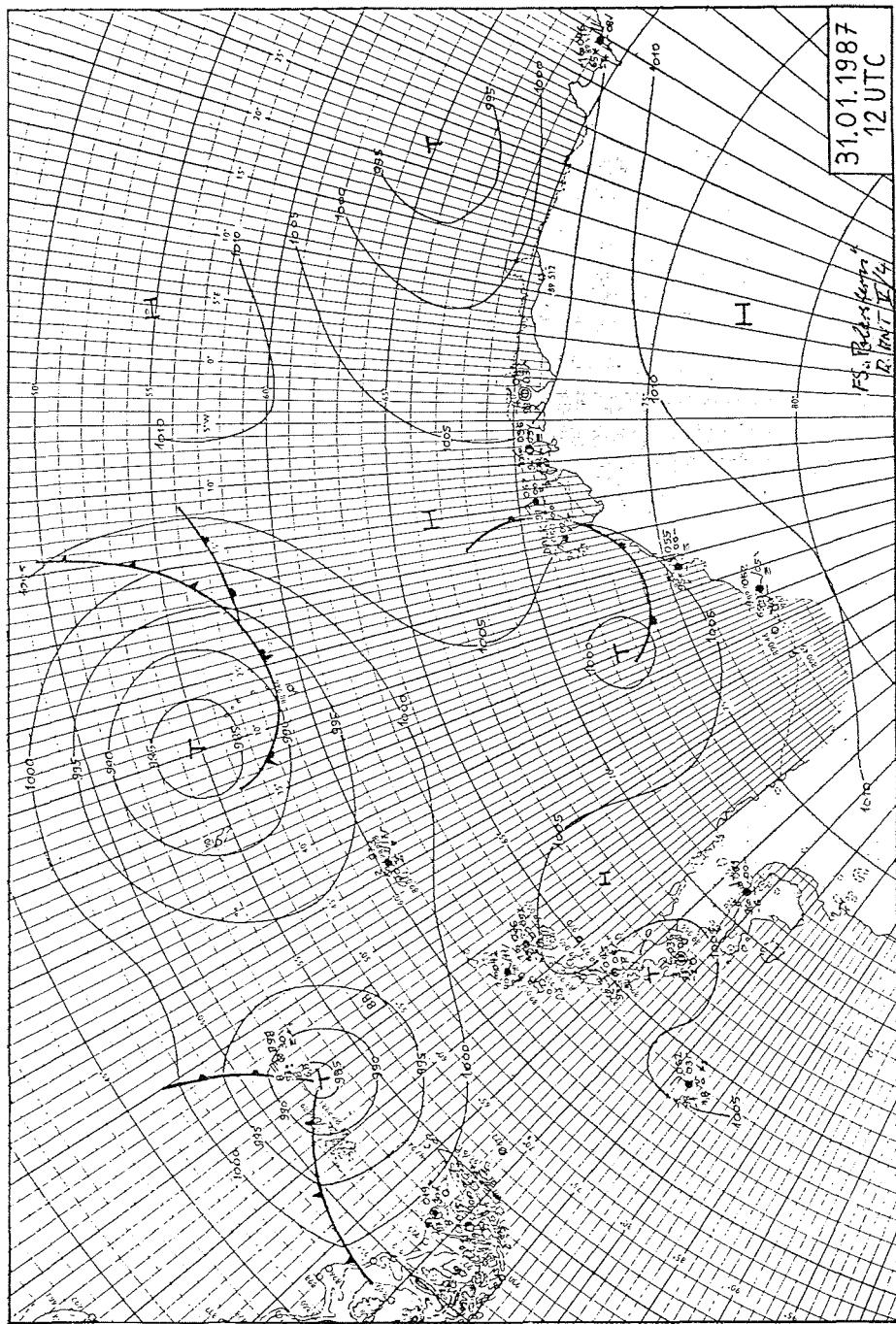


Abb. 1.1: Wetterkarte vom 31.01.1987

Fig. 1.1: Weather chart January 31, 1987

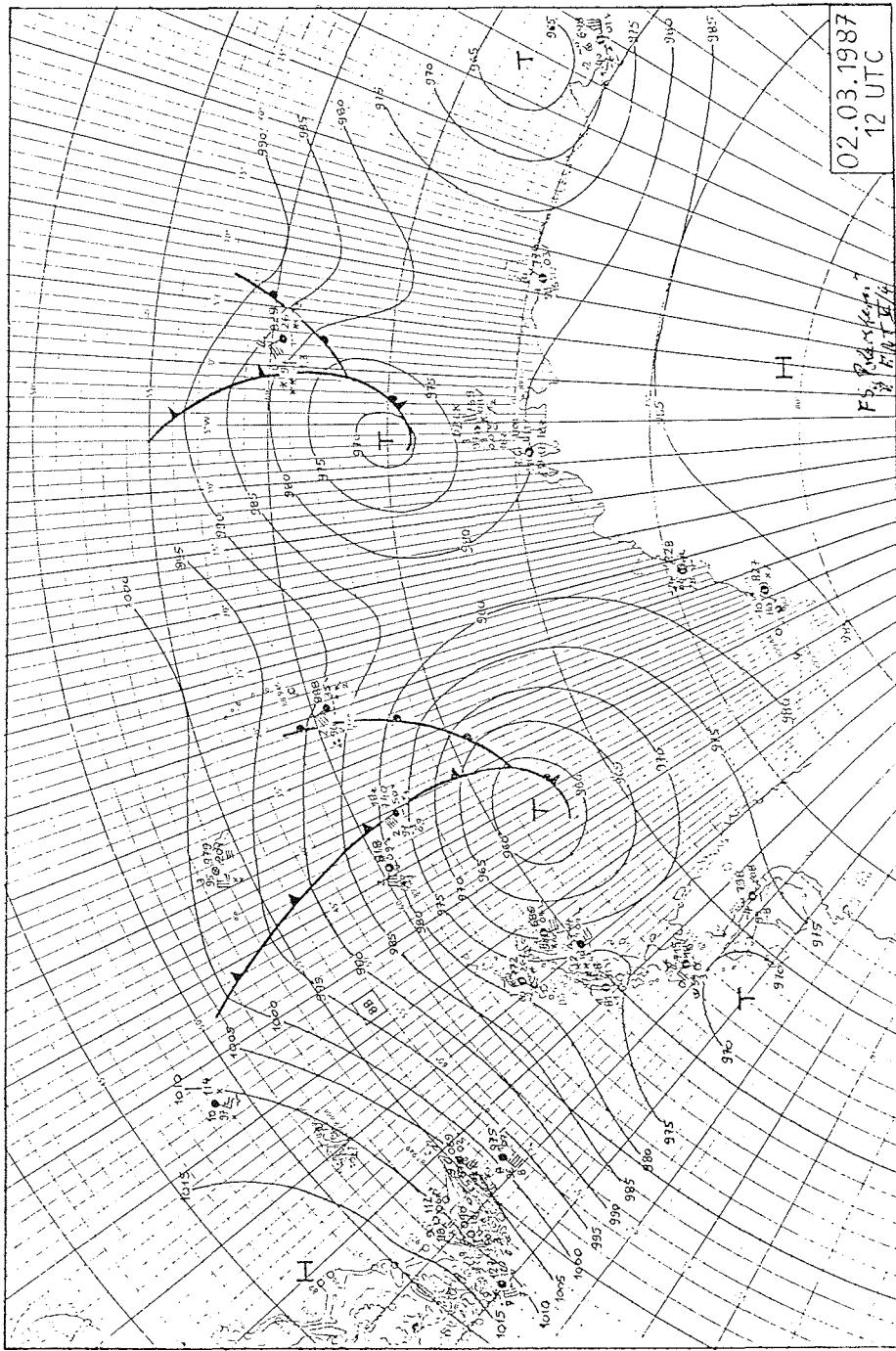


Abb. 1.2: Wetterkarte vom 02.03.1987

Fig. 1.2: Weather chart March 2, 1987

1.3.2 Sedimentologische Arbeiten im Weddellmeer (G. Kuhn)

Die Sedimente des östlichen Weddellmeeres bestehen überwiegend aus terigenen und biogenen Komponenten. Sie unterscheiden sich in dieser Hinsicht nur wenig von anderen Sedimenten der Weltmeere. Unterschiedlich ist zum einen, daß der terrigene Detritus fast ausschließlich durch Eistransport angeliefert wird, und zum anderen, daß dieses Material so gut wie nicht an Land durch chemische Verwitterung verändert wurde. Hinzu kommt, daß die Produktion der biogenen planktischen und indirekt auch benthischen Sedimentkomponenten durch Meereisbildung und -verteilung und durch das Schelfeis beeinflußt wird. Glaziale Prozesse steuern die Bildung von Wassermassen mit unterschiedlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften wie Sauerstoffgehalt, Salinität und Temperatur, die am Meeresboden entscheidend auf die benthische Produktion und auf das Ablagerungsmilieu der Sedimente einwirken.

Durch gravitativen Abfluß dichterer Wassermassen oder durch andere Strömungen am Meeresboden können die Sedimente umgelagert und die Komponenten umverteilt werden. All diese Prozesse werden letztendlich entscheidend von den klimatischen Bedingungen gesteuert, die während des Quartärs mehrere Glazial-Interglazial-Zyklen durchlaufen haben.

Veränderungen in den Ablagerungen des Meeresbodens, die mit einem Schwere- oder Kolbenlot gekernt wurden und kontinuierliche Zeiträume bis zu einer Million Jahre umfassen können, sind überwiegend auf Veränderungen der Anlieferungs- und Sedimentationsprozesse zurückzuführen und können damit als Signale vergangener Klimaschwankungen gedeutet werden. Bevor eine solche Deutung für die Vergangenheit möglich ist, müssen die heutigen glazial-marinen Sedimentationsprozesse untersucht und regionale Unterschiede beschrieben werden. Dabei ist von Vorteil, daß viele der Parameter, die die Sedimentationsprozesse beeinflussen, gemessen und beobachtet werden können.

Die geologischen Untersuchungen und die Probennahme während ANT V/4 lassen sich in vier Gruppen einteilen:

1. Beprobung der möglichst ungestörten obersten Sedimentlagen mit dem Großkastengreifer (GKG) und dem van Veen Backengreifer (BG) mit 0,4 m² Grundfläche,
2. Beprobung einer möglichst kontinuierlichen quartären Sedimentsequenz mit dem Schwere- und Kolbenlot,
3. Beprobung älterer Schichten in Canyons mit dem Kolbenlot oder der Dredge,
4. Kartierung des Aufbaus der obersten Sedimentschichten mit dem hochauflösenden 3,5-kHz-Sedimentecholot und bathymetrische Kartierung.

Mit diesen Untersuchungen wurde das Stations- und Profilnetz vorangegangener "Polarstern"-Expeditionen im Bereich des östlichen Weddellmeeres verdichtet und ausgeweitet. Insgesamt wurden 39 Stationen (AWI Nr. 1472 bis 1509, s. Anhang A.1) geologisch beprobt und während der gesamten Fahrtstrecke 3,5-kHz-Sedimentecholotaufzeichnungen durchgeführt. Schwer-

punktgebiete der Untersuchungen waren der Schelfhang nördlich der Filchnerdepression und das Gebiet vor Kapp Norvegia, in dem im Ocean Drilling Program während des Fahrtabschnitts Leg 113 mit der "Joides Resolution" mehrere Bohrungen abgeteuft worden waren. Dabei wurde der Großkastengreifer insgesamt 40mal eingesetzt.

Bei den 27 Schwer- und Kolbenlot-Einsätzen wurden insgesamt 142 Kerner gewonnen, woraus sich eine durchschnittliche Kernlänge von 5,2 m pro Geräteneinsatz ergibt.

1.3.2.1 Beprobung der obersten Sedimentlagen

Mit dem Großkastengreifer wird ein 50x50 cm² großes Sedimentstück bis maximal 60 cm tief aus dem Meeresboden gestanzt. Auf 30 Stationen war das gewonnene Sediment weitgehend ungestört und der Sedimentgewinn groß genug, um eine umfassende Beprobung durchführen zu können. Zunächst wurde hierfür die Sedimentoberfläche beschrieben und fotografiert, dann wurden Oberflächenproben für folgende Untersuchungen entnommen:

- benthische Foraminiferen (1-1,5 cm tief, 27 x 15 cm² Stechkasten),
- Radiolarien (1-1,5 cm tief, 27 x 15 cm² Stechkasten),
- Diatomeen (0,1-0,3 cm tief, ca. 30 ml),
- Karbonat- und organischer Kohlenstoff (0,1-0,3 cm tief, ca. 30 ml) und für Korngrößen- sowie Komponentenanalysen (1-1,5 cm tief, ca. 500 ml).
- Für sedimentologische Untersuchungen der tieferen Schichten wurden aus dem GKG-Material Kerne mit 120 mm Durchmesser,
- für geochemische Untersuchungen Kerne mit 120 mm und 60 mm Durchmesser (s. Abschn. 1.3.3) entnommen.
- Benthosuntersuchungen wurden am Inhalt von Stechkästen (15 cm tief, 25 x 25 cm²) durchgeführt.

Bei 10 Einsätzen war die Sedimentoberfläche gestört, oft schrägstehend und nur teilweise im GKG enthalten. Diese Stationen lagen fast alle auf den flachen Schelfgebieten des östlichen und südöstlichen Weddellmeeres. Die Sedimente enthalten dort sehr viel grobes Gesteinsmaterial, wodurch die Probenahme erschwert wurde. In diesen Gebieten wurde auch viermal ein 0,4 m² van Veen Backengreifer eingesetzt, der jedoch ebenfalls nur gestörte Proben von der Sedimentoberfläche entnahm.

1.3.2.2 Beprobung tieferer Sedimentlagen

Mit dem bisher eingesetzten Schwerelot (1,5 t, 120 mm ø) mit kurzen Rohrlängen von 3-6 m, ist es nur unzureichend möglich, auf den steinigen oder durch das Schelfeis überkomprimierten Schelfsedimenten eine etwas tiefere Sedimentsequenz zu beproben. Bei sechs Einsätzen war der durchschnittliche Kerngewinn nur 0,9 m (max. 2,4 m).

Die Schelfhangsedimente nördlich der Filchnerdepression, die im östlichen Teil wahrscheinlich aus älteren, durch Erosion freigelegten Ablagerungen bestehen und häufig eine Deckschicht aus sandigen Residualsedimenten aufweisen, sind sehr konsistent und ergeben nur kurze Kerngewinne. Auf den Stationen 1492, 1493, 1494 und 1496 wurden diese Sedimente mit einem durchschnittlichen Gewinn von 3,2 m gekernt. Auch mit dem Kolbenlot (1,3 t, 84 mm ø) wurde in diesen Sedimenten auf Station 1499 nur 5,5 m Kernge- winn erzielt.

Über 10 m lange Kerne konnten mit dem Schwerelot (15 m) im Gebiet vor Kapp Norvegia (Station 1478 bis 1481) und an anderen Stellen des tieferen Kontinentalhangs des östlichen Weddellmeeres entnommen werden. Der tiefere Kontinentalhang liegt in Wassertiefen von ca. 1800 bis 4500 m und ist durch Canyons eingeschnitten und zergliedert. Auf den höher liegenden Plateaugebieten zwischen den Canyons wurden Sedimente abgelagert, die in den Warmzeiten hohe Gehalte an Karbonat (planktische Formaminiferengehäuse) enthalten. Die Sedimentkerne umfassen mehrere dieser Klimazyklen. Mit der Analyse dieser Sedimentsequenzen sollen Erkenntnisse über vergan- gene Glazial-Interglazial-Zyklen gesammelt werden.

An den steilen Hängen der Canyons werden ältere tiefer liegende Sedimentserien angeschnitten. Auf Grund früherer mehrkanalseismischer Aufzeichnungen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe auf der "Polarstern"-Fahrt ANT IV/3 wurde für die Station 1486 eine solche Stelle im südöstlichen Weddellmeer vor Syddan Island ausgesucht. Mit dem Kolbenlot wurden dort über 10 m mächtige, ältere, sehr stark glaukonithaltige, grüne Sedimente gekernt, die wahrscheinlich glazial-marinen Ursprungs sind.

Mit einer Dredge ließen sich im östlichen Teil des Wegener Canyons vor Kapp Norvegia von der südlichen Canyonwand mäßig verfestigte Kalksteine (nannofossil chalk) und Mergel mit teilweise erhöhten Gehalten an organi- schem Kohlenstoff gewinnen. Mit dem Dredge-Hol wurde auch ein Belemnitenbruchstück geborgen, das auf ein kreidezeitliches Alter der Sedimente schließen lässt.

In großen Wassertiefen des zentralen Weddellmeeres (Stationen 1507, 1508, 1509) und am Fuß des Kontinentalhangs (Stationen 1482, 1483, 1484) verhinderten Turbiditlagen aus sehr festem, kompaktiertem Silt bzw. aus Sand einen größeren Kerngewinn mit dem Schwerelot. Hier sollte in Zukunft eine Probennahme mit dem Kolbenlot versucht werden.

1.3.2.3 Kartierung der obersten Sedimentschichten

Um ein flächenhaftes Bild der Verteilung unterschiedlicher Sedimenttypen zu bekommen, wurde der Meeresboden während der gesamten Fahrstrecke mit dem 3,5-kHz-Sedimentecholot kartiert. Die Sedimente zeigen oft charakte- ristische Unterschiede in den reflektierten 3,5-kHz-Signalen. Mit zusätzlichen Informationen von den geologischen Stationen, bathymetrischen Vermessun- gen und ozeanographischen Messungen werden die 3,5-kHz-Aufzeichnun- gen interpretiert. Zusammen mit 3,5-kHz-Aufzeichnungen vorangegangener

und noch geplanter Fahrten soll bei genügender Informationsdichte eine Karte der 3,5-kHz-Echo- bzw. Sedimentfazies des östlichen Weddellmeeres zusammengestellt werden.

Ein wichtiges Ergebnis dieser Untersuchungen ist der Nachweis großräumiger Erosionsstrukturen, die wahrscheinlich durch das vom südlichen Schelf des Weddellmeeres abfließende dichte Bodenwasser (ice shelf water) entstanden (bottom traction current). Diese Erosionsstrukturen bilden sich als eine Geländestufe mit steilem Osthang in der Meeresbodenmorphologie ab (Abb. 1.3).

Eine Erosionsstufe verläuft fast geradlinig vom oberen Schelfhang nördlich der Filchnerdepression (Position 74° 30' S, 37° 00' W) in nördlicher Richtung den Schelfhang herab und wurde bis in einer Entfernung von ca. 220 km (Position 72° 45' S, 34° 15' W) nachgewiesen. Der Höhenunterschied zwischen dem tiefer gelegenen Meeresboden östlich der Geländestufe und dem westlichen Teil beträgt am oberen Schelfhang über 340 m und bei Wassertiefen von 3600 m ca. 240 m. Die Hangwinkel betragen bis 15°.

Eine andere Erosionsstufe verläuft durch das östliche Weddellmeer von 73° 36' S, 26° 20' W (Höhenunterschied ca. 350 m) nach 69° 30' S, 18° 43' W (Höhenunterschied ca. 100 m) über eine Entfernung von ca. 530 km.

Entlang dieser Geländestufen fließt dichteres Bodenwasser in nördliche Richtungen ab (Abb. 1.3 a). Ozeanographische Messungen zeigen, daß dabei die westliche Obergrenze der bodennah abfließenden Wassermasse weit den Hang der Erosionsstufe hinaufreicht und die östliche Begrenzung in einiger Entfernung vom Hangfuß mit dem Meeresboden zusammenläuft. Dies wird durch eine infolge der Corioliskraft nach Westen gerichtete Ablenkung der Wassermasse gedeutet. Der Abfluß der Wassermasse wird durch den Hang in nördliche Richtung geleitet. Der Hang selbst dürfte dabei durch Erosionsprozesse im Laufe der Erdgeschichte von Osten nach Westen gewandert sein. Auf den 3,5-kHz-Aufzeichnungen lassen sich im Osten des Hanges schallharte Sedimente mit geringen Eindringtiefen des seismischen Signals, wahrscheinlich Sande (Residualsedimente) und freigelegte stärker kompaktierte ältere Sedimente, erkennen. Auf dem Plateau im Westen des Hanges befinden sich Sedimente, die hohe Eindringtiefen (über 40 m) und einen geschichteten Aufbau zeigen (Abb. 1.3 b). Hierbei handelt es sich um feinkörnige, hemipelagische Sedimente und um feinkörniges Material, das wahrscheinlich durch Overflow auf das Plateau transportiert wurde ("Levee"-Bildung); denn die Sedimentschichten zeigen in den 3,5-kHz-Aufzeichnungen die höchsten Mächtigkeiten in unmittelbarer Nähe des Hanges.

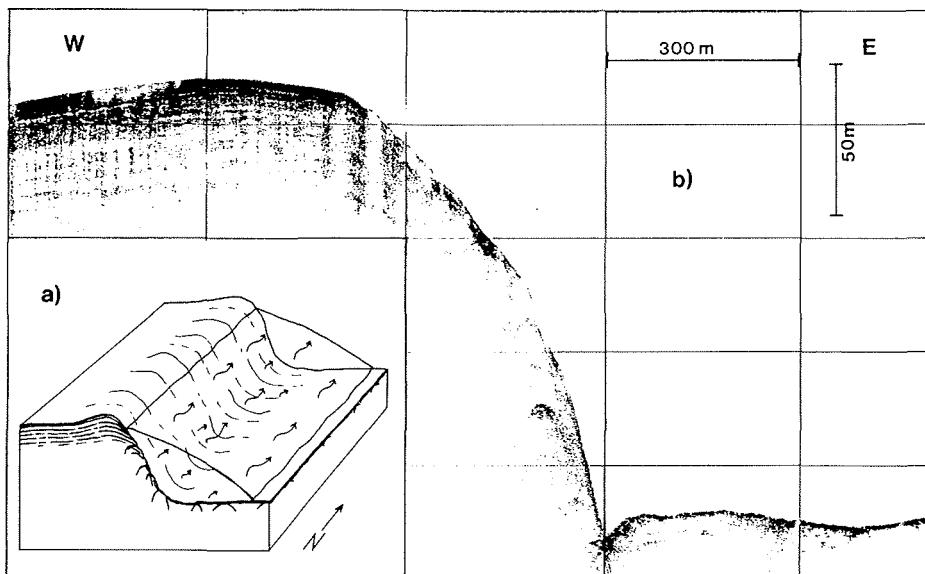


Abb. 1.3 a: Schematisches Blockbild einer Nord-Süd verlaufenden Geländestufe und Lage der abfließenden dichteren Wassermasse (Bodenwasser).

Abb. 1.3 b: 3,5 kHz Aufzeichnung der Geländestufe auf Position $71^{\circ} 04' S$, $20^{\circ} 50' W$. Der östliche, tiefer gelegene Meeresboden zeigt ein starkes Oberflächensignal und nur geringe Eindringtiefen (Residualsediment). Dagegen besteht der höher gelegene Meeresboden aus Sedimenten mit hohen Eindringtiefen des 3,5 kHz Signals (feinkörniges hemipelagische Sedimente).

Fig. 1.3 a: Schematic plot of a north-south striking terrace and location of the outflowing dense water body.

Fig. 1.3. b: 3,5 kHz record over the terrace at position $71^{\circ} 04' S$, $20^{\circ} 50' W$. The deeper sea bottom in the east shows a strong surface signal and only small penetration depths (residual sediments). However, the more shallow sea bottom consists of sediments with high penetration depths (fine grained hemipelagic sediments).

1.3.3 Frühdiagenese von organischem Material und Opal in Oberflächensedimenten (M. Rutgers van der Loeff, M. Schlüter)

Die Partikel, die auf dem Meeresboden abgelagert werden und in die sedimentäre Überlieferung eingehen, enthalten organische Substanzen und Schalenreste von kieseligen (Diatomeen, Radiolarien, Schwammspicule) und karbonatischen (Foraminiferen, Coccolithen) Organismen. Inwieweit diese Partikel überliefert werden, hängt von der Abbau- und Lösungsrate des organischen Materials bzw. der mineralischen Schalenreste im Oberflächensediment ab. Das Ausmaß dieser Abbauprozesse und der Akkumulation dieser verschiedenen Komponenten lässt sich aus den chemischen Gradienten (O_2 , NO_3 , Si), ermittelt aus Porenwasseranalysen, quantifizieren.

1.3.3.1 Probennahme

An 36 Stationen im Bereich des zentralen, südlichen und östlichen Weddellmeeres wurden mit dem Großkastengreifer (34 Stationen) und dem Backengreifer (2 Stationen) Proben genommen. Die Stationspunkte sind über den gesamten Tiefenbereich, von Schelf- bis zu Tiefseesedimenten verteilt (s. Abschn. 1.3.2 und Anhang A.1)

Auf dem Schelf (11 Stationen) erschwerten die zahlreichen Dropstones die Beprobung der Oberflächensedimente. Der wiederholte Einsatz des Großkastengreifers (GKG) sowie des Backengreifers (BG) führten trotzdem auf 7 Stationen zu Sedimentproben, deren Oberfläche kaum Störungen bei der Probennahme aufzeigten. Bei Sedimenten aus größeren Wassertiefen, in denen Dropstones nur äußerst selten vorkommen, sind die Proben von guter Beschaffenheit. Wie von früheren Fahrten bereits bekannt ist, findet während des Hievens des Probennahmegerätes ein Austausch des sedimentüberliegenden Wassers mit den Wassermassen mittlerer Tiefe sowie dem Oberflächenwasser statt. Dies kann zu starken Veränderungen der Gradienten an der Sediment/Wasser Grenzfläche führen. Bei den in der Regel guten Wetterbedingungen schätzen wir das Ausmaß der Resuspension von Sediment im GKG während der Bergung des Geräts als gering ein. Die gemessenen Profile von gelöstem Sauerstoff im Porenwasser legen den Schluß nahe, daß unterhalb von ca. 3 mm die Zusammensetzung des Porenwassers nicht von Durchmischungen während der Probennahme verändert ist. Die Bestimmung von in-situ Gradienten an der Wasser/Sediment Grenzfläche erfolgte daher aus der chemischen Zusammensetzung des Bodenwassers (beprobt mit dem Rosettensammler) und der des Porenwassers, gemessen unterhalb von 3 mm Sedimenttiefe. Sofort nachdem das Beprobungsgerät an Deck war, wurden Subproben des Sediments genommen und im Küllabor des Schiffes weiter bearbeitet. Dort fanden bei 2 °C das Auspressen der Sedimente, sowie die mit Elektroden durchgeführten Messungen statt. Die vertikale Auflösung bei der Porenwassergewinnung betrug im Bereich von 0-5 cm Sedimenttiefe 1 cm, in den unteren Abschnitten nimmt die Segmentstärke auf 2,5 bzw. 5 cm zu. Bereits an Bord wurden Porenwasserproben auf Alkalität, Nitrat, Nitrit und Silikat untersucht.

Die Bestimmung des pH und der Konzentration von gelöstem Sauerstoff im Porenwasser wurden mit Elektroden durchgeführt, die mit Hilfe eines Mikromanipulators in das Sediment geführt wurden. Dies ermöglicht im Oberflächenbereich die Bestimmung von Profilen mit einer vertikalen Auflösung von 1 mm.

1.3.3.2 Bioturbation

Mit Ausnahme des Schelfs und einiger Bereiche des Kontinentalhangs ist die Besiedlungsdichte der Bodenfauna gering (s. Abschn. 1.3.7.1). Jedoch beobachteten wir in zahlreichen Proben offene Wurmgänge und mit noch weichem Sediment verfüllte Röhren bis in Sedimenttiefen von 15 cm. In einigen Sedimentkernen aus Wassertiefen bis zu 2000 m lässt die Verteilung von gelöstem Sauerstoff im Sediment die Folgerung zu, daß eine Irrigation des Sediments bis in 15 cm Sedimenttiefe stattfindet. Auch bei Temperaturen unter 0 °C findet Bioirrigation statt und ihr Einfluß kann bis in mittlere Wassertiefen, relativ zur molekularen Diffusion, nicht vernachlässigt werden. Die Abschätzung der Flußrate durch die Grenzfläche Sediment/Wasser, unter Vernachlässigung der Irrigation, liefert somit nur einen Minimalwert. Eine weitere Schlußfolgerung aus diesen Beobachtungen ist, daß die rezenten Sedimentakkumulationsraten nicht mittels ^{210}Pb -Analysen bestimmt werden können.

1.3.3.3 Gelöster Sauerstoff

In den Schelfsedimenten, die eine hohe Besiedlungsdichte mit benthischen Organismen aufweisen, wird der molekular gelöste Sauerstoff bereits in den ersten Zentimetern des Sediments gezehrt (Abb. 1.4 , Kern 1489-4).

Erst in Wassertiefen von mehr als 3000 m ist die Sedimentation von organischem Material nicht mehr ausreichend, um den aus dem Bodenwasser in das Sediment diffundierenden Sauerstoff zu zehren. Dies hat zur Folge, daß im zentralen Weddellmeer noch ca. 80 μM (ca. 30 % der Bodenwasserkonzentration) in Sedimenttiefen von 40 cm zu finden sind (Abb. 1.4 , Kern 1508-2) . Aus dem flachen Verlauf der Sauerstoff- und Nitratgradienten in diesem Kern kann geschlossen werden, daß auch unterhalb dieser Sedimenttiefe die O₂-Zehrungsrate sehr niedrig bleibt.

In den Proben vom Plateau vor Kapp Norvegia (Wassertiefe 2000-3000 m) sind in Sedimenttiefen von 25 cm häufig braun gefärbte Lagen zu beobachten. Die gemessenen Sauerstoffprofile zeigen, daß diese Horizonte in der oxischen Zone liegen und die an O₂ verarmte Zone erst ca. 10 cm tiefer beginnt. Vermutlich handelt es sich bei diesen Lagen um diagenetisch bedingte Mn-Anreicherungen. Bestätigen Mn-Messungen im Sediment sowie im Porenwasser diese Interpretation, weist diese non-steady-state Situation darauf hin, daß während des Postglazials der Eintrag von organischem Material in das Sediment höher gewesen ist, als es gegenwärtig der Fall ist. Die vorläufigen minimalen Abschätzungen der Sauerstoffzehrungsrate im Sedi-

ment, berechnet aus der molekularen Diffusion, reichen von $250 \text{ mmol O}_2 \text{ m}^{-2}\text{a}^{-1}$ im zentralen Weddellmeer bis zu $800 \text{ mmol O}_2 \text{ m}^{-2}\text{a}^{-1}$ in Schelfsedimenten. Die daraus abgeleiteten Abbauraten von organischem Material betragen 7 bzw. $20 \text{ mg C m}^{-2}\text{d}^{-1}$. Diese Werte beinhalten nicht den Einfluß der Epifauna (Veratmung) und der Bioirrigation auf die Sauerstoffzehrungsrate, Faktoren die in der Tiefsee verglichen mit Schelfsedimenten nur von untergeordneter Bedeutung sind.

1.3.3.4 Silikat

In einer Sedimenttiefe von ca. 5 cm erreicht die Konzentration von gelöstem Silikat im Porenwasser ihren Maximalwert. Dieser Wert reicht von 170 mM in Tiefseeablagerungen bis zu 600 mM in den Schelfsedimenten. Die Daten für das zentrale Weddellmeer stehen in Einklang mit Messungen, die von Balzer (ANT II/3) und van Bennekom (ANT IV/4) durchgeführt wurden. In nahezu allen Kernen nimmt die Si-Konzentration nach Erreichen des Maximalwertes wieder ab. Wir hoffen, daß mit Hilfe von Sedimentanalysen geklärt werden kann, ob dieser Verlauf durch die Kinetik von Minerallösungs/Fällungsreaktionen oder durch die zeitliche Varianz der Sedimentationsraten von biogenem Opal bedingt ist. Der diffusive Stofftransport auf dem Sediment in das Bodenwasser (berechnet aus der Si-Konzentration im Bodenwasser und im ersten Zentimeter des Sediments), reicht von $45 \text{ mmol m}^{-2}\text{a}^{-1}$ in der Tiefsee bis zu $500 \text{ mmol m}^{-2}\text{a}^{-1}$ auf dem Schelf. Es zeichnet sich ab, daß trotz der großen Fläche der Tiefsee-Ebene, die niedrige Si-Fluxrate zur Folge hat, keine signifikante Si-Anreicherung des Antarktischen Bodenwassers im Weddellmeer erfolgt. Die Eindringtiefe von Sauerstoff in das Sediment und der Si-Flux stehen in deutlicher Korrelation zur Wassertiefe. Eine Ausnahme bildet der Bereich der Filchnerdepression und das Gebiet vor dem Drescher Inlet.

In dem Bereich, wo das dichte kalte Wasser aus der Filchnerdepression mit Geschwindigkeiten von mehr als 0,5 m/s in die Tiefsee strömt wird das Sediment erodiert und es findet keine Ablagerung von neuem Material statt. Dies hat zur Folge, daß der Si-Flux aus dem Sediment ungeachtet der geringen Wassertiefe niedrig und das Sediment gut mit Sauerstoff versorgt ist.

Auf den vier Stationen vor dem Drescher Inlet, in Wassertiefen von 1700-3500 m wurden ungewöhnlich hohe Si-Konzentrationen und geringe Sauerstoffeindringtiefen ermittelt. Diese Probennahmepunkte befinden sich in relativ großer Wassertiefe, der Schelf ist vergleichsweise schmal und die Vermutung liegt nahe, daß eine Küstenpolynia die Sedimentation in diesem Bereich geprägt hat. Dies würde in Übereinstimmung stehen mit hohen Produktionsraten von organischem Material, die in Küstenpolynias zu erwarten sind.

1.3.3.5 Kalzit

Die Stoffwechselproduktion von CO₂ bedingt, daß karbonatische Partikel in Oberflächensedimenten gelöst werden. Aus den pH- und Alkalitätsdaten sowie geplanten Messungen von gelöstem Ca im Porenwasser sollen für Schelfsedimente die Kalzitlösungsrationen in den Oberflächensedimenten berechnet werden.

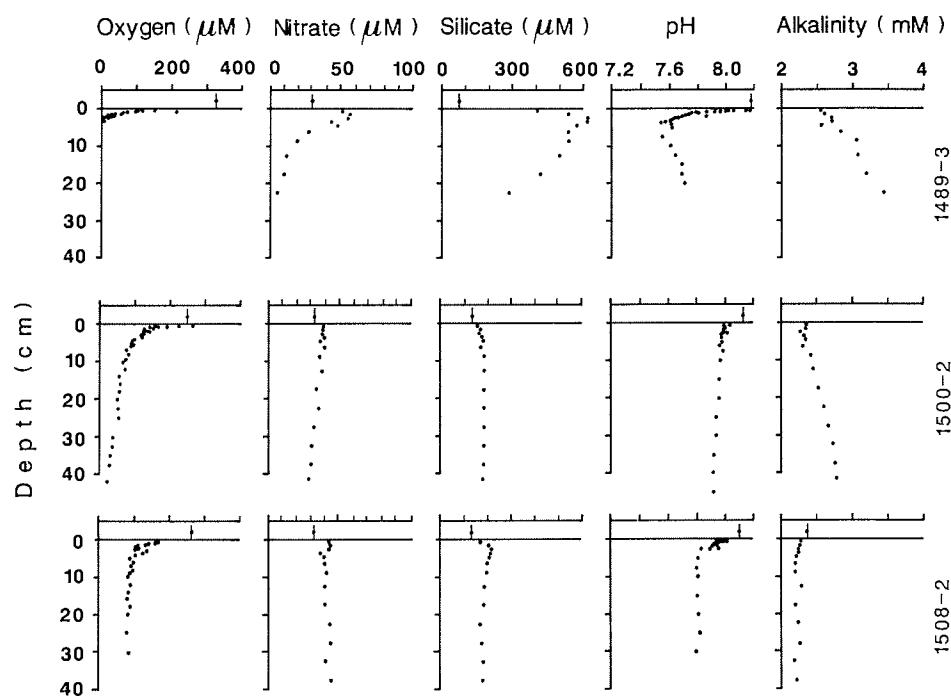


Abb. 1.4: Tiefenprofile des Sauerstoff-, Nitrat- und Silikatgehalts sowie pH und Alkalinität im Porenwasser von Oberflächensedimenten an den Stationen 1489 (südlicher Schelf, 602 m Meerestiefe), 1500 (südliches Weddellmeer, 3551 m Meerestiefe) und 1508 (zentrales Weddellmeer, 4657 m Meerestiefe). Zur Lage s. Anhang A 1.

Fig. 1.4: Depth profiles of oxygen, nitrate, silicate, pH and alkalinity in the pore water at stations 1489 (southern shelf, 602 m), 1500 (southern Weddell Sea, 3551 m), and 1508 (central Weddell Sea, 4657 m). For location of the stations see appendix A1.

1.3.4 Ozeanographische Arbeiten

1.3.4.1 Geochemisch-ozeanographisches Programm (R. Bayer, J. Bullister, S. Osterhus)

1.3.4.1.1 Hintergrund und Zielsetzungen

Ziel des von uns durchgeführten Programmes war, mehr über die Mechanismen zu erfahren, die an der Bildung des Bodenwassers im südlichen Weddellmeer beteiligt sind. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, daß sog. Ice Shelf Water (ISW), welches durch Wechselwirkung von Wasser und Eis unter den aufschwimmenden Schelfeisen gebildet wird, eine wichtige Rolle bei der Bildung des Weddell Sea Bottom Water (WSBW) spielt (Foldvik et al. 1985). ISW verläßt den Schelf an der Schwelle der Filchnerdepression und fließt in Mäandern, teils durch morphologische Gegebenheiten kanalisiert in Richtung des tiefen Weddellmeeres den Schelfabhang hinunter. Es mischt sich dabei mit Weddell Deep Water (WDW) und wird so in WSBW umgewandelt. Dieses nimmt in tiefen Schichten an der Zirkulation des Weddellwirbels teil, um nach weiterer Vermischung mit WDW antarktisches Bodenwasser (AABw) zu formen. Die Bildung von ISW wird gegenwärtig mit folgendem Modell beschrieben: Im Winter wird im westlichen Schelfbereich durch Gefrieren von Seewasser eine sehr dichte Wassermasse gebildet. Dieses sog. Western Shelf Water (WSW) strömt in tiefere Gebiete wie den Filchner-Graben ab. Durch die Filchnerschwelle wird es dort zumindest teilweise am weiteren Absinken gehindert und in südliche Richtung unter das Schelfeis abgelenkt. Wasser in Kontakt mit der Schelfeis-Unterkante wird, hauptsächlich durch Abschmelzen des Eises bedingt, bis zum in-situ-Gefrierpunkt abgekühlt. Das so erzeugte ISW mit ca. -2,3 °C fließt am westlichen Abhang der Filchnerdepression in nördlicher Richtung bis zur Schwelle, wo es teilweise in südliche Richtung abgelenkt wird und rezirkuliert bzw. wie beobachtet über die Schwelle hinwegströmt.

Neben den klassischen Parametern Temperatur und Salzgehalt haben sich die Spurenstoffe ^{18}O und ^4He als äußerst nützlich zum Studium der Wasser-Eis-Wechselwirkung unterhalb der Schelfeise erwiesen (Weiβ et al. 1979, Schlosser 1986). Da eine auf das Abschmelzen des Schelfeises zurückführbare charakteristische Markierung des ISW in Form seiner ^{18}O - und ^4He -Konzentration zu erwarten ist, können diese Spurenstoffsignale zur Abschätzung des Schmelzwasseranteils an den Wassermassen in der Filchnerdepression herangezogen werden. Eine zusätzliche Information über die Zirkulationszeit des ISW kann mittels Tritium- oder Freon-Messungen erhalten werden. Durch Messung der genannten Spurenstoffe wird es daher möglich, die Bedeutung von ISW für den WSBW-Bildungsprozeß genauer zu bestimmen. Für ANT V/4 wurde ein datailliertes CTD- und Wasser-Probenahmeprogramm zur Messung folgender Stoffe geplant: Salzgehalt, die Freone oder Fluorchlorkohlenwasserstoffe F11 (Trichlorofluoromethan) und F12 (Dichlorodifluoromethan), ^3He (Tritium), ^3He und ^4He , ^{20}Ne sowie ^{18}O . Stationsarbeiten waren in folgenden Teilbereichen geplant: Schnitte entlang der Filchner-Ronne-Schelfeiskante bzw. über die Filchnerdepression bei ca. 76° S (Schwerpunkt: Untersuchungen zur Bildung und Ausbreitung von ISW, allgemeine Zirkulation in diesem Bereich). Mehrere kurze Profile auf dem Konti-

entalabhang nördlich der Filchnerdepression (Schwerpunkt: Untersuchungen am überströmenden ISW sowie der Mischungsprozesse). Zusätzlich erschien es wünschenswert, durch Stationen im tiefen Weddellmeer bereits vorhandene Datensätze zur allgemeinen Zirkulation zu ergänzen.

1.3.4.1.2. Instrumente und Meßmethoden

1.3.4.1.2.1. CTD-System

Zur Messung von Tiefe, Temperatur und Salzgehalt wurde eine Neil Brown Mark III B CTD-Sonde mit einem 6500 DB Drucksensor, Platinwiderstand-Thermometer mit integriertem Fast-Response-Thermistor sowie einer 30 mm Leitfähigkeits-Meßzelle benutzt. Die CTD-Sonde war zusammen mit einem Rosette-Schöpfer-System (General Oceanics) an einer Rosette der Scripps Institution of Oceanography (SIO), La Jolla montiert, die mit maximal 24 10-Liter-Schöpfern ausgestattet war.

Kalibrierung der CTD:

Nach Beendigung des Fahrtabschnitts ist geplant, das gesamte CTD-System zu rekalibrieren. Danach wird eine abschließende Kalibrierung der erhaltenen CTD-Daten durchgeführt werden.

Druck:

Die Hysteresis des Drucksensors war klein, an Deck wurden die CTD-Sensoren auf einer Temperatur nahe der des Seewassers gehalten und damit Temperatureffekte minimiert. Mittels eines Bodenkontakt-Schalters konnte der angezeigte Druck mit den vom Schiffs-Echolot erhaltenen Tiefen verglichen werden. Kombinationen von druckgeschützten und -geschützten Umlkippthermometern wurden zur Bestimmung der thermometrischen Tiefe benutzt. Es wurden keine Abweichungen zu den CTD-Werten beobachtet.

Temperatur:

Der Temperatursensor wurde mittels 17 spezieller Low-Range Umlkippthermometer (Bereiche -3 bzw. -2 °C bis +2 °C) überprüft. Die von CTD und Thermometern erhaltenen Temperaturwerte stimmen innerhalb der Fehlergrenzen überein.

Leitfähigkeit/Salzgehalt:

Zur Eichung des CTD-Leitfähigkeitssensors wurden auf See etwa 500 Wasserproben mittels eines Guildline-Laborsalinometers (Modell 8400A) auf ihren Salzgehalt untersucht. Die Eichung des Salinometers erfolgte gegen I.A.P.S.U.-Standard-Sea-Water.

1.3.4.1.2.2 Spurenstoffe

Freone:

Das Probenwasser wurde aus den SIO-Schöpfern in spezielle Glasspritzen gezogen. Bei verschiedenen Stationen wurde eine geringe Erhöhung des F12-Untergrunds in den Wasserproben festgestellt, was auf den sehr hohen F12-Anteil in der Schiffsatmosphäre und kleine Undichtigkeiten an der mit Freonen gefüllten Neil Brown CTD zurückgeführt wurde. Die Analyse der Wasserproben wurde normalerweise innerhalb von 12 Stunden nach Beendigung der Probennahme durchgeführt. Dazu wurden mittels eines speziellen Entgasungssystems die im Wasser gelösten Gase extrahiert und gaschromatographisch gemessen. Die (vorläufige) Berechnung der Konzentrationen wurde direkt nach jeder Analyse durchgeführt. Mittels eines speziell installierten Pumpsystems konnte unkontaminierte Seeluft vom Bug ins Labor transferiert werden, während der gesamten Reise wurden auf diese Weise Luftproben zur Bestimmung des meridionalen Freongradienten gemessen. Zahlreiche Standard- und Blankmessungen vervollständigten das Freonmeßprogramm während ANT V/4.

Edelgase, Tritium, Sauerstoff-18:

Zur Bestimmung der Helium- und Neonkonzentration wurden speziell entwickelte Kupfer-Probenbehälter mit je 40 ml Wasser aus den Schöpfern gefüllt und gasdicht verschlossen. Zur Bestimmung des Tritium- bzw. 180 -Gehalts wurden je 1 Liter des Probenwassers in Glasflaschen abgefüllt. Zur Durchführung einer 180 -Interkalibration zwischen dem Heidelberger Labor und dem im Aufbau befindlichen Labor in Bergen wurden insgesamt etwa 400 zusätzliche 180 Proben genommen. An Bord wurden keine Messungen durchgeführt. Die erhaltenen Proben werden in Heidelberg aufbereitet und massenspektrometrisch analysiert werden, die Daten werden voraussichtlich frühestens 1 Jahr nach Beendigung der Reise zur Verfügung stehen.

1.3.4.1.3 Durchgeführte Stationsarbeiten

Aufgrund der schwierigen Eisverhältnisse war es nicht möglich, die entlang der Filchner-Ronne-Schelfeiskante geplanten Schnitte zu realisieren. Der Schnitt über die Filchnerdepression bei 76° S konnte trotz starker Eisbedeckung durchgeführt werden, die Arbeiten im Overflow-Bereich der Filchner-Schwelle und am Kontinentalabhang waren ebenfalls wie geplant zu realisieren. Außerdem ergab sich durch die mit einer Verlängerung des Fahrtabschnitts einhergehenden Verlegung des Zielhafens nach Puerto Madryn, Argentinien, die Möglichkeit, an ausgewählten Stellen im östlichen, zentralen sowie nordwestlichen Weddellmeer Stationen zu fahren und damit einen Schnitt über den Weddellwirbel bzw. das südlich der Süd Orkney-Inseln austießende WSBW zu erhalten. In der nachfolgenden Tab. 1.1 sind alle während ANT V/4 erhaltenen Profile, die zugehörige Zahl der beprobten Stationen sowie die Summe der dabei gewonnenen Wasserproben zusammengefaßt. Zur Angabe der genauen Positionen wird auf die Stationsliste im Anhang verwiesen.

Tab. 1.1: Geochemisch-ozeanographisches Programm während ANT V/4:
Beprobte Profile und Anzahl der für die unterschiedlichen
Meßprogramme gewonnenen Proben.

Tab. 1.1: Geochemical-oceanographic investigations during cruise ANT V/4:
Sample profiles and numbers for different measurements

Profile/ Stationen	Positionen	Anzahl Stationen	Salinität	Helium Neon	Tritium ^{18}O	Freone
Filchnerdepression 676, 713, 715, 717, 719, 721	76° S 30-36,5° W	6	87	80	72	63
Filchnerschwelle 723, 725, 727, 729, 731, 734, 736, 738, 740, 742	74,7° S 31-37° W	10	95	89	81	58
Kontinentalabhang (1) 744, 746, 748, 750, 752, 753, 755, 757, 758, 760, 764	35,5 ° W 74,5-74,1 ° S	9	90	83	74	81
(2) 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776	74° S 35,8 ° W	7	47	57	47	59
Weddellmeer (1) südliches 672, 673, 675, 780, 784		5	40	33	28	76
(2) östliches 694, 697, 699, 701, 818		5	49	34	27	69
(3) zentrales 820, 822		2	30	44	30	30
(4) nordwestliches 824, 826, 828, 830, 832		5	73	82	73	75
S u m m e:		51	521	507	432	511

1.3.4.1.4 Vorläufige Ergebnisse

1.3.4.1.4.1 Hydrographie

In der Filchnerdepression wurde auf Tiefenhorizonten zwischen 450 m und 680 m mehrfach ISW-Wolken mit in-situ-Temperaturen von bis zu -2,14 °C nachgewiesen (Station 717). Im Bereich der Filchnerschwelle bei 74,7° S wurde eine 150-200 m mächtige ISW-Schicht beobachtet, die bei 33,5° W (Station 731) mit -2,1 °C in-situ-Temperatur und 200 m Dicke am stärksten ausgeprägt war. Das über die Filchnerschwelle hinwegströmende kalte Wasser fließt am Boden den Schelfabhang hinab und wird wie erwartet zunächst in westliche Richtung abgelenkt. Mit einem bei 35,5° W gelegenen Nord-Süd-Schnitt am Kontinentalabhang konnten zwei Wolken dieser kalten Bodenströmung mit in-situ-Kerntemperaturen von -1,8 bzw. -1,7 °C nachgewiesen werden. Bei ungefähr 36° W wird diese kalte Strömung durch eine etwa 100 m hohe Bodenschwelle bedingt nach Nordosten in Richtung tiefes Weddellmeer abgelenkt. Die kalte Strömung wurde mit einem bei etwa 74° S gelegenen Ost-West-Schnitt auf dem gesamten östlichen Abhang dieser Schwelle nachgewiesen, die erhaltenen Kerntemperaturen lagen hier bei -1,2 °C (Station 773). Bei 73,5° S (Station 780) war auf einer Wassertiefe von 3500 m das durch die genannte Schwelle gewissermaßen kanalisierte Bodenwasser immer noch aufzufinden (in-situ-Temperatur -0,7 °C). Bei dem südlich der Süd Orkney-Inseln gelegenen Schnitt konnte in den bodennahen Tiefen Bereiche des Weddellwirbels WSBW mit in-situ-Temperaturen bis zu -0,63 °C beobachtet werden.

1.3.4.1.4.2 Freone

In der Filchnerdepression wurden über die gesamte Wassersäule hohe Freonkonzentrationen nachgewiesen. Entsprechend hohe Werte wurden an den im Overflow-Bereich der Filchnerschwelle gesammelten ISW-Proben gemessen. Aus den Schnitten am Kontinentalabhang wurden erhöhte Freonwerte für die in Bodennähe ins tiefe Weddellbecken fließenden kalten Wasserschichten erhalten. Dabei konnte eine allmähliche Erniedrigung des Freongehalts der kalten Wolken beobachtet werden, was mit der fortschreitenden Vermischung von ISW mit Freonarmen WDW erklärt werden kann. Bei den Stationen im norwestlichen Weddellmeer wurden Freon-Maxima in bodennahen Schichten gefunden. Diese hohen Konzentrationen sind eindeutig mit dem in diesem Bereich beobachteten kalten WSBW korreliert und spiegeln den relativ schnellen Transport von WSBW entlang der westlichen Grenze des Weddellwirbels ins Untersuchungsgebiet wieder.

Die Ergebnisse dieses Untersuchungsprogramms können, zusammen mit den erst später verfügbaren anderen Spurenstoffdaten dazu benutzt werden, den Beitrag des an der Filchner-Schwelle überfließenden ISW zur Wassermassenerneuerung in der tiefen Weddell-See zu bestimmen. Zusammen mit den in anderen Gebieten der Weddell-See durchgeführten Spurenstoffuntersuchungen wird es möglich sein, die Bildungsraten sowie die Transportwege von WSBW genauer zu bestimmen.

Zitierte Literatur

Weiβ, R. F., Östlund, H. G. & Craig, H. : Geochemical studies of the Weddell Sea. Deep Sea Res. 26A, 1093-1120 (1979)

Foldvik, A., Gammelsrod, T. & Torresen, T. : Hydrographic observations from the Weddell Sea during the Norwegian Antarctic Research Expedition 1976/77. Pol. Res. 3, 177-193 (1985)

Schlosser, P.: Helium: a new tracer in Antarctic oceanographic. Nature Vol. 321, 233-235 (1986)

1.3.4.2 Ausbringung und Bergung von ozeanographischen Verankerungen
(S. Osterhus, R. A. Krause)

Die ozeanographischen Verankerungen, die während ANT V/4 ausgesetzt und geborgen wurden, waren vier unterschiedlichen Programmen zuzuordnen.

Bei der Zusammenarbeit des AWI mit der Universität Bergen geht es vorwiegend um die Registrierung und Beobachtung von Gezeiten, die mesoskaligen Schwankungen des Küstenstroms - als costal trapped waves bezeichnet oder interne Kelvinwellen - und um die Langzeitveränderungen des Weddellstromes.

Die zwei Verankerungen der Universität Bergen dienen dem Zweck, den Ausfluß des Schelfeiswassers nördlich des Filchner-Schelfeises zu beobachten.

Tab. 1.2: Zusammenstellung der während ANT V/4 ausgebrachten ozeanographischen Verankerungen.

Tab. 1.2: List of deployed moorings during cruise ANT V/4. The instruments installed are: sediment trap (Sedimentfalle), current meter (Strömungsmesser), and water level recorder (Pegelmesser).

Bezeichnung Stationsnr. Datum der Ausbringung Name/Mark Station no. Date of de- ployment	Koordinaten Coordinates	Länge der Verankerg. Length of array	Lot- tiefe Echo- sounder reading	Instrumen- tierung Instruments	Bemerkun- gen Comments
PF 1 10/653 31.12.86	50° 10' S 05° 46' E	3081 m	3782 m	1 Sediment- falle HDW 2 Strömungs- messer	AWI Uni Bremen
Bouvet Island "B" 10/655 01.01.87	54° 32' S 03° 20' E	277 m	625 m	1 Strömungs- messer 1 Pegel- messer	AWI Uni Bergen
Weddell Sea "W" 10/657 03.01.87	60° 29' S 02° 31' E	175 m	5397 m	2 Strömungs- messer	Uni Bergen
WS 2 10/661 04.-05.01.87	64° 55' S 02° 33' W	4400 m	5065 m	2 Sediment- fallen 3 Strömungs- messer	AWI Uni Bremen WHOI
Atka "A" 10/681 23.01.87	70° 34' S 07° 49' W	250 m	276 m	2 Strömungs- messer 1 Pegel- messer	AWI Uni Bergen
-S- 10/733 09.02.87	74° 39' S 34° 08' W	123 m	550 m	2 Strömungs- messer 1 Pegel- messer	Uni Bergen
-D- 10/753	74° 20' S 35° 31' W	207 m	1570 m	3 Strömungs- messer	Uni Bergen
AWI 202-2 10/798 21.02.87	72° 53' S 19° 37' W	180 m	449 m	2 Strömungs- messer 1 Pegel- messer	AWI Uni Bergen
AWI 201-1 10/811 26.02.87	70° 26' S 08° 18' W	180 m	465 m	2 Strömungs- messer 1 Pegel- messer	AWI Uni Bergen

Die Positionsangaben für die Verankerungen beruhen vorwiegend auf GPS-Messungen. Die Verankerungen wurden, mit Ausnahme von PF1 und WS 2, bis kurz über den Meeresboden gefiert und durch Auslösung eines "Top releasers" abgesetzt. PF1 und WS 2 wurden über die Hecksippe des Schiffes ausgesetzt, wobei die oberen Teile der Verankerung zuerst zu Wasser gelassen wurden. Die zum Schluß zu Wasser gehenden Grundgewichte waren mit einem Fallschirm versehen.

Tab. 2: Zusammenstellung der während ANT V/4 geborgenen ozeanographischen Verankerungen.

Tab. 2: List of recovered moorings during cruise ANT V/4. The instruments installed were: current meter (Strömungsmesser), acoustic current meter (akustischer Strömungsm.), and thermistors (Thermistoren)

Bezeichnung Stationsnr. Datum der Bergung	Koordinaten Name/Mark Station no. Date of re- covering	Länge der Veranke- rung	Lot- tiefe	Instrumen- tierung	Bemerkun- gen
Name/Mark Station no. Date of re- covering	Coordinates Coordinates	Length of array	Echo- sounder reading	Instruments	Comments
Maud 3 10/659 04.01.87	64° 25' S 00° 22' E	4100 m	4530 m	6 Strömungsm. 1 akustischer 1 Strömungsm.	DHI
Maud 5 10/660 04.01.87	64° 59' S 01° 59' W	4900 m	5073 m	5 Strömungsm. 2 Thermistoren 1 akustischer Strömungsm.	DHI
AWI 103 10/802 22.02.87	72° 33' S 20° 36' W	3360 m	3454 m	6 Strömungs- messer 1 Thermistor 2 akustische Strömungsm.	AWI

Zusätzlich wurde, wie bereits während des vorjährigen Fahrtabschnittes ANT V/3, wiederum versucht, die Verankerung AWI 102 bei 72° 44' S, 19° 54' W zu bergen. Leider blieb auch dieser 2. Versuch erfolglos. Der Versuch, eine Verankerung der Universität von Bergen am Rande der Filchnerdepression mit Hilfe der Dredge zu bergen, beförderte nur den Anker nach oben. Offensichtlich hatte sich die Verankerung bereits selbstständig gelöst.

Auch der Versuch zur Bergung der Verankerung Atka "A" mit Hilfe der Dredge blieb dieses Mal erfolglos und muß nächstes Jahr wiederholt werden.

1.3.5 Marine Geophysik (H. Miller, J.-P. Henriet)

Schwerpunkte der durchgeföhrten reflexionsseismischen Arbeiten lagen im Bereich vor Kapp Norvegia, wo das Umfeld der ODP-Bohrungen 692 und 693 im Detail untersucht wurde, sowie nördlich Halley, wo die sedimentäre Bedeckung des Schelfs und des vorgelagerten "Crary Fächers" vermessen wurden (zur Lage der Profillinien s. Anhang A 1). Neben den mehrkanaligen reflexionsseismischen Messungen wurden fallweise magnetische Vermessungen entlang derselben Linien durchgeführt; diese sind aber gegenüber der Reflexionsseismik von untergeordneter Bedeutung.

Insgesamt wurden 27 Profile mit einer Gesamtlänge von 2850 km vermessen, 21 davon angeregt mit einem kleinen Luftpulser array (Gesamtvolumen ca. 6 Liter). In geringen Wassertiefen kam ein 4,5 KJ Sparkersystem oder eine Sodera S-15 (0,25 Liter) Wasserkanone zum Einsatz. Alle verwendeten Quellen lieferten Seismogramme mit hoher Auflösung und gleichzeitig ausreichender Eindringtiefe. So konnte durch den Einsatz der Wasserkanone über dem Bohrpunkt 693 (Wassertiefe 2400 m) über die gesamte Bohrtiefe (ca. 500 m) eine Auflösung besser 5 m erzielt werden. Das Luftpulser Signal ermöglichte die Beobachtung sauber definierter Horizonte in jedem Fall bis zum akustischen Basement, das teilweise bis etwa 2 s Reflexionslaufzeit unter dem Meeresboden liegt.

Die Registrierung erfolgte mit einem 24 Kanal-Streamer (Prakla-Seismos) mit 600 m aktiver Länge und einer 24kanäligem Digitalapparatur. In der Regel wurde mit 12fach Überdeckung gearbeitet. Die Daten werden in Bremerhaven unter DISCO prozessiert, wobei sich der relativ geringe Offset hinsichtlich der Geschwindigkeitsbestimmung negativ bemerkbar macht.

Beispielhaft für die erzielten Ergebnisse soll hier eine seismische Sektion im Bereich von Kapp Norvegia, in der die ODP-Bohrung 693 liegt, vorgestellt werden (Abb. 1.5 a, aus Miller et al., 1989).

Dabei handelt es sich um eine CMP gestapelte Sektion, in der im Bereich der Bohrung verschiedene Ergebnisse eingetragen sind. Insbesondere sind gegenübergestellt die anhand älterer Messungen abgeleiteten Ergebnisse von Hinz und Kristoffersen (1987) (U9 - U3) und die im Rahmen der z. Zt. erfolgenden Auswertung verwendeten seismostratigraphischen Einheiten W1 - W5. Die Abb. 1.5 b zeigt als Linienzeichnung die unter Zuhilfenahme der Bohrergebnisse erfolgte stratigraphische Interpretation und altersmäßige Zuordnung.

Folgt man der Vorstellung von Hinz und Kristoffersen (1987) dann lagert die Sequenz W1 auf der "Explora Wedge", einer Serie von seewärts einfallenden und divergierenden Reflektoren, die das Abbild der im späteren Mitteljura subaerisch gebildeten basaltischen flows in der beginnenden Rifting phase sind. Die Mächtigkeit der Sequenz W1 ist etwa 1000 - 1200 m und verjüngt

sich in landwärtiger Richtung; dies läßt auf eine Ablagerung in einem Absenkungsregime schließen. Die Sequenz W2 ist durch eine Serie von parallelen internen Reflektoren gekennzeichnet, die durch Störungen im Bereich des Explora escarpments gekennzeichnet sind. Die Mächtigkeit dieser Sequenz beträgt an der Lokation ODP 693 etwa 600 m.

Die Sequenz W3 schließlich zeigt ein deutlich welliges Reflexionsmuster. Diese Ablagerungen konnten erbohrt und als Schwarzschiefer der Unterkreide identifiziert werden. Vermutlich ist das wellige Reflexionsmuster auf Schiefertektonik zurückzuführen. Aus dem bekannten Alter von W3 und dem angenommenen Alter für die Basis von W1 muß gefolgert werden, daß etwa 1500 - 1800 m Sediment zwischen später Mitteljura und früher Unterkreide abgelagert worden sind. Dies ergibt mittlere Sedimentsraten von etwa 20 - 40 m/Ma.

Zitierte Literatur:

- Henriet, J.P. & Miller, H. (1989) - Some speculations regarding the nature of the Explora-Andenes Escarpment. In: "Proceedings of the Advanced Research Workshop: Geologic History of the Polar Oceans: Arctic versus Antarctic.", Bremen, October 10 - 14, 1988 (in press).
- Hinz, K. & Kristoffersen, Y. (1987) - Antarctica. Recent Advances in the Understanding of the Continental Shelf. *Geol. Jb.*, **E 37**, 1-54.
- Miller, H. Henriet, J. P., Kaul, N. & Moons A. (1989) - A fine scale seismic stratigraphy of the eastern margin of the Weddell Sea. In: "Proceedings of the Advanced Research Workshop: Geologic History of the Polar Oceans: Arctic versus Antarctic.", Bremen, October 10 - 14, 1988 (in press).
- Shipboard Scientific Party ODP Leg 113 (1988) - Sites 691 and 692. Initial Reports, Nat. Sc. Found., 293-328.
- Shipboard Scientific Party ODP Leg 113 (1988) - Site 693. Initial Reports, Nat. Sc. Found., 329-447.

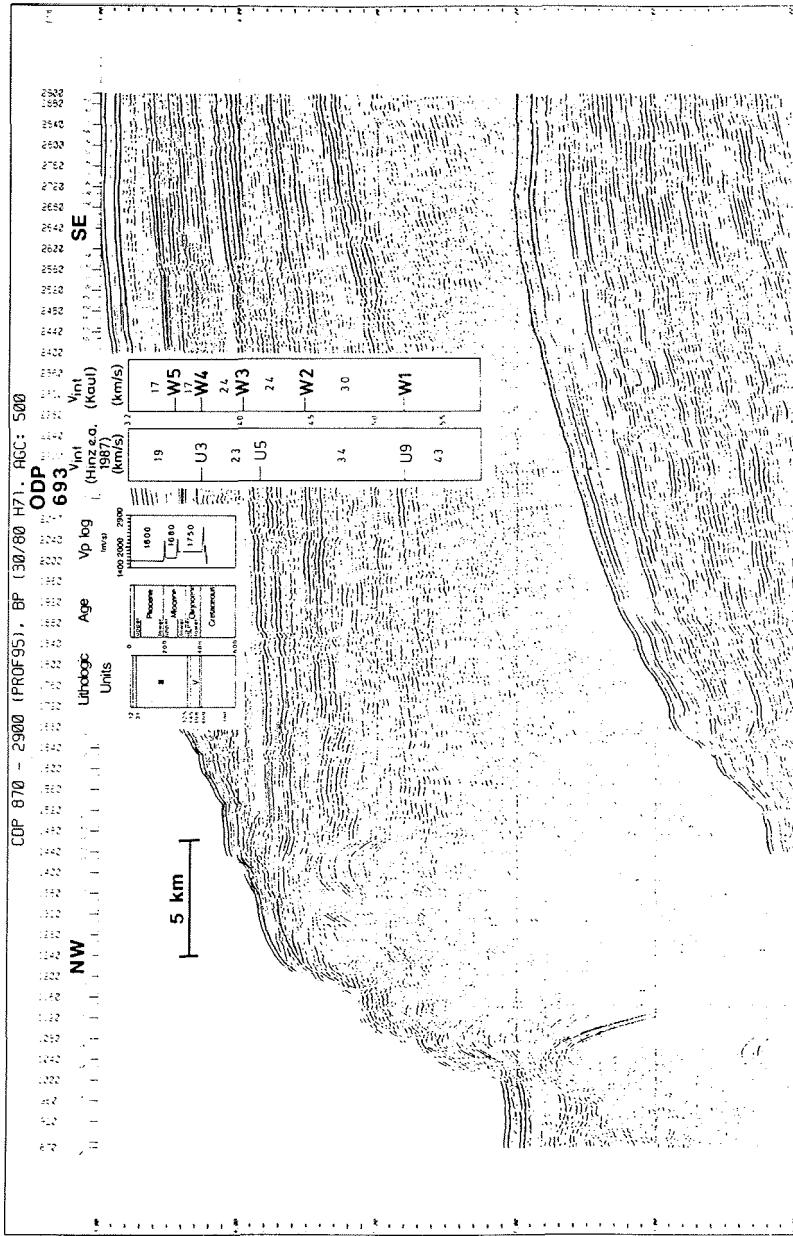


Abb 1.5a: Stapelsektion durch die ODP Bohrlokalation 693. Eingefügt sind lithologische und chronostratigraphische Ergebnisse sowie das Geschwindigkeitslog der Bohrung und seismostratigraphische Information.

Fig. 1.5a : Stacked seismic stratigraphic stratotype profile through ODP site 693. Inserts are litho- and chronostratigraphic logs and velocity models.

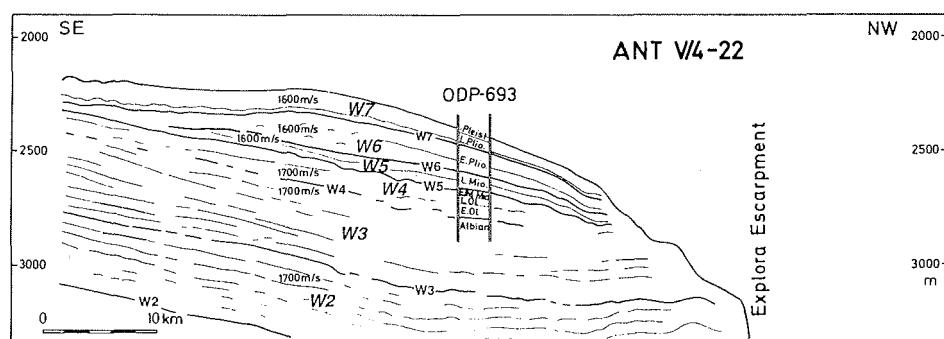


Abb. 1.5b: Linienzeichnung des Profils der Abb. 1.5a mit Details der Känozoischen Sequenzen.

Fig. 1.5b: Line drawing of the profile shown in Fig. 1.5a, and showing details of the sequences.

1.3.6 Bathymetrische Vermessung mit dem Fächersonar SEABEAM und dem Schelfrandecholot NBS (F. Niederjasper, H. W. Schenke)

1.3.6.1 Eingesetzte Meßgeräte

Während des gesamten Fahrtabschnittes wurden kontinuierlich bathymetrische Messungen mit dem Ziel durchgeführt, langfristig ein großmaßstäbiges bathymetrisches Kartenwerk des Kontinentalhangs der Antarktis im atlantischen Sektor zu erstellen und die vorhandenen kleinmaßstäbigen Karten (z.B. GEBCO) zu ergänzen.

Das Echolot NBS wird schiffsseitig permanent betrieben. Die gemessenen Tiefen werden analog als Längsprofil der Meeresbodenoberfläche auf einem Tiefenschreiber aufgezeichnet. Zusätzlich werden sie digitalisiert und u.a. über INDAS ausgegeben und registriert. Diese digitalen Tiefenangaben weisen häufig große Fehler auf. Um sie wissenschaftlich nutzen zu können, müssen sie anhand des Tiefenschriebes in häuslicher Nachbearbeitung korrigiert werden. Da die Primäraufzeichnung dazu eine zu geringe Auflösung hat (5000 m dargestellter Tiefenbereich), wurden die Tiefen zusätzlich mit einem zweiten Schreiber aufgezeichnet (1000 m Tiefenbereich).

Mit dem Fächersonar SEABEAM wurde ebenfalls während des gesamten Fahrtabschnittes kontinuierlich gemessen. Dabei traten zu Beginn der Reise einige gravierende Hardwarefehler am Systemrechner Eclipse 130S auf, die jedoch mit Bordmitteln behoben werden konnten. Im weiteren Reiseverlauf fielen dann beide SEABEAM-Magnetbandeinheiten aus, eine davon irreparabel. Datenverlust entstand hierdurch jedoch nicht, da bereits am Beginn des Fahrtabschnittes die Übertragung der SEABEAM-Daten zum Bordrechner VAX 11/750 über eine V24-Schnittstelle realisiert worden war. Die Funktionalität des SEABEAM-Systems und die Qualität der Messung entsprach zeitweise nicht den gestellten Anforderungen. Der Grund waren Schäden am Projektor- und Hydrophonarray. Die Arrays sind durch ihre Anordnung im Kastenkiel extremen Belastungen ausgesetzt.

Die aufgetretenen Schäden bewirkten

- ein höheres Meßrauschen,
- eine Reduktion der Beambreite durch Ausfall von Tiefen im äußeren Beambereich
- "verbogene" Isolinien durch systematische Fehler bei den schräg verlaufenden Meßstrahlen,
- falsche Steuerung des Autogate bei plötzlichem Geländeanstieg oder Abfall.

1.3.6.2 Messung und vorläufige Ergebnisse

Neben der kontinuierlichen Einzelprofilmessung wurden zwei Gebiete flächenhaft vermessen.

- Ein Gebiet nordwestlich des Drescher Insets von etwa 40 x 11 km² Größe. Die bereits an Bord erstellte Tiefenlinienkarte zeigt den von kleinräumigen Strukturen geprägten Kontinentalhang im Tiefenbereich von 2500-3800 m (Abb. 1.6).
- Ein Gebiet vor Kapp Norvegia. Hier wurde an die bereits während ANT IV/3 begonnene Vermessung angeschlossen. Die Vorabauswertung der Daten zeigt, daß der untere Teil des Kontinentalhangs von einem Canyon eingeschnitten wird. Der Canyon und die benachbarten Teile des Kontinentalhangs bis zum Übergang in die Tiefsee wurden mit SEABEAM detailliert vermessen. Der Canyon erhielt den Namen 'Wegener Canyon' (Abb. 1.7).

Die SEABEAM-Daten der flächenhaft vermessenen Gebiete wurden bereits an Bord vollständig verarbeitet. In Kombination mit den Daten der Reise ANT IV/3 konnten so kurzfristig Tiefenlinienkarten für die Stations- und Routenplanung erstellt werden.

Die während ANT V/4 gesammelten bathymetrischen Daten - in Verbindung mit präzisen Positionsdaten - tragen wesentlich zur Realisierung der anfangs genannten Ziele bei.

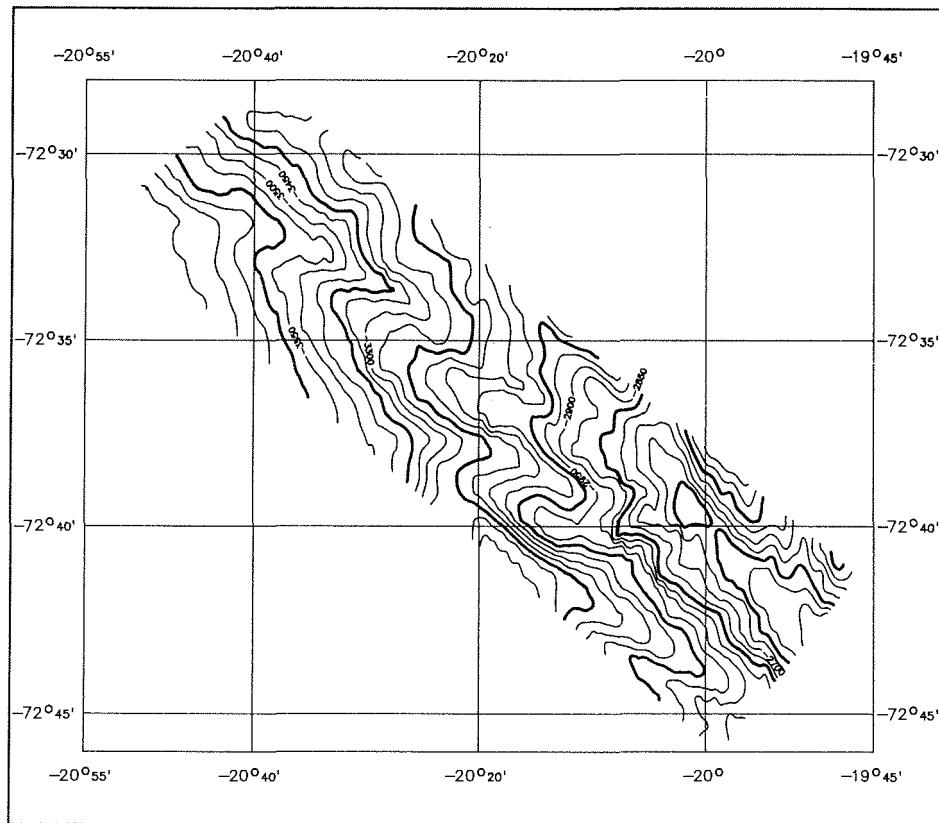


Abb. 1.6: Bathymetrische Karte des Kontinentalhangs nordwestlich des Drescher Inlets

Fig. 1.6: Bathymetric chart of the continental slope northwest of Drescher Inlet

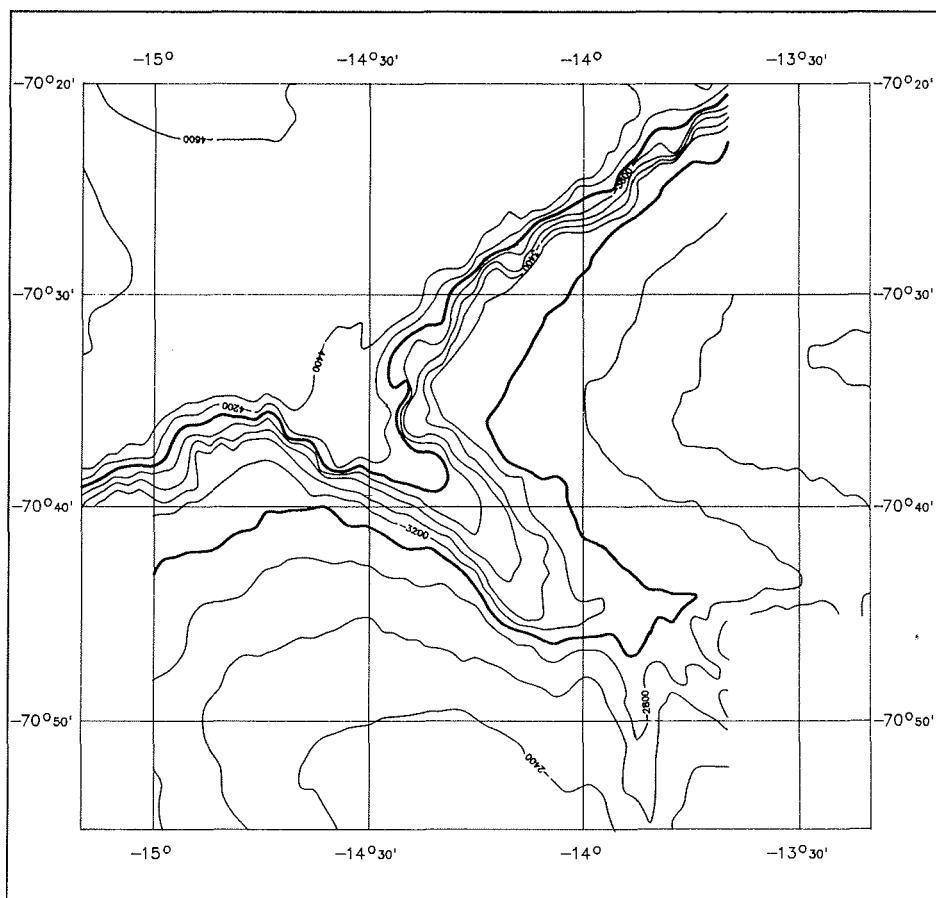


Abb. 1.7: Bathymetrische Karte des Wegener Canyons

Fig. 1.7: Bathymetric chart of the Wegener Canyon

1.3.7 Meeresbiologische Arbeiten (S. Hain)

Aufbauend auf den biologischen Arbeiten während des Fahrtabschnittes ANT V/3 wurden die Makrozoobenthos-Untersuchungen, die Zählung von Robben und Pinguinen sowie die Hälerung von antarktischen Fischen, Krill und Mollusken auf dem Fahrtabschnitt V/4 fortgesetzt.

1.3.7.1 Makrozoobenthos-Untersuchungen

40 GKG- und 4 BG-Hols aus Tiefenhorizonten von 160 m bis 4700 m lieferten im Rahmen der geologischen Benthosproben-Entnahme (s. Abschn. 1.3.2) quantitatives Probenmaterial für die Untersuchung von Zusammensetzung und Verteilung der benthischen Faunengemeinschaften im Gebiet des östlichen bzw. südöstlichen Weddellmeeres.

5 Agassiz-Trawl (AGT)-Fänge an ausgewählten Standorten auf dem Kontinentalschelf (190 - 500 m Tiefe) ergaben zusätzliches, umfangreiches Probenmaterial und vervollständigten die während ANT V/3 genommenen Proben.

Von der Sedimentoberfläche der GKG- und BG-Proben wurden die epibenthischen Faunenelemente abgesammelt und konserviert. Wenn die Oberfläche der Probe es zuließ, wurde mit Hilfe eines Stechkastens (25x25x15 cm) eine quantitative Unterprobe des Sediments gewonnen und diese in 2 Tiefenfraktionen (0-5 cm und 5-15 cm) auf 0,5-mm-Sieben gespült. Zerbrechliches bzw. empfindliche endobenthische Organismen wurden bei dem Sieben ausgesucht und in getrennten Gefäßen konserviert (70%iger Alkohol bzw. 5% Formalin). Für eine Analyse der Korngrößen-Verteilung in den oberen 10 cm des Sediments wurde eine Probe mit einem Stechrohr von 4 cm Durchmesser entnommen.

Die AGT-Fänge wurden nach Entnahme einer 20-l-Unterprobe an Deck sortiert, ein repräsentativer Faunenquerschnitt konserviert sowie das Fangvolumen bestimmt. Die Unterprobe wurde im Labor nach Tierstämmen unter besonderer Berücksichtigung der Kleinformen aussortiert.

Im Rahmen einer ersten Auswertung ergibt sich, daß der Meeresboden im Bereich des östlichen Weddellmeeres überwiegend von epibenthischen oder epizooischen Organismen besiedelt wird. Im Vergleich dazu ist die endobenthische Tiergemeinschaft (im wesentlichen bestehend aus Polychaeten) vor allem auf dem Kontinentalschelf sehr verarmt. Das fraktionierte Spülen zeigte deutlich, daß die im Substrat lebenden Organismen fast ausschließlich auf die oberen 5 cm des Sediments beschränkt sind. In tieferen Sedimentschichten gefundene, gut erhaltene und verfüllte Grabgänge konnten keinem rezenten bzw. in der Probe vorhandenen Organismus zugeordnet werden.

In Bezug auf die Faunen-Verteilung dokumentieren sowohl die GKG-Hols 21, 22, 23 als auch der AGT-Hol 4 im Overflow-Bereich der Filchnerdepression (ca. 74° 40' S / 35° 00' W) eine im Vergleich zum östlichen Kontinentalschelf

sehr unterschiedliche Faunenzusammensetzung. Während z.B. im Bereich des Drescher Inlets Schwämme und Bryozoen eindeutig den Großteil der benthischen Biomasse stellen, erscheint die Biomasse am nördlichen Ende der Filchnerdepression homogener über die Tiergruppe verteilt. Erste Auswertungen im Hinblick auf Art-Niveau zeigen in diesem Gebiet bei den Mollusken eine deutliche Veränderung des Artenspektrums sowie der Individuenanzahl einzelner Arten. Eine eingehender Betrachtung der abiotischen Faktoren wie Sedimentstrukturen, Temperatur, Salinität und Strömungsgeschwindigkeit des Bodenwassers im Bereich des Overflow soll zur Erklärung der vorgefundenen Verbreitungsmuster und zur Ableitung von Habitat-Ansprüchen einzelner Arten beitragen.

Als besonders interessant erwies sich die Bepropfung von geborgenen ozeanographischen Verankerungen (s. Abschnitt 1.3.4.2). Bei einer Expositionszeit von bis zu einem Jahr waren die Leinen im wesentlichen von einem schleimig-fädigen Bewuchs (Spermatozoen unbekannter Herkunft) überzogen. Eine Verankerung, die 2 Jahre am nördlichen Ende der Filchnerdepression ausgelegen hatte, wies jedoch einen erstaunlich starken Bewuchs von makroskopischen, epibenthischen Organismen (Polychaeten, Crustaceen, Cnidarier) auf. Eine spätere eingehendere Analyse und Artbestimmung dieser Taxa kann wichtige Hinweise für die Planung von zukünftigen biologischen Langzeit-Studien liefern.

1.3.7.2 Robben- und Pinguinzählung

Zur Abschätzung der Bestandsdichte von Robben und Pinguinen in der Atka-Bucht und im Drescher Inlet wurden 4 Zählungen aus der Luft per Helikopter durchgeführt. Jeder Flug wurde in einzelne, räumlich/zeitliche Abschnitte unterteilt und die Anzahl der Tiere per Zählung erfaßt. Die Ergebnisse wurden nach Arten Weddell-Robbe (*Leptonychotes weddelli*), Krabbenfresser-Robbe (*Lobodon carcinophagus*), Kaiser-Pinguin (*Aptenodytes forsteri*), Adelie-Pinguin (*Pygoscelis adeliae*) getrennt notiert.

Von größeren Tieransammlungen wurden Luftbilder aufgenommen, die in einer späteren Auswertung eine genauere Ermittlung der Individuenzahl pro Art erlauben.

Vorläufige Zählergebnisse:

Flug 1 (7.1.87, 14:20-15:20), nordwestl. Atka-Bucht)

Ca. 100 Weddell- und 120 Krabbenfresser-Robben wurden gezählt. Erstere traten überwiegend in 3-5er Gruppen nahe der Schelfeiskante auf, letztere dagegen häufiger als Einzeltiere oder 2-3er Gruppen auf Packeisschollen. Im südlichen Teil der Bucht waren noch Reste von einer Kaiser-Pinguin-Kolonie (ca. 250 Junge und 50 Adulte) auf einer geschlossenen Meereisdecke vorhanden. Die Jungen waren schon fast ausgewachsen und befanden sich in der Mauser.

Flug 2, (19.1.87., 19:10-20:10, Drescher Inlet)

5 Krabbenfresser- und ca. 200 Weddell-Robben wurden im Inlet beobachtet. Erstere traten auf der geschlossenen Meereisdecke nahe des offenen Was-

sers auf, letztere weiter landeinwärts. Einzelne Weddell-Robben und deren Atemlöcher im Meereis wurden noch bis 8 km vom offenen Wasser entfernt beobachtet. Im hinteren südwestlichen Drittel des Inlets befanden sich 2 größere Ansammlungen von Weddell-Robben von ca. 100 bzw. 50 Tieren, ansonsten wurden überwiegend 3-5er Gruppen gezählt. Kaiser-Pinguine wurden nur in 4 kleinen Gruppen angetroffen (17 Adulter).

Flug 3 (2.2.87, 17:45-18.15, Drescher Inlet)

Die auf diesem Flug gezählten Robben waren ausschließlich Weddell-Robben (ca. 120 Exemplare). Die Position der beiden Kolonien war in Bezug zum Flug 2 gleich geblieben, während die Anzahl der Tiere (80 bzw. 12) etwas zurückgegangen war. Weitere 30 Individuen traten in 2-4er Gruppen oder als Einzeltiere z.T. bis tief ins Innere des Inlets auf. 27 Kaiser- und 9 Adelie-Pinguine wurden gezählt. Es handelte sich durchwegs um adulte Tiere, die in kleineren Gruppen auftraten.

Flug 4 (21.2.87, 11:30-12:20, Drescher Inlet)

Bei diesem Flug konnten ca. 500 Krabbenfresser- und ca. 120 Weddell-Robben gezählt werden. Die Position der Weddell-Robbenkolonien hatte sich durch das beginnende Aufreißen der Meereisbedeckung im hinteren Drittel des Inlets etwas landeinwärts verlagert. Die Tiere der Kolonie 1 (ca. 20 Krabbenfresser- und 50 Weddell-Robben) waren über ein größeres Areal verstreut, hier konnte eine räumliche Durchmischung beider Arten festgestellt werden. Die Kolonie 2 war kompakter und etwas weiter zum Ende des Inlets hin verschoben. Sie bestand ausschließlich aus Weddell-Robben (ca. 50 Tiere). 20 weitere Exemplare dieser Art traten in kleinen Gruppen oder als Einzeltiere auf.

Eine große Anzahl von Krabbenfresser-Robben (ca. 490 Tiere) wurden auf einem Packeis-Schollen-Band angetroffen, welches ein großes Gebiet zwischen Polynia und Mündung des Drescher Inlets bedeckte. Auffällig war dabei, daß ca. 3/4 aller Tiere, z.T. in größeren Ansammlungen, auf Schollen nahe der Schelfeiskante bzw. nahe zum offenen Wasser des Inlets lagen. Auf Schollen, welche an die Polynia grenzten, wurden nur vereinzelt Tiere beobachtet.

Auf der noch geschlossenen Meereisdecke am Ende des Inlets wurden 15 Kaiser- und 30 Adelie-Pinguine gezählt. Während letztere als geschlossene Gruppe angetroffen wurden, traten die Kaiser-Pinguine nur in 2-4er Gruppen auf.

Abschließend sei angemerkt, daß 6 Schulen von Minke-Walen (*Balaenoptera acutorostrata*) mit zusammen ca. 28 Tieren im offenen Wasser des Inlets beobachtet und photographiert werden konnten.

1.3.7.3 Container-Hälterung

Die auf dem Fahrtabschnitt ANT V/3 begonnene Hälterung von antarktischen Fischen, Krill und benthischer Invertebraten in 3 temperaturregulierten Laborcontainern wurde fortgesetzt. Neben der Kontrolle und Wartung der Kühlaggregate standen vor allem Reinigungs- und Pflegemaßnahmen im Vordergrund der Arbeiten.

Der Krill (*Euphausia superba*) wurde in zwei 180-l-Rundbecken mit je ca. 150 Individuen sowie in acht 5-l-Gefäßen mit je 2 Exemplaren gehältert. Täglich wurden die Becken gereinigt sowie ca. 10 l Algensuspension als Futter zugesetzt. Die Algen wurden dafür in belichteten Kühlschränken kultiviert. Die Häutungsreste (Exuvien) der Exemplare in den 5-l-Becken wurden für spätere Wachstumsuntersuchungen in 5 % Formalin konserviert.

34 antarktische Fische, überwiegend Exemplare der Familien Nothotheniidae, Artedidraconidae und Bathymedusidae, wurden in neun Becken von je ca. 130 l Inhalt gehältert. Neben der täglichen Reinigung der Becken wurden die Tiere einmal in der Woche mit eingefrorenem Fisch und Krill gefüttert sowie ein teilweiser Wasserwechsel vorgenommen.

Für die Hälterung von ca. 350 Mollusken und Brachiopoden in 37 kleinen Becken von 20-40 l Inhalt erwies sich eine auf ANT V/4 begonnene wöchentliche Fütterung mit Algensuspension als sehr vorteilhaft. Die Tiere befinden sich in einer guten Kondition, die Sterblichkeitsrate ist im Vergleich zum letzten Fahrtabschnitt drastisch gesunken. Verluste konnten durch neue Individuen aus den AGT-Hols ersetzt werden. Ein Becken mit lebenden Crustaceen (Isopoda, Gatt. Serolis und *Antarcturus*) wurde für Kollegen an der Universität Oldenburg eingerichtet.

Zahlreiche Dokumentations-Photos von lebenden Gastropoden, deren Eilegen sowie von frisch geschlüpften Juvenilen geben Aufschluß über Verhaltensweisen, Nahrungserwerb und Fortpflanzungsstrategien dieser benthischen Invertebraten.

1.3.7.4 Laborarbeiten

Die auf dem vorhergehenden Fahrtabschnitt ANT V/3 begonnene Messung des Sauerstoffverbrauchs von benthischen Mollusken mit Hilfe von Sonden- und Winklerbestimmung wurde fortgesetzt; 23 weitere Versuche (Versuchsdauer 24 h), schwerpunktmäßig mit verschiedenen Individuen der Arten *Nuttalochiton gaussi* (Polyplacophore), *Trophon* sp., *Aforia magnifica*, *Marsenopsis conica* (Gastropoda) und *Limatula hodgsoni* (Bivalvia) durchgeführt, erweiterten bereits vorhandene Datensätze.

Zur Ermittlung der Wachstums-Geschwindigkeit von Exemplaren der Arten *Tugali mawsoni* (Gastropoda) und *Limatula hodgsoni* wurden 22 bzw. 6 frisch gefangene Individuen durch Anschleifen der Schalenränder markiert. Eine spätere Untersuchung der Größenzunahme mittels Schalendünnschliffen und

Auszählung der Zuwachsringe soll erste Hinweise über die Wachstums geschwindigkeit ergeben. Zusammen mit den Ergebnissen der physiologischen Untersuchungen des letzten Fahrtabschnittes sollen somit Erkenntnisse über Basismetabolismus und Altersstruktur von Populationen der o.g. Arten gewonnen werden.

Eine erste taxonomisch-faunistische Aufarbeitung des Probenmaterials von ANT V/3 zeigt in Bezug auf die Mollusken-Taxa eine hohe Diversität, wobei viele Arten nur in geringer Individuenanzahl auftreten. Einzig die Bivalven Arten Lissarca notorcadensis und Philobrya sublaevis kommen in größeren Abundanzen vor. Das schon auf dem letzten Fahrtabschnitt beobachtete substratspezifische Auftreten der Arten wurde durch die entnommenen quantitativen und qualitativen Proben während ANT V/4 bestätigt.

Von jeder Gastropoden-Art wurde an 1-2 Individuen eine Radula-Präparation (auskochen in 5%iger KOH) vorgenommen. Spätere rasterelektronen-mikroskopische Untersuchungen der Radula-Strukturen sollen einerseits die Determination der Arten erhärten, andererseits Hinweise auf den Ernährungsmodus der Taxa liefern.

Im Rahmen dieser systematischen Arbeiten wurde mit der Erstellung eines Bestimmungsschlüssels der benthischen Mollusken aus dem Bereich des östlichen Weddellmeeres begonnen, um auch einem nicht eingearbeiteten Betrachter ein schnelles und sicheres Bestimmen der Taxa zu ermöglichen.

1.4 Berichte der Arbeitsgruppen II: Landprogramm

1.4.1 Das wissenschaftliche Programm und die Logistik der geplanten Filchner-III- Unternehmung und der Ekström-Traverse 1987 O. Reinwarth

1.4.1.1 Vorbemerkung

Welche außerordentlichen Anstrengungen von der Schiffsleitung von FS "Polarstern" unternommen wurden, das Filchner-Schelfeis als Zielgebiet der Filchner-III-Unternehmung zu erreichen, wird durch die im Bericht des Fahrtleiters (s. Abschn. 1.1) erwähnten "mehreren Versuche, an verschiedenen Stellen weiter nach Süden vorzustoßen" nur andeutungsweise wiedergegeben. Die praktisch geschlossene Meereisbedeckung auf dem zu fahrenden Kurs westlich von 32° W für die gesamte Distanz bis zur Filchner-Station zwang indessen zum Abbruch der Aktion. Hierzu seien noch einige ergänzende Bemerkungen angefügt.

Vermutlich Anfang Oktober 1986 hatte sich der bis zum Grand Chasms reichende Teil des Filchner-Schelfeises mit dem als "Horn von Druzhnaya" bekannten, in jedem Satellitenbild sofort identifizierbaren Verlauf der Schelfeiskante gelöst und war in der Folge in drei große Eisinseln zerbrochen, die anfangs eine mäßige, später eine geringe Drift- und Rotationsbewegung zeigten.

Die gleichfalls in jedem Satellitenbild dieses Gebietes erkennbare Eiskluft des Grand Chasms wird erstmals von Vivian Fuchs bei einem Erkundungsflug am 29.01.1956 zur Positionierung der Ausgangsbasis "Shackleton" für die Transantarktisexpedition 1958 erwähnt und beschrieben (Fuchs & Hillary 1958). Die Masten dieser Station waren bei dem Erkundungsflug am 17.01.1987 auf der östlichsten Eisinsel noch gut sichtbar. Ein Flug von Finn Ronne am 12.12.1947 erreichte zwar das gleiche Gebiet, ein Hinweis auf diese Großspalte fehlt jedoch in seinen Angaben. Vermutlich ist die Kartierung der Flugroute über dem Filchner-Schelfeis nicht hinreichend exakt wiedergegeben, da nach diesen Unterlagen das Grand Chasms überflogen worden wäre (Bertrand 1971).

Als Folge dieses Abbruchvorganges war ein blockierender Effekt auf das mit dem eisrandnahmen Strom nach Südwesten driftende Meereis befürchtet worden. Die damit anzunehmende Erschwernis für Schiffsoperationen im südlichen Weddellmeer während des Südsommers 1986/87 gab Anlaß, frühzeitig ein Ersatzprogramm für Filchner III zu entwerfen, für den Fall, daß die Filchner-Station nicht oder nicht rechtzeitig erreicht werden könnte. Daß diese Situation dann tatsächlich eintraf ist aber kaum im ursächlichen Zusammenhang mit dem Abbrechen der Eisinseln zu sehen. Die mit dem Hubschrauber am 17.01.1987 bis zur östlichsten der drei Eisinseln mit den Stationen Shackleton und Belgrano I durchgeführte Erkundung ergab keine Anzeichen für eine Veränderung der Eissituation etwa im Sinne einer stärkeren Pressung mit Annä-

herung an den Kalbungsbereich. Ebenso liegen als Ergebnis der von "POLAR 2" geflogenen großräumigen Eiserkundung keine Hinweise auf offenes Wasser oder Ansätze zur Öffnung der Polynia westlich, d.h. leeseitig, der Eisinseln vor. Diese Befunde stützen weitgehend die Annahme, daß die Blockierung des südlichen Weddellmeeres durch eine geschlossene Meereisbedeckung vorrangig als Folge der Witterungsverhältnisse des Südsommers 1986/87 (s. Abschn. 1.3.1) anzusehen ist, die durch langanhaltende Perioden starken Nordostwindes ausgezeichnet sind. Für diesen Befund spricht auch, daß FS "Polarstern" während des Winterfahrtabschnittes ANT V/3 eine weit südlichere Position zu erreichen vermochte, als dies im Januar 1987 möglich war. Die Eisverhältnisse des Südsommers 1986/87 im südlichen Weddellmeer sind demnach zwar als Ausnahmesituation zu bewerten, eine unmittelbare Verbindung mit den Kalbungseignissen ist nicht erkennbar.

1.4.1.2 Filchner III

1.4.1.2.1 Wissenschaftliches Programm

Um die Voraussetzungen für die glaziologischen Arbeiten auf dem Ekström-Schelfeis als Ersatzprogramm für Filchner III bewerten zu können, ist es erforderlich, das Konzept von Filchner III kurz darzustellen. Dies scheint auch zur Dokumentation der sorgfältig geplanten und gut vorbereiteten Unternehmung angebracht. Die Filchner-III-Unternehmung sah in Fortführung des langzeitig geplanten Filchner-Ronne-Schelfeisprojektes eine Reihe von geodätischen, geophysikalischen und feldglaziologischen Arbeiten mit Kernbohrungen als Schwerpunkt vor. Die Detailplanung der verschiedenen Disziplinen betraf die folgenden Komplexe:

Geodäsie:

- Rückmessungen der Lagekoordinaten von Gitterpunkten zur Bestimmung der Fließgeschwindigkeit des Schelfeises sowie die Positionierung neuer Punkte, z.T. noch mit Rückmessung während der laufenden Kampagne. Betrieb einer Referenzstation für Transit- und GPS-Dopplermessungen an Belgrano II;
- Rückmessung der an den Gitterpunkten angelegten Deformationsfiguren zur Ermittlung von Strain-Werten sowie Neuanlage von Deformationsfiguren;
- trigonometrisches Nivellement entlang der Filchner-I-Trasse von der Eiskante über die Filchner-Station bis zur Position der Durchbohrung des Schelfeises 1985/86 mit Höhenübertragung und -anschluß am Bohrpunkt.

Geophysik:

- Reflexionsseismische Messungen im östlichen Bereich des Filchner-Ronne-Schelfeises auf einem Längsprofil, möglichst einer Fließlinie des Foundation Ice Stream und einem Querprofil zwischen Berkner Island und Henry Ice Rise;

- Betrieb von Tiltmeter- und Gravimeterregistrierungen an mehreren Positionen des Schelfeises, magnetische Messungen auf den Traversenabschnitten.

Glaziologie:

- Schneeprofilaufnahmen und Flachbohrungen entlang einer Fließlinie des Foundation Ice Stream zur Akkumulationsermittlung und Bestimmung klimatischer Parameter;
- Niederbringen einer Kernbohrung im Bereich zwischen Berkner Island und Henry Ice Rise in dem vom Foundation Ice Stream eingenommenen östlichen Teil, evtl. einer zweiten Bohrung im Bereich deutlicher Ausbildung der EMR-wirksamen Zwischenschicht.

1.4.1.2.2 Logistik und Zeitplan

Für die Durchführung der Programme waren zwei Traversenunternehmungen vorgesehen, die als sog. leichte bzw. schwere Traverse logistisch gänzlich unterschiedlich ausgelegt waren.

Die schwere Traverse umfaßte die gesamte Glaziologie sowie die Seismik und Teile der Geodäsie, einschließlich des geplanten trigonometrischen Nivellements. Sie hatte die Bohrausrüstung samt Kernverpackung und die geophysikalische Ausrüstung mit Apparaturen, Heißwasserbohrer und Sprengstoff zu transportieren. Entsprechend waren dafür drei Pistenbullys, zwei Wohncontainer, Lastcontainer und weitere Lastschlitten vorgesehen. Zum Personal zählten 10 Wissenschaftler und 2 Techniker.

Die leichte Traverse war für die geodätischen Messungen im zentralen Bereich des Schelfeises zuständig, koordiniert mit Tiltmeter- und Gravimetermessungen im gleichen Gebiet. Diese Gruppe sollte ausschließlich mit Skidoos und Nansenschlitten operieren. Zur Versorgung waren Transportflüge eingeplant worden. Das Personal bestand aus 4 Wissenschaftlern.

Zusätzlich sollte eine 2-Mann-Gruppe im Eiskantenbereich mit Hubschrauberunterstützung von FS "Polarstern" aus geodätische Arbeiten durchführen.

Flugoperationen waren vorgesehen zur logistischen Unterstützung der Feldgruppen. Als wissenschaftlicher Programmfpunkt stand im Rahmen des Filchner-Projektes eine Befliegung zur luftphotogrammetrischen Aufnahme der Schelfeiskante an (s. Abschn. 1.5).

Als Dauer für den Aufenthalt auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis waren nach den logistischen Eckdaten 45 Tage (04.01.-16.02.1987) vorgesehen gewesen. Die Traversenprogramme gingen von 36 verfügbaren Fahr- und Arbeitstagen aus. Der verspätete Auslauftermin von FS "Polarstern" hatte diese Planung bereits überholt. Während der Fahrt wurden, entsprechend der weiteren Beeinträchtigung des Zeitplanes durch die Eisverhältnisse, laufend reduzierte, der noch als verfügbar angenommenen Zeit angepaßte Programme entworfen, bis diese letztlich durch die Neuplanung des Ekström-Programmes abgelöst wurden.

1.4.1.2.3 Satellitenbilder als Planungsunterlagen

Als überaus wertvolle Unterlage bei der Detailplanung der Filchner-III-Arbeiten erwiesen sich die vom IfAG bearbeiteten und zur Verfügung gestellten großformatigen Satellitenbilder des Arbeitsgebietes, die eine vollständige Überdeckung des zentralen und östlichen Teils des Ronne Ice Shelf, einschließlich Berkner Island, und dem östlich angrenzenden Filchner-Schelfeis ergaben. Diese Bilder zeigen deutliche, als Fließmuster interpretierbare Strukturen, welche die das Schelfeis durchsetzenden Eisströme abbilden. Die Angabe von Fließlinien wird dadurch mit einem hohen Maß an Genauigkeit ermöglicht. Dabei erwies die Analyse der Satellitenbilder im Bereich der vorgesehenen Bohrstelle zwischen Berkner Island und Henry Ice Rise bei etwa 82° S, daß dieser Querschnitt nicht ausschließlich vom Foundation Ice Stream eingenommen wird, sondern in diesem Profil zwei Eisströme deutlich unterschieden werden können, wobei der Foundation Ice Stream auf den östlichen Teil beschränkt bleibt. Da der projektierte Bohrpunkt möglichst auf einer zentralen Fließlinie dieses Eisstromes liegen sollte, wurde seine geplante Position entsprechend nach Osten verlagert. Des weiteren ermöglichen die Satellitenbilder auch eine Beurteilung der Spaltensituation. So lassen sich gefährliche Bereiche weitgehend abgrenzen und damit die Risiken für die Feldgruppen erheblich mindern. Deshalb konnte das vorgesehene Operationsgebiet der schweren Traverse als unkritisch angesehen werden, was später bei einem Erkundungsflug auch voll bestätigt wurde. Die geplante Route der leichten Traverse hätte dagegen geändert werden müssen, um Spaltenrisiken zu vermeiden. Das nach den Bildern als chaotisch und weiträumig unpassierbar einzustufende Gebiet nördlich und nordwestlich von Henry Ice Rise wurde gleichfalls bei der Erkundung überflogen. Luftaufnahmen von diesem Gebiet, dessen Oberflächenzustand in den Satellitenbildern schwer zu identifizieren ist, lassen aus dem Vergleich mit Luftbildern bekannter Ice Rumples auf das Vorkommen von Ice Rumples auch in dieser Region schließen. Erhebliche Störungen in diesem Gebiet wurden bereits früher durch EMR-Messungen vom Flugzeug aus festgestellt. Sie stützen zusätzlich diese Annahme. Die koordinatenmäßige Festlegung der Arbeitspunkte und Gefahrenbereiche wurde durch einen für das Filchner-III-Vorhaben zugänglich gemachten Kartenentwurf des IfAG vom Filchner-Ronne-Schelfeis erheblich erleichtert. Für diese vielfältige Unterstützung des Projektes gebührt dem IfAG, vor allem den Herren Schmidt-Falkenberg und Sievers, besonderer Dank.

1.4.1.3 Ekström-Traverse 1987

1.4.1.3.1 Wissenschaftliches Programm

Als Rahmen für ein Ersatzprogramm von Filchner III war bereits am 12.11.1986 die Übertragung der geplanten Aktivitäten vom Filchner-Ronne-Schelfeis auf das Ekström-Schelfeis diskutiert und festgelegt worden. Für diese Planung sprachen zahlreiche Gründe. Vorrangig war es die bislang weitgehend fehlende Erfassung des glaziologischen Regimes kleiner Schelfeise. Für das Ekström-Schelfeis beschränkten sich die Aktivitäten bisher vornehmlich auf den eisrandnahen Bereich. Hier wurden zahlreiche geodätische

Messungen zur Bestimmung von Fließgeschwindigkeit und -richtung sowie der Deformation in dem komplizierten, durch mehrere Ice Rises gestörten Bereich durchgeführt. Luftbildkarten dieses Gebietes liegen gleichfalls vor. Neben den seismischen, gravimetrischen und magnetischen Dauerregistrierungen am geophysikalischen Observatorium der Georg-von-Neumayer-Station wurden zeitweise bis zu 60 km entfernte geophysikalische Außenstationen unterhalten. Nur EMR-Messungen vom Flugzeug aus überdecken mit zahlreichen Profilen auch das Hinterland der Georg-von-Neumayer-Station. Glaziologische Arbeiten beschränken sich weitgehend auf den Stationsbereich. Dazu zählen auch mehrere Kernbohrungen, insbesonders die Bohrung B 6 von 1983, die bei einer Tiefe von 202,4 m das Schelfeis durchdrang. Die systematische Erweiterung dieser Arbeiten auf das gesamte Ekström-Schelfeis und womöglich die Ausdehnung auf dessen Einzugsgebiet bildet eine lohnende wissenschaftliche Aufgabe, die nur wegen des Filchner-Ronne-Schelfeisprojektes, dem besonderes Gewicht auch durch die internationalen Absprachen zukommt, bislang nicht in die Planung einbezogen wurde. Wegen der Kleinräumigkeit und der damit verknüpften Inhomogenität der Verhältnisse auf dem Ekström-Schelfeis, dem durch die Ice Rises bedingten stark differenzierten Bewegungs- und Deformationsfeld, den durch große Oberflächenrauhigkeit und Festigkeit des deponierten Materials erschwert Akkumulationsbestimmungen, insgesamt auch wegen der allgemein, im Vergleich zum Filchner-Ronne-Schelfeis ungünstigeren Wetterverhältnissen in diesem Gebiet und der kritischeren Spaltensituation ist ein Ekström-Programm eher als anspruchsvoll und schwierig zu bewerten. Vorzüge sind lediglich durch die Nähe der Georg-von-Neumayer-Station als logistischer Basis, sowie durch die einfachere und jahreszeitlich wesentlich frühere Zugänglichkeit gegeben.

Die kurzfristige Detailplanung der Ekström-Traverse 1987 hatte von den folgenden Gegebenheiten auszugehen:

- Für den Zentralbereich des Ekström-Schelfeises liegen keine Informationen bezüglich Eisstromsystem und Fließlinien ähnlich den Unterlagen vom Filchner-Ronne-Schelfeis vor. Es mußte deshalb versucht werden, mit einer geeigneten flächenmäßigen Verteilung von Arbeitspunkten die Dynamik des Schelfeises zu erfassen. Für die glaziologischen Parameter war vor allem die Änderung mit dem Abstand vom Eisrand und mit der absoluten Höhe von besonderem Interesse.

Als weitere Aspekte gingen in die Planung ein:

- Die Rückfahrroute von FS "Polarstern" und in Verbindung damit der Abflauftermin waren neu festgelegt worden. Damit stand für das Traversenprogramm mehr Zeit zur Verfügung als ursprünglich absehbar war.
- Da keine Besetzung der Filchner-Station erfolgte, konnte die Traversengruppe verstärkt werden.
- Im Bedarfsfall durfte mit der Unterstützung durch die Besatzung der Georg-von-Neumayer-Station bzw. der dort stationierten Flugzeuge gerechnet werden. Es schien deshalb vertretbar, unabhängig operierende Kleinstgruppen bei den Feldarbeiten einzuplanen.
- Von der Kottas-Unternehmung 1985/86 war eine in der Längsachse des Schelfeises durch das Spaltengebiet am Übergang zum Ritscher-Hochland und weiter nach Süden führende Trasse erkundet und markiert worden.

Die mit diesen Voraussetzungen erstellte Planung sah vor, die Arbeiten auf ein mit der Kottas-Trasse identisches Nord-Süd-Profil zu beziehen und auf dem Schelfeis zusätzliche Punkte auf sechs dazu senkrechten Querprofilen anzugeordnen. Der Abstand der Querprofile sollte etwa 30 km betragen. Die Lage und Bezeichnung der Arbeitspunkte zeigt Anhang A.1.

Der operationellen Durchführung der Arbeiten lag die folgende Planung zu grunde.

Geodäsie:

- Drei autark arbeitende, als Geodäsie Nord, Mitte und Süd bezeichnete 2-Mann-Gruppen, übernehmen die Dopplerpositionsbestimmungen mit Transit- und GPS-Systemen sowie das Signalisieren und Einmessen von Deformationssfiguren an den vorgegebenen Positionen. Die mit GPS-Empfängern versehenen Gruppen Nord und Mitte sollten Wiederholungsmessungen möglichst noch in der laufenden Kampagne vornehmen (s. Abschn. 1.4.5 und 1.4.6).
- Die Gruppe Geodäsie Süd versucht das trigonometrische Nivellement von der Eiskante möglichst bis zum Endpunkt der Ekström-Traverse auf dem Ritscher-Hochland fortzuführen (s. Abschn. 1.4.4).
- Eine weitere 2-Mann-Gruppe, darunter der Überwinterungsarzt (1986), betreut die für die Präzisionsauswertung der Transit- und GPS-Messungen erforderliche Referenzstation an der zur südafrikanischen SNAE-Station gehörigen Sommerstation Grune Hogna (s. Abschn. 1.4.5).

Geophysik:

- Die Seismik-Gruppe, bestehend aus den 2 Überwinterungsgeophysikern (1986), führt zunächst, koordiniert mit dem trigonometrischen Nivellement, gravimetrische und magnetische Messungen an den Aufstellungspunkten des Nivellements aus und fährt dann, angeschlossen an die Bohrgruppe, mit den seismischen Arbeiten fort (s. Abschn. 1.4.7).
- Eine weitere unabhängig operierende 2-Mann-Gruppe richtet an ausgewählten Punkten registrierende Tiltmeter- und Gravimeterstationen ein und betreut diese (s. Abschn. 1.4.8).

Glaziologie:

- Diese aus der Bohrgruppe, 2 weiteren für Spurenstoff- und sonstige Feldglaziologie zuständigen Mitarbeitern und 2 Technikern bestehende Gruppe, ergänzt und unterstützt durch den Überwinterungskoch (1986) arbeitet praktisch immer geschlossen. Sie entspricht weitgehend der "Schweren Traverse" im Filchner-III-Konzept und wird deshalb auch so bezeichnet. Die Arbeiten konzentrieren sich primär auf 2 vorgesehene Bohrcamps, Schneeprofilaufnahmen und Flachbohrungen, gleichmäßig verteilt über das Höhenintervall des Aufstiegs zum Ritscher-Hochland und verdichtet mit Annäherung an die Eiskante. Sie dienen der Akkumulationsermittlung und den Spurenstoffuntersuchungen (s. Abschn. 1.4.2 und 1.4.3).

1.4.1.3.2 Logistik

Die Bereitstellung der erforderlichen Logistik für 5 autark operierende 2-Mann-Gruppen, von denen 4 als mobile Gruppen und eine für stationären Einsatz auszurüsten waren, erforderte eine äußerst sorgfältige Planung für die Aufteilung des vorhandenen Geräts. Um die Organisation dieser Logistik erworb sich Herr Drücker dank seiner Umsicht und seines Engagements besondere Verdienste.

Aus Sicherheitsgründen sowie für die gleichzeitig laufenden Signalisierungs- und Vermessungsarbeiten benötigten die geodätischen Gruppen je 2 Skidoos. Das Mitführen von Treibstoff, Zelt, wissenschaftlichem Instrumentarium samt Batterien und Ladegerät, Proviant und Sicherheitsausrüstung führte sehr schnell zu Gewichtsproblemen bei den Transportlasten. Diese wurden behoben, indem die schwere Traverse an den Kreuzungspunkten der Profile vorweg Depots anlegte, aus denen sich die auf den Profilen arbeitenden Gruppen versorgen konnten. Später zeigte sich, daß von den einzelnen Gruppen, denen die Planung der Depots oblag, der Bedarf häufig zu hoch eingeschätzt wurde.

Die Logistik der Schweren Traverse konnte praktisch unverändert von Filchner III übernommen werden. Die hier eingesetzten 3 Pistenbullys dürften mit 2 Wohncontainern, 2 Lastcontainern und weiteren 5 Lastschlitten eine Gesamtlast von mindestens 40 t bewegen haben. Die im Vergleich zu Filchner kürzeren Fahrstrecken ermöglichten zwar eine Reduzierung der mitzuführenden Treibstoffmengen, diese Gewichtseinsparung wurde aber durch das Material für die Depots der mobilen 2-Mann-Gruppen sicher kompensiert. Das Verladen und Mitführen der gesamten wissenschaftlichen Ausrüstung der schweren Traverse, einschließlich Bohrgerät und Kernkisten, in einem Frachtcontainer hat sich außerordentlich bewährt, vor allem auch erhebliche Zeiter sparnis zu Beginn und Ende der Unternehmung erbracht. Die Containerisierung weiterer Ladungsteile, insbesonders die Einrichtung eines Containers als Werkstatt mit Ersatzteillager für die Fahrzeuge, würde sicher auf längeren Transversen eine wesentliche Vereinfachung und Erleichterung bedeuten.

Die Information über die jeweilige Position der mobilen Gruppen sowie über den Fortgang der Arbeiten und sonstige Vorkommnisse, speziell der Funktion des wissenschaftlichen und technischen Geräts, vermittelte der tägliche Funkkontakt aller Gruppen mit der Funkstation der Georg-von-Neumayer-Station, der fast ausnahmslos einwandfrei abgewickelt werden konnte. Für diesen Service wird den Funkern der Station, den Herren Hecht und Jockwer, herzlich gedankt. Der oft ausgedehnte Funkverkehr der Gruppen untereinander und mit der Funkstation von FS "Polarstern" belastete gelegentlich Batterien und Arbeitszeit gleichermaßen. In den Fällen, in denen Mängel oder Ausfälle an Fahrzeugen und technischem Gerät auftraten, die nicht von den Gruppen selbst behoben werden konnten, kam Hilfe von der Georg-von-Neumayer-Station, mit den Flugzeugen oder aber das stets einsatzbereite Mechanikerteam der Schweren Traverse eilte hinzu, um defekte Skidoos wieder fahrbar zu machen. Insgesamt hat die Ekström-Traverse ein hohes Maß an Flexibilität von der Logistik erfordert. Dank der Unterstützung durch die Besatzung der Georg-von-Neumayer-Station und die Fluggruppe war deren Funktionieren

jederzeit gewährleistet. Bei der Filchner-III-Unternehmung hätte aufgrund der auf dem Ekström-Schelfeis gewonnenen Erfahrungen mit größeren Problemen gerechnet werden müssen.

Zitierte Literatur:

Fuchs, V. & Hillary, E.: Quer über den Südpol 1958. Ullstein-Verlag: Wien, Berlin, Frankfurt (1958)

Bertrand, K.J.: Americans in Antarctica 1775-1948. American Geogr. Soc., Spec. Publ. No. 39 , New York (1971)

1.4.2 Kernbohrungen im Ritscher-Hochland und auf dem Ekström-Schelfeis (K.-H. Bässler, W. Graf, H. Oerter, O. Reinwarth)

1.4.2.1 Bohrtechnik

1.4.2.1.1 Bohrausrüstung

Für die Eiskernbohrung wurde ein elektromechanischer Bohrer verwendet, der nach dem Prinzip von Rufli et al. (1976) arbeitet und bereits mehrfach beschrieben wurde (z.B. Jessberger & Bässler 1984). Für den geplanten Einsatz auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis im Rahmen von Filchner III wurden eine Reihe von Modifikationen an der bestehenden Bohrausrüstung vorgesehen:

- Eine Winde wurde mit 360 m kevlarbewehrtem Kabel belegt, um Bohrtiefen bis 300 m zu ermöglichen.
- Das Getriebe dieser Winde wurde geändert, um höhere Fier- und Hievgeschwindigkeiten zu ermöglichen. Die maximal aufbringbare Zugkraft wurde durch eine zusätzliche Zahnraduntersetzung für eine Handkurbel heraufgesetzt.
- Das vorhandene Bohrzelt wurde vergrößert, um mehr Fläche für die Bearbeitung des Kernmaterials zur Verfügung zu haben.
- Die Bohrkerne wurden in zweischichtige Folien (innen PE, außen PVC) eingeschweißt. Für den Transport standen Holzkisten mit speziellen Styroporformteilen zur Verfügung.

Grund- und Aufriß des Bohrzeltes und seiner Einrichtung zeigt Abb. 1.8. Der Bohrmast und die Winde standen auf dicken Styroporplatten, um ein Einsinken der zeitweilig über die Firntemperatur erwärmten Metallteile zu verhindern. Bei früheren Bohrungen zeigte sich nämlich, daß ein ungleichmäßiges Einsinken Vibrationen während des Fierens und Hievens erzeugte, so daß die Windengeschwindigkeit gedrosselt werden mußte.

Eine zweite mit 215 m Stahlkabel belegte Winde und eine weitere Bohreinheit standen als Ersatzausrüstung zur Verfügung. Außerdem war die Bohrausrüstung durch mehrere Bohrkronen und Sätze von Rundmessern, die sich 1984 auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis besonders bewährt hatten, ergänzt worden.

Zur Stromversorgung diente ein Knurz-Drehstromgenerator (5 KW), der zur Vermeidung häufiger Tankpausen direkt aus einem 200-l-Faß betankt wurde.

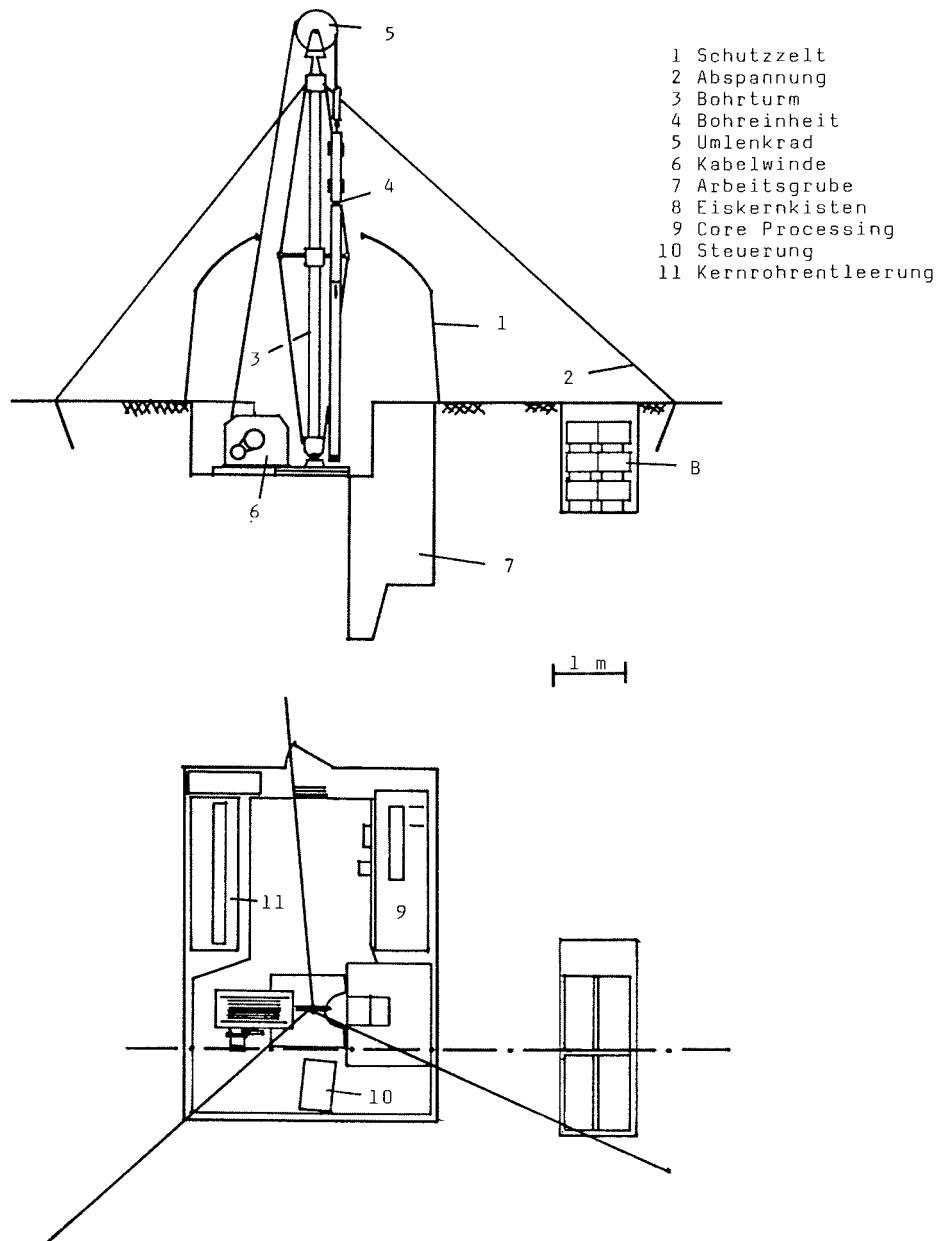


Abb. 1.8: Anordnung der Bohrausrüstung während der Ekström-Traverse 1987

Fig. 1.8: Arrangement of the drilling equipment during the Ekström traverse 1987.

1 = tent, 2 = tension wires, 3 = tower, 4 = drilling device, 5 = wheel, 6 = winch, 7 = pit, 8 = ice core boxes, 9 = core processing, 10 = control panel, 11 = place to empty the core barrel

1.4.2.1.2 Bohrverlauf

Die Koordinaten der Bohrstellen sowie die Dauer der Arbeiten für die drei tiefen Kernbohrungen sind in Tab. 1.4 zusammengestellt. Einen Lageplan mit den Bohransatzpunkten und der Traversenroute enthält Anhang A.1.

Tab. 1.4: Kernbohrungen Ritscher-Hochland und Ekström-Schelfeis 1987:
Koordinatenangaben (Karsten & Ritter, pers. Mitt., Hinze & Oswald,
pers. Mitt.) Bohrtiefe und Kernlänge

Tab. 1.4: Ice core drilling on Ritscher-Hochland and Ekström Ice Shelf in
1987: Coordinates of the drilling points, borehole depth (Bohrtiefe)
and depth of recovered ice core (Kernlänge)

Bohrung	Koordinaten	Höhe ü. Meer (m)	Datum 1987	Bohrtiefe unt. Gel. (m)	Kernlänge unt. Gel. (m)
B 10	72°30'17" S 09°05'35" W	941	29.- 30.1.	42,8	1,04-42,82
B 11	72°30'17" S 09°05'35" W	941	1.- 3.2.	48,3	1,04-48,34
B 12	71°14'10" S 08°31'59" W	70	15.- 25.2.	205,1	1,10-205,15

Die Einrichtung einer Bohrstelle mit Entladen der Ausrüstung, Ausheben der Bohrgruben, Aufstellen des Zeltes und Aufrichten sowie Justieren des Bohrgerätes nahm jeweils eineinhalb Tage in Anspruch. Wegen der starken Erwärmung des Bohrers infolge der starken Sonneneinstrahlung mußten die Bohrarbeiten teilweise in die Nachtstunden gelegt werden.

Bei der ersten Bohrung (B 10) war nach 8 Stunden Bohrzeit eine Tiefe von 40 m erreicht worden. Dabei mußte der Kern dreimal mit der oben erwähnten Handkurbel abgerissen werden. Die Schwierigkeiten beim Abreißen des Kernes ergaben sich dadurch, daß die Kernfächer nicht in den mit den Rundmessern sehr glatt geschnittenen Kern eindrangen und so der ungestörte Kern ausschließlich über die Zugkraft des Seils abgerissen werden mußte. Bei 42,8 m unter Gelände war kein weiteres Eindringen des Bohrers erzielbar. Bei der Überprüfung des Bohrsystems stellte sich heraus, daß die Antriebszapfen zwischen dem Bohrmotor und der Kernrohrkupplung abgebrochen waren.

Mit der zweiten Bohreinheit wurde daraufhin eine zweite Bohrung (B 11) unmittelbar neben der ersten angesetzt und in 13 Stunden 42 m Kern erbohrt, bis wiederum Schwierigkeiten mit dem Abreißen des Kerns auftraten. Der versuchsweise Einsatz einer Bohrkrone mit SIPRE-Messern behob zwar die Schwierigkeit beim Abreißen des Kerns, verschlechterte jedoch die Kernqua-

lität, so daß wieder mit den Rundmessern weitergebohrt wurde. Beim Versuch, einen Kern mit Hilfe der Handkurbel abzureißen, riß plötzlich die Verbindung zwischen Bohreinheit und dem Kevlarkabel ohne die vorherigen Anzeichen von Mast- oder Windenverformung, wie sie bei den Versuchen in Deutschland bei noch zulässigen Belastungen des Seiles aufgetreten waren. Es war deutlich feststellbar, daß die Kevlarbewehrung am oberen Ende des Vergußkegels, knapp unterhalb der schützenden Kunststoffschicht abgerissen war.

Die Versuche, den Bohrer mit Heißwasser freizuspülen und mit einem Fanghaken hochzuziehen, blieben erfolglos. Der Bohrer mußte aufgegeben werden. Die Bohrarbeiten im Ritscher-Hochland wurden daraufhin eingestellt. Zwei Flugeinsätze ermöglichen den Transport und die Reparatur des ersten Bohrers an der Georg-von-Neumayer-Station, so daß wieder ein funktionsfähiges Bohrsystem zur Verfügung stand, das dann an der zweiten Bohrlokalition (B 12) auf dem Ekström-Schelfeis zum Einsatz kam.

Bei der dritten Bohrung (B 12) wurden nur die mit SIPRE-Messern bestückten Bohrkronen eingesetzt, um nicht noch einmal das Risiko eines Verlustes des Bohrers einzugehen. Die Kernqualität war deutlich schlechter als bei den Kernen B 10 und B 11. Da bei den verwendeten SIPRE-Messern keine Verstellmöglichkeiten bestehen, konnten die Schnitteigenschaften und damit die Kernqualität nicht beeinflußt werden. Ebenso führten weder eine Modifikation der Kernfänger oder deren Ausbau zu einer Verbesserung. Infolge der mit der Tiefe zunehmenden Hiev- und Fierdauer, sowie der Abnahme der Kernlängen pro Bohrzyklus, verringert sich die Meterleistung pro Bohrstunde (Abb. 1.9). Nach 82 Stunden reiner Bohrzeit wurde die Bohrung in einer Bohrtiefe von 205 m eingestellt, da die Winde nicht mehr Kabel vorhielt.

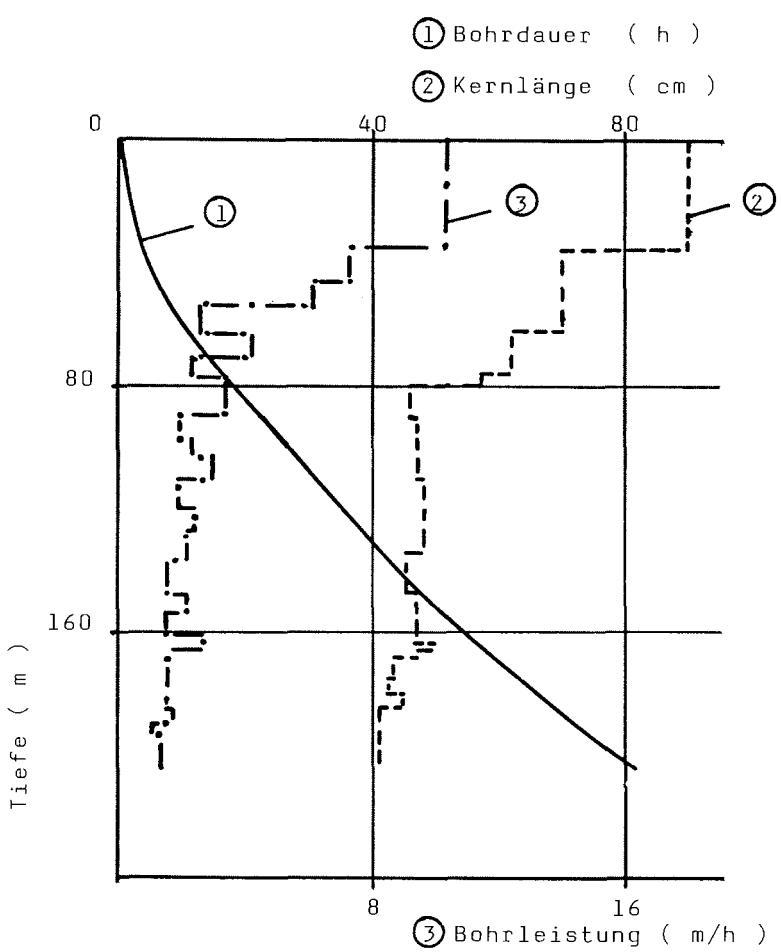


Abb. 1.9: Bohrzeit, Kernlänge pro Hieve sowie Bohrleistung für die Bohrung B 12 auf dem Ekström-Schelfeis 1987.

Fig. 1.9: Time (1), core length (2), and drilling speed (3) for ice core B 12 on the Ekström Ice Shelf in 1987.

1.4.2.2 Feldmessungen

1.4.2.2.1 Gewonnenes Probenmaterial

Die Bohrkerne B 10 und B 11 (Tab. 1.4) waren von insgesamt guter Qualität und ließen abschnittweise auch noch eingelagerte Eisschichten gut erkennen. Die abgepackten Kernprobenstücke bestehen vorwiegend aus einem zusammenhängendem Kernstück. Eine Längsteilung des Kerns ist ohne weiteres möglich. Die Kernqualität von B 12 ist schlechter, wobei im Tiefenbereich bis etwa 35 m ebenfalls noch zusammenhängende Kernstücke oder Bruchstücke, die sich wieder gut zusammenfügen lassen, vorliegen. Auch hier ist eine Längsteilung des Kerns zur Aufteilung des Probenmaterials und für Untersuchungen an der Schnittfläche durchführbar. Im Bereich zwischen 35 m und 78 m nimmt die Zahl der Bruchstücke zu und häufig sind pro abgepacktes Kernstück (Länge 75-90 cm) etwa 10 cm des Kerns als Chips, d.h. Bruchstücke dünner als 1 cm, anzusprechen. Hier kann das Material zur Aufteilung des Probenmaterials längsgeteilt werden, kontinuierliche Untersuchungen an der Schnittfläche sind jedoch nicht mehr sinnvoll. Unterhalb von 78 m bis zum Ende der Bohrung nimmt mit abnehmender Kernlänge pro Hieve die Häufigkeit gebrochenen Materials zu. Es wurde dort jeweils eine Hieve abgepackt und auf eine Zusammensetzung zu längeren Stücken verzichtet. Unterhalb von ca. 90 m besteht das gewonnene Kernmaterial in der Regel aus 10-20 cm kompaktem Kern, der nur ein oder zweimal gebrochen ist und der Rest aus Eisscheibchen, die z.T. wesentlich dünner als 1 cm sind. Beim Abpacken wurde versucht, die ursprüngliche Schichtung zu erhalten. Dennoch erscheint es fraglich, ob eine höhere vertikale Auflösung als 10 cm für Untersuchungen an den Proben erreicht werden kann. Eine Längsteilung ist auszuschließen.

1.4.2.2.2 Bohrkerndokumentation

Die Bohrkerne wurden sobald sie aus dem Bohrrohr ausgestoßen waren, vom Bohrmehl befreit und zur Dokumentation mit Diapositivfilm fotografiert. Bohrkerne, die wenig Bruchstellen aufwiesen, so daß das Volumen aus Durchmesser und Länge gut bestimmt werden konnte, wurden auf einer elektronischen Waage (Sartorius MP 8, Meßbereich bis 12 kg, Auflösung 1 g) gewogen. Daraus wurde dann die Dichte errechnet (Abschn. 1.4.2.2.3). Soweit es die Bohrkernqualität zuließ, wurde außerdem die DC-Leitfähigkeit mit einer einfachen Maßanordnung gemessen. Anschließend wurden die Kerne in die zweischichtige PE/PVC-Folie eingeschweißt und je 8 Kerne, mit jeweils maximal 90 cm Länge, in mit Styropor ausgekleidete Holzkisten verpackt. Die Holzkisten wurden vom Bohrcamp im Ritscher-Hochland per Flugzeug, vom Bohrcamp auf dem Ekström-Schelfeis per Lastschlitten zur Georg-von-Neumayer-Station transportiert und dort in einen Kühlcontainer (-20 °C) eingestaut, der auch als Transportbehälter bis Bremerhaven diente. An einigen Kernen wurde die Temperatur mit einem Einstechfühler gemessen, nachdem vorher ein dünnes Loch (3 mm) mit einer Handbohrmaschine in den Kern gebohrt worden war (Abschn. 1.4.2.2.3).

1.4.2.2.3 Dichte und Temperaturverlauf

Der Verlauf der Dichte mit der Tiefe für die drei Bohrkerne B 10, B 11 und B 12 ist in Abb. 1.10 dargestellt.

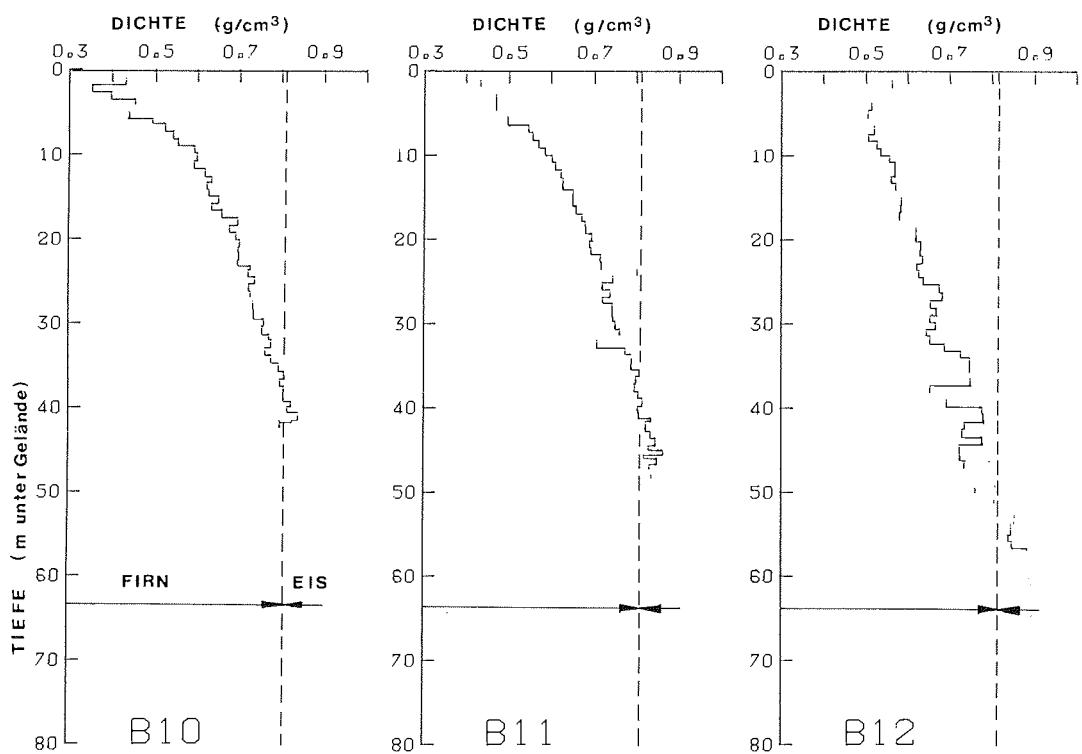


Abb. 1.10: Kernbohrungen B 10, B 11 und B 12 vom Ritscher-Hochland und Ekström-Schelfeis 1987: Aus den Feldwägungen bestimmte Dichtewerte. Der Dichtebereich für Firn und Eis ($0,81\text{g}/\text{cm}^3$) ist besonders gekennzeichnet.

Fig. 1.10: Ice cores B 10, B 11 und B 12 from Ritscher-Hochland and Ekström-Schelfeis in 1987: Density determined in the field by weighing. The limit between firn and ice ($0,81\text{ g}/\text{cm}^3$) is shown.

Für die Bohrkerne B 10 und B 11 ergaben die aus den Feldwägungen und Kernvolumina berechneten Dichtewerte plausible Ergebnisse, aus denen sich eine Dichtefunktion gut ableiten läßt. Die Dichtewerte beider Kerne sind gleich. Sie beginnen bei $0,43 \text{ g/cm}^3$, überschreiten zwischen 37 und 38 m den Wert von $0,81 \text{ g/cm}^3$, d.h. dort ist der Übergang von Firn zu Eis anzunehmen, und erreichen bei der gegebenen Bohrtiefe am Ende einen Wert von $0,83 \text{ g/cm}^3$.

Beim Bohrkern B 12 vom Ekström-Schelfeis liegt die Firndichte in den oberflächennahen Schichten höher als bei den Kernen vom Ritscher-Hochland (s. Abschn. 1.4.3). Im weiteren Verlauf ergeben die Feldmessungen jedoch niedrigere Werte. Hier muß im Labor nochmals an ausgewählten Kernstücken nachgemessen werden, da vermutlich nicht mehr vernachlässigbare Fehler bei der Volumenbestimmung auftraten.

Zusätzlich zur Bestimmung der 10-m-Firntemperatur im Bereich beider Bohrcamps (BC-1, BC-2) wurde versucht, den Temperaturverlauf im Firn- bzw. Eiskörper zu bestimmen. Abb. 1.11 zeigt die am gezogenen Kernmaterial der Bohrungen B 11 und B 12 gemessenen Temperaturwerte zusammen mit den nach Abschluß der Bohrarbeiten im Bohrloch B 12 bestimmten. Die Ergebnisse sind unbefriedigend, da sie für die beiden bei der Bohrung B 12 eingesetzten Meßmethoden um 1,5-2 K voneinander abweichen. Übereinstimmung besteht zwischen der im Bohrloch in 10 m Tiefe gemessenen Temperatur und der für die Lokalität des Bohrcamps BC-2 bestimmten 10-m-Temperatur von $-18,3^\circ\text{C}$. Für das Bohrcamp BC-1 liegt die zu $-21,6^\circ\text{C}$ bestimmte 10-m-Temperatur um 1 K über der am Kernmaterial gemessenen Temperatur. Im Bereich 100-200 m unter Gel. ergäbe sich für die Bohrlochmessung ein Temperaturgradient von $0,7 \text{ K}/100 \text{ m}$. Die dort vorliegende Eisdicke beträgt ca. 530 m.

Zitierte Literatur:

Ruffli, H., Stauffer, B., Oeschger, H: Lightweight 50-meter core drill for firn and ice. In: J.F. Splettstoesser (Ed.): Ice-core drilling. Lincoln, London, University of Nebraska press, 139-153 (1976)

Jessberger, H.L. & Bässler, K.-H.: Berichte der Gruppe Ingenieurglaziologie über die Arbeiten während der Expedition 1983/84 an der Georg-von-Neumayer-Station und der Filchner-Station. Ber. z. Polarf. 19, 71-81, Bremerhaven (1984)

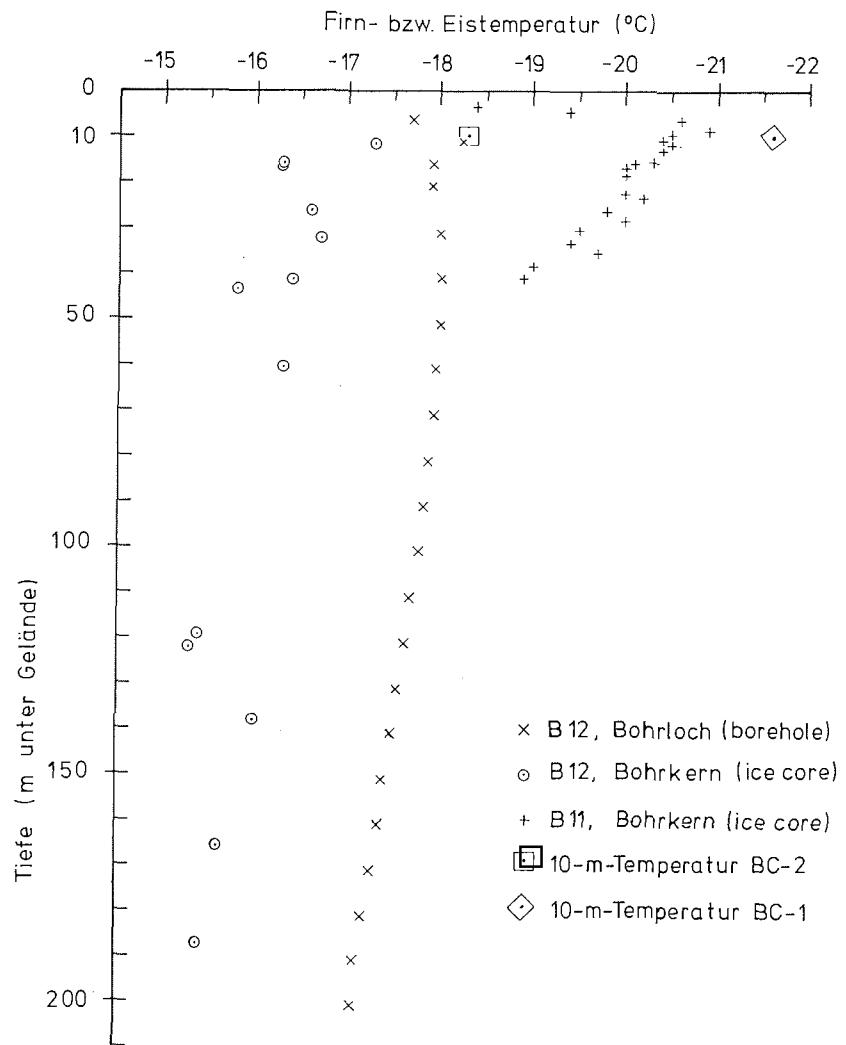


Abb. 1.11: Temperaturmessungen am Bohrkern, im Bohrloch sowie separat bestimmte 10-m-Temperatur an den Bohrcamps BC-1 und BC-2 im Ritscher-Hochland und auf dem Ekström-Schelfeis.

Fig. 1.11: Temperature measurements at the ice cores, in the borehole, and 10 m firn temperature measured separately at the drilling sites BC-1 and BC-2 at Ritscher-Hochland and Ekström Ice Shelf, respectively.

1.4.3 Schneeprofile und Flachbohrungen der Ekström-Traverse 1987 (W. Graf, K. Moser, H. Rott)

1.4.3.1 Zielsetzungen und Auswahl der Arbeitspunkte

Die räumliche Verteilung der Akkumulation im Gebiet des Ekström-Schelfeises und Ritscher-Hochlandes zu bestimmen, bildete eine der vorrangigen Aufgaben der Ekström-Traverse 1987. Dazu wurde ein umfangreiches feldglaziologisches Programm durchgeführt. Es umfaßt Schneeprofilaufnahmen und Probennahmen in 7 Schneeschächten und 17 Flachbohrungen bis zu einer Tiefe von 10 m. Die vorgesehenen stratigraphischen Untersuchungen erfolgen anhand der Vertikalverteilung der Gehalte von stabilen Isotopen (D , ^{18}O), von Spurenstoffen (SO_4^{2-} , NO_3^-) und Radioisotopen (cosmogenes ^{10}Be , terrigenes ^{210}Pb). Die lokale Verteilung der stabilen Isotope sowie die Information über die räumliche Struktur der Deposition von Spurenstoffen sind daneben von eigenem Interesse.

Im Untersuchungsgebiet sind erhebliche Variationen des Isotopengehalts der oberflächennahen Firnschichten zu erwarten, die u. U. Hinweise auf Transportvorgänge für den atmosphärischen Wasserdampf geben. Der Einfluß des Abstandes von der Eiskante (Kontinentaleffekt) kann auf dem Ekström-Schelfeis bis zu einer Entfernung von 130 km bei nahezu gleichbleibender Höhe der Eisoberfläche über dem Meeresspiegel untersucht werden. Der isotopische Höheneffekt wird im weiteren Verlauf der Trasse erfaßt, die auf dem Ritscher-Hochland eine Höhe von über 900 m über dem Meeresspiegel erreicht.

Für die Depositionsraten bzw. Konzentration des Seesalzaerosols ist ebenfalls eine starke Abhängigkeit vom Abstand zur Eiskante und von der Absoluthöhe über dem Meer zu erwarten. Bei abnehmender Seesalzkonzentration mit zunehmendem Abstand von der Eiskante werden Sulfat- und Nitrat-Ionen als Hauptbestandteile des "Background-Aerosols" immer stärker hervortreten. Feldmessungen der elektrolytischen Leitfähigkeit weisen auf geringe Beiträge aus der Seesalzdeposition im Bereich des Ritscher-Hochlandes hin. Die saisonale Deposition ionischer Aerosolkomponenten kann somit hier als unabhängiges Merkmal zur Bestimmung von Jahresschichten herangezogen werden (relevanter Einsatz an Bohrkernproben aus großer Tiefe).

Die Lage der Arbeitspunkte ist Anhang A 1 zu entnehmen; die an den Punkten durchgeföhrten Arbeiten sind in Tab. 1.5 zusammenstellt. Auf dem Ritscher-Hochland, das nur sehr geringe Neigung aufweist, wurden bei KM 270 und BC-1 Untersuchungen und Probennahmen durchgeföhr. Auf den Abhang vom Ritscher-Hochland zum Schelffeis wurden 5 Arbeitspunkte mit Höhen von 788, 710, 559, 412 und 298 m über dem Meeresspiegel verteilt, um die Höheneffekte möglichst gut zu erfassen. Auf einen weiteren Arbeitspunkt in einer Höhe von 200 m mußte aufgrund der Spaltensituation verzichtet werden. Auf dem Schelffeis selbst wurden 10-m-Firnkerne bei km 105, 90, 50, 40, 30, 20, 10 und 2 erbohrt. Die Arbeitspunkte wurden in der Nähe der Schelffeiskante dichter gesetzt, da hier die größte Variation in den Ionenkonzentrationen zu erwarten ist. Die Repräsentativität der entlang der Trasse genommenen Proben soll mit 10-m-Firnkernen, die 15 km östlich und 19 km westlich der Trasse bei KM 70 erbohrt wurden, abgeschätzt werden.

Tab.1.5: Probennahme in Schneeschächten für isotopen- und ionenstratigraphische Untersuchungen sowie Flachbohrungen und 10-m-Firntemperaturen

Tab. 1.5: Samples from snow pits for isotope and ion measurements. The table shows the elevation of the pit location (Meereshöhe), the depth of the snow pit (Schneeschachttiefe) and the depth intervals (Probennahmeintervall) which had been sampled. In addition also the shallow firn cores (Flachbohrung) are listed together with the temperature in the bore holes at 10 m der th (10-m-Firntemperatur).

Pos.	Meeres- höhe (m)	Schnee- schacht- tiefe (cm)	Probennahmeintervall stabile Isotope (cm)	Ionen (cm)	Block- proben (cm)	Flach- bohrung (cm)	10-m-Firn- Temperatur (°C)
KM275	1040	236	0-210	0-207	0-220	200-1026	-22,0
BC-1	941	319	0-280	0-194	0-300	-	-21,6
KM180	788	280	0-240	0-202	0-160	158-1007	-21,7
KM170	170	-	-	-	-	0-0515	-
KM160	559	220	0-220	0-188	0-120	116-1004	-21,7
KM150	412	-	-	-	-	0-0537	-
KM143	298	267	0-230	0-159	0-140	140-1015	-18,9
KM125	113	280	1-230	0-013	0-150	123-1010	-18,3
KM105	78	-	0-040	0-025	-	26-0954	-
KM 90	75	-	-	-	-	2-0977	-18,3
BC-2	70	300	*0-300	*3-261	*3-261	-	18,3
KM70/West	70	-	-	-	-	7-1014	-
KM70/Ost	70	-	-	-	-	5-1027	-
KM50	64	-	-	-	-	2-0975	-18,9
KM40	58	-	-	-	-	0-0967	-18,1
KM30	51	-	-	-	-	0-0976	-
KM20	46	-	-	-	-	0-0934	-
KM10	45	-	-	-	-	0-0905	-
KM2	39	-	-	-	*0-181	0-1011	-

* Beprobung mittels Kernbohrung

1.4.3.2 Untersuchungen an Schneeschächten

Entlang der Kottas-Trasse (bei KM 275, KM 180, KM 160, KM 143, KM 125) und bei den beiden Bohrcamps (BC-1, BC-2) wurden insgesamt 7 Schneeschäfte von 2 bis 3 m Tiefe gegraben (Lage s. Anhang A.1). In den Schächten wurden die Vertikalprofile der Dichte bestimmt und die Stratigraphie aufgenommen. Zur Dokumentation stratigraphischer Merkmale wurden an beiden Bohrpunkten Durchlichtprofile bis 3 m Tiefe erstellt. An den Schächten BC-1, KM 270 und KM 180 wurden mit einem Pt-100-Widerstandsthermometer Profile der Schneetemperatur in vertikalen Abständen von 5 bis 10 cm gemessen. Trotz rascher Messung nach Aushub des Schachts bzw.

nach Aushub einzelner Lagen waren die Meßwerte offensichtlich durch Wärmeaustausch zwischen Luft und Schnee beeinflußt. In den Schneeschächten wurden Schneeproben mit hoher vertikaler Auflösung für Isotopenanalysen (^{18}O , D, ^{10}Be , ^{210}Pb) und für Spurenstoffanalysen (Na, SO_4^{2-} , NO_3^- , Mikropartikel) entnommen (Tab. 1.5). Die bezüglich Kontamination gefährdeten Ionenproben wurden direkt aus der Schachtwand in vorgereinigte PE-Behälter präpariert. Profile der DC-Leitfähigkeit, deren Gang eng an den Gehalt von Mineralsäuren aus dem "Background-Aerosol" gekoppelt sein sollte, wurden in den Schächten KM 275, BC-1, KM 180 und BC-2 gemessen. Die Auswertung und Interpretation der dabei gewonnenen Daten soll in Verbindung mit den zugehörigen ionenchromatographischen Messungen erfolgen. An den beiden Bohrcamps wurden weitere Untersuchungen zur Oberflächenstruktur der Schneedecke und zur Gefügestruktur einzelner Schneeschichten durchgeführt. In Ergänzung zu den Standardmessungen an den Schneeschächten soll diese Information für die Modellierung der Mikrowellen-Emission und für die Interpretation von multispektralen Mikrowellen-Daten des Erdbeobachtungssatelliten Nimbus-7 genutzt werden.

Die vorläufigen Analysen der Schneeschachtdaten ließen innerhalb des Untersuchungsgebiets erhebliche Unterschiede in den Akkumulationsraten und in der Morphologie der Schneedecke erkennen. Der Metamorphosezustand der Schneedecke ändert sich deutlich mit der Entfernung zur Küste und mit der Meereshöhe. Während bei den Schächten KM 270, BC-1 und KM 180 nur unbedeutende Eiseinlagerungen auftraten, nahmen Dicke und Zahl der Eislagen von KM 160 bis nach BC-2 erheblich zu. Daraus ergaben sich erhebliche Schwierigkeiten bei der Dichtemessung in den Schächten und bei der Entnahme von Schneeproben. Bei BC-2 konnten z.B. die Dichtemessungen mit Sonden nur bis ca. 1 m Tiefe durchgeführt werden, da die tieferen Schichten zu stark vereist waren. Der Einfluß der Schmelzmetamorphose zeigt sich auch in den mittleren Dichtewerten, die in Tab. 1.6 für den Tiefenbereich 0-2 m aufgeführt sind.

Tab. 1.6: Mittlere Dichte der obersten Schneeschicht an den Schächten der Ekström-Traverse

Tab. 1.6: Mean density (mittlere Dichte) across the topmost firn layers of snow pits (Schicht) along the Ekström traverse. In addition the elevations of the pit locations is given above sea level (Höhe über dem Meer).

Schacht	Höhe ü.d.M. (m)	Schicht (m)	mittlere Dichte (g/cm ³)
KM 270	1040	0 - 2	0,45
BC-1	940	0 - 2	0,42
KM 180	790	0 - 2	0,44
KM 160	570	0 - 2	0,48
KM 143	290	0 - 2	0,45 *
KM 125	120	0 - 2	0,47 *
BC-2	70	0 - 1	0,50

* Dichten der stark vereisten Schichten geschätzt

Abb. 1.12 zeigt das Dichteprofil und die Stratigraphie für den Schneeschacht BC-1 sowie die Stratigraphie für BC-2. Sowohl die Stratigraphie wie auch die Dichte der Schneeprofile im Ritscher-Hochland bei BC-1 und KM 270 lassen deutlich die Wechsellegerung von feinkörnig-festen und grobkörnig-lockeren Schichten erkennen, die den Jahreszyklus der Akkumulation wiederspiegeln. Einige der Lockerschichten sind stark metamorph, wobei Kristallgrößen bis zu 4 mm erreicht werden. Nach vorläufigen Auswertungen von Dichteprofil und Stratigraphie bei BC-1 ist anzunehmen, daß der 3,1 m tiefe Schneeschacht 9 Jahreschichten aufweist. Dies entspricht einer mittleren Akkumulationsrate von 34 cm Schnee bzw. etwa 140 mm Wasseräquivalent pro Jahr. Bei KM 270 dürften die Akkumulationsraten ähnlich sein; bis zu einer Tiefe von 230 cm wurden 7 Jahreschichten festgestellt, was einem mittleren jährlichen Zutrag von 33 cm Schnee entspricht.

Bei den nördlich von BC-1 gelegenen Schächten sind die Akkumulationsraten wesentlich höher, die Jahreschichtung ist im allgemeinen nicht so deutlich ausgeprägt. Bei KM 180 dürften die Akkumulationsraten bereits etwa doppelt so hoch sein als bei BC-1. Genauere Werte werden nach Analyse der Isotopengehalte vorliegen.

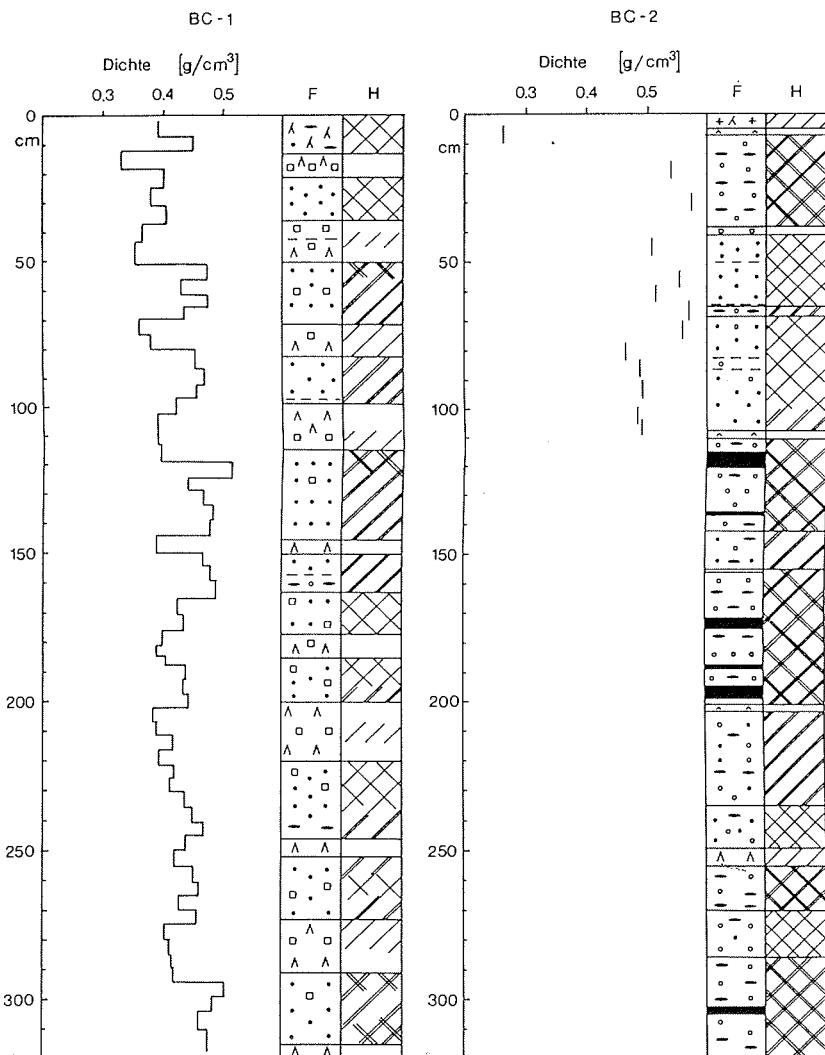


Abb. 1.12: Dichte und Stratigraphie aus Schneeprofilmessungen bei Bohrcamp 1 (BC-1) und Stratigraphie bei Bohrcamp 2 (BC-2). F: konform, H: Härt

Fig. 1.12: Density and stratigraphy of snow pit investigations at drill camp BC-1 and BC-2. F: grain size, H: hardness

1.4.3.3 Ablesung des Schneezutrages

Im Zuge der Kottas-Traverse 1985/86 wurden von H. Miller und G. Patzelt an einem Teil der Markierungsstangen der Trasse Meßmarken zur Bestimmung des Schneezutrages angebracht. Im Rahmen der Ekström-Traverse 1987 wurden zwischen dem Depot bei KM 220 und dem Punkt KM 105 im Februar 1987 106 Meßmarken vorgefunden und abgelesen; weitere Marken waren zwischen KM 65 und KM 50 vorhanden. Von KM 275 bis KM 50 der Kottas-Trasse wurden an allen Stangen in einer Höhe von 120 cm über der Schneeeoberfläche neue Meßmarken angebracht, und die Länge aller Stangen über der Schneeeoberfläche gemessen. Im allgemeinen beträgt die Entfernung zwischen 2 Markierungsstangen 500 m.

Die Schneezuwachsraten von Februar 1986 bis Februar 1987 geben einen ersten Hinweis auf die räumliche Verteilung der Akkumulation. Abb. 1.13 zeigt die an den einzelnen Markierungsstangen ermittelten Meßwerte sowie die Mittelwerte für Strecken von jeweils 10 km. Von KM 220 bis KM 170 ist ein erheblicher Anstieg im Schneezuwachs zu erkennen. Im Mittel der Strecke von KM 170 bis KM 105 beträgt der Jahreszuwachs etwa 80 cm Schnee, was mit den in den Schneeschächten gemessenen Dichtewerten einer Akkumulation von mehr als 300 mm im Zeitraum Februar 1986 bis Februar 1987 entspräche. Die Ablesungen zwischen KM 50 und KM 65 zeigen eine mittleren Schneezutrag von 50 cm. Die Längen der nicht markierten Fahnenstangen über der Schneeeoberfläche im Bereich von KM 65 bis KM 90 lassen auf ähnliche Zuwachsraten schließen.

Auffällig ist in Abb. 1.13 die große Streuung der Meßwerte im Bereich des Anstiegs der Kottas-Trasse (KM 130 bis KM 170). Diese Variationen lassen einen Zusammenhang mit der Topographie erkennen. Bei Verflachungen im Anstieg ist der Schneezutrag deutlich größer als auf den stärker geneigten Flächen, wobei offensichtlich bereits geringfügige Neigungsänderungen eine Rolle spielen. Diese Fragestellung sollte noch detaillierter untersucht werden. Weitere Ablesungen der Meßmarken sind dafür wünschenswert. Die Voraussetzung dazu wurden durch Anbringen neuer Meßmarken an allen Wegmarkierungsstangen geschaffen.

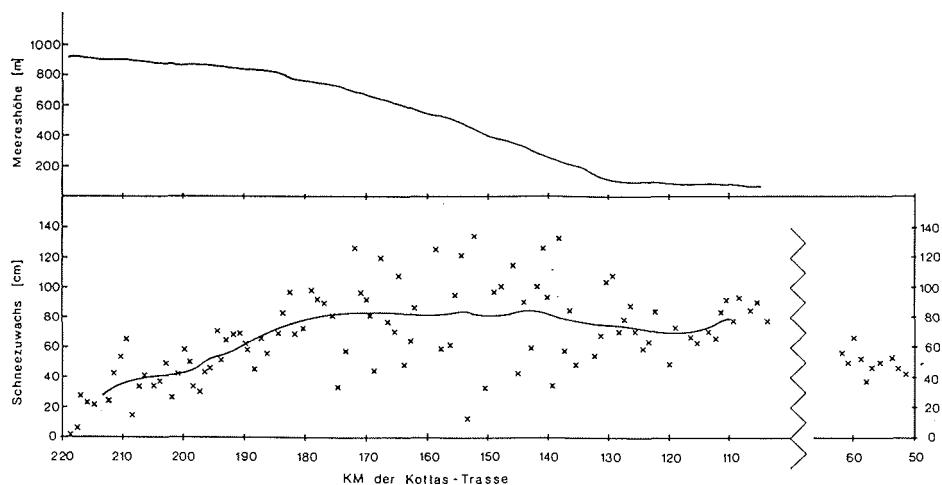


Abb. 1.13: Höhenprofil entlang der Kottas-Trasse (oben) und Schneezuwachs (unten) von Februar 1986 bis Februar 1987. Der Schneezutrag wurde aus Ablesungen von Meßmarken an den Markierungsstangen der Trasse bestimmt.

Fig. 1.13: Elevation profile of the Kottasroute (below) and snow accumulation (down) throughout February 1986 to February 1987. The values of accumulation were determined by stack readings.

1.4.3.4 Flachbohrungen

Die Flachbohrungen wurden mit einem Handbohrer nach Rufli (Universität Bern), der mit SIPRE-Messern versehen war, durchgeführt. Bei den in Tab. 1.5 aufgeführten Flachbohrungen wurden Kernproben aus Tiefen bis zu 10,27 m gewonnen; in den 10-m-Firnkernen dürften 20 bis 30 Jahreschichten enthalten sein, so daß repräsentative Akkumulationswerte abgeleitet werden können. Die meist sehr gute Kernqualität wird eine problemlose Probenaufbereitung bzw. Dekontamination für die Isotopen- und Ionenanalysen ermöglichen. Wegen der größeren Festigkeit der oberflächennahen Firnschichten und der bis zu 15 cm starken Eislagen auf dem Ekström-Schelfeis (siehe Abschn. 1.4.3.2) war ab der Position KM 125 in Richtung Schelfeiskante die Entnahme der Proben aus den Schächten nur schwer möglich. Die Probennahme erfolgte deshalb an den vorgesehenen Positionen fast ausschließlich durch Handbohrungen. Die so beprobten Tiefenbereiche an den Arbeitspunkten sind ebenfalls in Tab. 1.5 angegeben.

Die klimatologisch relevante 10-m-Firntemperatur konnte an 10 Positionen entlang der Trasse mit einem Pt-100-Temperaturfühler gemessen werden. In Tab. 1 sind die 10-m-Temperaturen, die als repräsentativ für die mittlere Lufttemperatur angesehen werden, angegeben. Die Abnahme der Temperaturwerte im Bereich zwischen KM 125 und KM 180 fällt mit dem Anstieg zum Ritscher-Hochland zusammen (vgl. Abb. 1.13).

1.4.4 Trigonometrisches Nivellement 1987 auf dem Ekström-Schelfeis (A. Karsten, B. Ritter)

Durch das trigonometrische Nivellement 1987 auf dem Ekström-Schelfeis konnten entlang eines 225 km langen Profiles (Kottas-Trasse s. Anlage A 1) von der Atka-Bucht bis an die Bohrstelle im Ritscher-Hochland Punkthöhen über dem Meeressniveau und deren Lagekoordinaten in Abständen von etwa 1 km ermittelt werden. Jeweils nach rund 10 km wurden Höhenbalisen vermarkt und signalisiert. Eine flächenhafte Höhenaufnahme in der Umgebung des Bohrcamps BC-1 (45 km Nivellement) und Profilmessungen auf dem südlichen Ekström-Schelfeis (75 km) ergaben zusätzliche Höhen- und Lageinformationen abseits der Kottas-Trasse.

Die Höhengenauigkeit benachbarter Punkte kann mit ± 3 bis ± 5 cm angegeben werden. Diese Genauigkeit erwies sich als durchaus befriedigend für die Belange der Glaziologie, Geophysik und Meteorologie.

1.4.4.1 Meßverfahren und instrumentelle Realisierung

Das motorisierte trigonometrische Nivellement mit gegenseitig-gleichzeitigen Zielungen bei einem mittleren Punktabstand von 1 km gewährleistet die Einhaltung der angegebenen Genauigkeiten auch bei Wetterlagen mit normal variierenden Refraktionsverhältnissen und gestattet außerdem die Bestimmung mittlerer Refraktionskoeffizienten. Die Lagekoordinaten werden durch einen Polygonzug ermittelt. Zur Beschleunigung des Meßvorganges wurden

die Instrumentenstandpunkte und die Zielpunkte direkt auf den beiden von Skidoos gezogenen Nansenschlitten eingerichtet (Abb. 1.14). Die schnelle Horizontierung der Meßgeräte wurde durch ein bewährtes Kugelkopfsystem ermöglicht. Für die Richtungs-, Zenitwinkel- und Streckenmessungen standen zwei elektronische Tachymeter (Wild Theomat T 2000 mit aufgesetztem Entfernungsmesser Distomat DI5) zur Verfügung. Die Speicherung der Meßdaten geschah mit Registriereinheiten Wild GRE3.

Zwei Zielzeichen/Reflektor-Kombinationen auf jedem Schlitten über und unter dem Instrument, mit konstantem Abstand ermöglichen die Bestimmung doppelter Strecken, Richtungen und Höhenunterschiede und damit eine Kontrolle für jeden Beobachter. Eine Überwachung der Standfestigkeit der Schlitten mit den Instrumenten (Einsinken, Schlittendrehung) wurde durch Kontrollstäbe mit Zielzeichen und Reflektor erreicht, die im Abstand von 25-50 m vom Schlitten gesetzt wurden und bei Beginn einer Messung und vor dem Verlassen der Station angezielt wurden. Das vordere Instrument, von dem als erstes der Rückblick erfolgte, blieb unverändert bis zur Durchführung des Vorblickes zu dem während der Wartezeit um 2 km vorgerückten Schlittenzuges. An den Kontrollstäben wurden außerdem geophysikalische Messungen (Gravimetrie, Magnetik) durchgeführt. Eine Strecke zwischen zwei Kontrollstäben wurde jeweils zur überbestimmten Höhen- und Lageübertragung von zwei Beobachtungstagen verwendet. Die Schlittenzüge konnten dadurch nach der letzten Tagesmessung beliebig bewegt und zusammen beim Zelt geparkt werden.

1.4.4.2 Durchführung und vorläufige Ergebnisse

Mit diesem Meßverfahren wurde vom 24.01.-01.02.1987 das oben beschriebene Höhenprofil aufgenommen und noch im Bohrcamp BC-1 roh ausgewertet. Dieses Höhenprofil ergab einen ersten Überblick und eine Planungs- und Arbeitsunterlage für die Arbeiten der Glaziologen und Geophysiker während der Rückreise entlang der Kottas-Trasse (Abb. 1.15).

In der Regel konnten Zielweiten von 1 km erreicht werden. Sie mußten zuweilen verkürzt werden, wenn die Topographie keine 1-km-Sicht ermöglichte oder wenn Schneefall, Whiteout oder extreme Refraktionsverhältnisse kürzere Abstände erzwangen.

Die Erfahrungen während der Messung bis zum Bohrcamp BC-1 zeigten, daß die Standsicherheit der Schlitten auf der verhältnismäßig harten und von Sastrugis stark überformten Schneeoberfläche die Kontrollstäbe überflüssig machten. Deswegen wurden alle weiteren Messungen nur noch über die Meßschlitten durchgeführt.

Weitere Höhenmessungen umfaßten zwei größere Schleifen (je ca. 21 km) im Bereich des Bohrcamps BC-1 auf dem Ritscher-Hochland zur weiträumigeren Erfassung der Topographie um die Bohrstelle (02.02.-05.02.) und die Profilaufnahme im Arbeitsgebiet (Deformationsdreiecke und Transitmessungen) der Gruppe im südlichen Bereich des Ekström-Schelfeises (07.02.-24.02.87) (Abb. 1.13). Der Schleifenschlußfehler in dem Polygon über die Höhenfestpunkte 9050 - 11050 - 11040 - 9040 - 9050 liegt nach der rohen

Feldauswertung bei 0,60 m und ist damit höher als eingangs geschätzt. Allerdings wurde das 70 km lange Polygon im Laufe von vier Tagen beobachtet, die sich über mehrere Wochen verteilen. Durch die endgültige Auswertung werden die Refraktionsverhältnisse an allen Beobachtungen gut beschrieben werden können.

Für den Polygonzug von der Atka-Bucht bis zum Bohrcamp BC-1 können Lagekoordinaten in einem örtlichen System angegeben werden. Von den 21 am Ende der Meßperiode um 1,5 m aufgestockten Höhenbalisen wurden 10 durch absolute Lagemessungen (GPS, Transit) bestimmt. Über diese 10 Stützpunkte sind für alle Balisen und Kontrollstäbe absolute Lagekoordinaten (\varnothing) oder transformierte ebene Koordinaten, z.B. in der Lambert-Abbildung, angebar. Die zusätzlichen Profilmessungen sind durch drei weitere Lagedestpunkte gestützt. Höhenergebnisse der Satellitenverfahren (ellipsoidische Höhen) können mit den Nivellementergebnissen (Höhen über dem Geoid) in 13 Punkten verglichen und analysiert werden.

Der Arbeitsfortschritt mit dem beschriebenen Meßverfahren ist in sehr hohem Maße abhängig von der Fahrgeschwindigkeit beim Umsetzen vom rückwärtigen zum vorderen Instrumentenstandpunkt. Die Fahrgeschwindigkeit richtet sich vornehmlich nach der Oberflächenbeschaffenheit. Im Arbeitsgebiet auf dem Ekström-Schelfeis wurden unabhängig von der Zielweite zwischen 0,5 und 1 km etwa 4 km/h Arbeitsfortschritt erreicht. Lediglich in einem Profil (904-1104), wo deutlich günstigere Fahrbedingungen angetroffen wurden, konnte die Arbeitsleistung auf 4,5 km/h gesteigert werden.

Das Meßsystem wurde auch erfolgreich bei einer Routenaufnahme entlang des Profiles 905-904 erprobt. Eine nördlich des Profiles deutlich erkennbare Auswerfung der Oberfläche konnte lage- und höhenmäßig erfaßt werden.

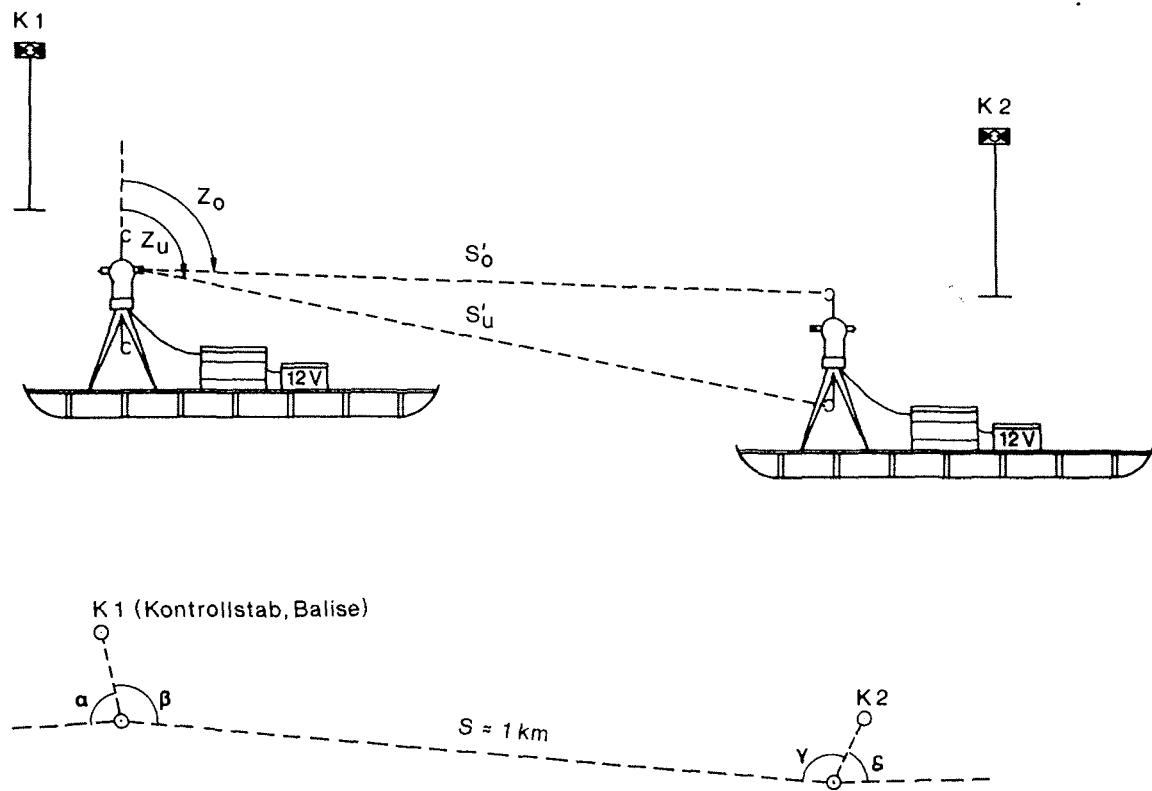


Abb. 1.14: Trigonometrisches Nivellement: Meßprinzip mit 2 auf Nansen-schlitten befestigten Theodoliten mit Distanzmeßgeräten.

Fig. 1.14: Measuring procedure for trigonometric levelling. 2 theodolites and electronic distance measuring instrument fastened on two Nansen sledges. K1, K2: reference-rod

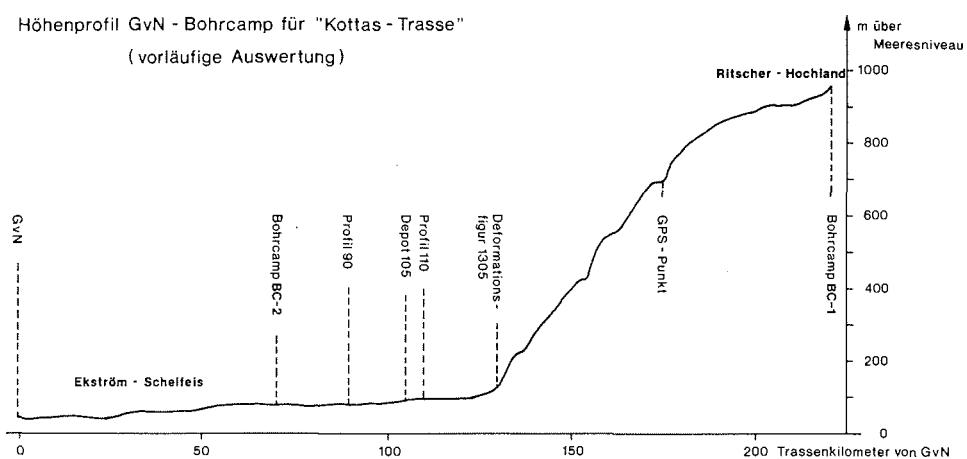


Abb. 1.15: Höhenprofil entlang der Kottas-Trasse von GvN bis Bohrcamp BC-1 (s. Anhang A.1).

Fig. 1.15: Elevation profile along the marked-out Kottas route from GvN to the first drilling camp BC-1 (annex A.1)

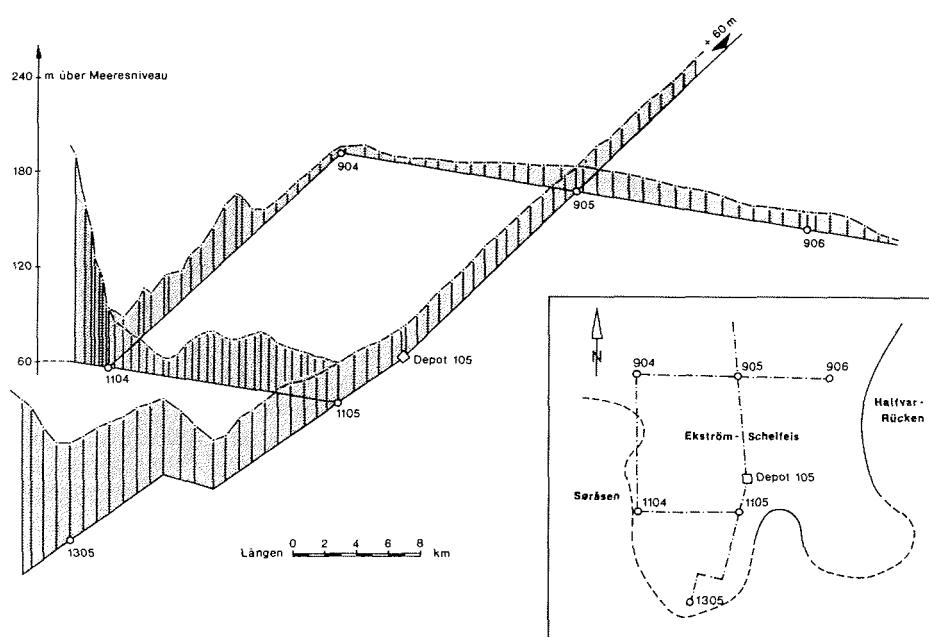


Abb. 1.16: Höhenprofile auf dem südlichen Teil des Ekström-Schelfeises.

Fig. 1.16: Elevation profiles in the southern part of Ekström Ice Shelf.

1.4.5 Satellitengestützte Positionsbestimmungen zur Ermittlung der Eisbewegung (H. Ehrhardt, H. Hinze, W. Oswald, H.W. Schenke, L. Timmen)

1.4.5.1 Positionierungssysteme und Empfangsanlagen

Informationen zum Bewegungsverhalten von Eiskörpern bilden einen wichtigen Beitrag im Rahmen von Massenhaushaltsuntersuchungen. Betrag und Richtung der Eisbewegung können aus wiederholten, mit Satellitenverfahren vorgenommenen Positionsbestimmungen abgeleitet werden.

Weltweit- und damit auch in der Antarktis - stehen derzeit zwei satellitengestützte Positionierungssysteme zur Verfügung. Die Satelliten treten dabei aktiv als Sender von Systeminformationen und Meßsignalen auf. Die Daten und Meßwerte werden von Empfängern registriert und ausgewertet.

Beim bereits seit Jahrzehnten bewährten Transit-Navigationssystem wird das empfangene, aufgrund des Dopplereffektes frequenzverschobene Signal mit einer geräteinternen Referenzfrequenz verglichen und ausgewertet. Dieses System wird vom Global Positioning System (GPS) abgelöst, für das die Testphase erfolgreich abgeschlossen ist. Mit der Wiederaufnahme der Shuttle-Missionen Anfang 1988 wird das GPS zur vollständigen Verfügbarkeit ausgebaut. Bei diesem System können verschiedene Meßverfahren eingesetzt werden. Die direkte Entfernungsmessung zwischen Sender und Empfänger (Pseudoentfernungsmessung) bzw. Messung der Phase des Trägersignals ist das wichtigste Meßverfahren des einzigen bislang in der Antarktis eingesetzten Empfängertyps Texas Instruments TI4100.

Die kurze Beobachtungszeit von GPS-Daten ist dabei von erheblichem Vorteil verglichen mit den klassischen Methoden der Lagebestimmung, aber auch gegenüber dem Transit-System. Einer GPS-Meßdauer von einer halben Stunde steht dabei bei gleichem Genauigkeitslevel eine Transit-Registrierung (z.B. mit Magnavox MX1502) von über 24 Stunden gegenüber.

Die Satellitenempfänger wurden im Felde auf Schlitten oder im Flugzeug betrieben und mit Batterien (TI4100: 24 VDC, bzw. MX1502: 12 VDCS versorgt. Der Empfänger berechnet die dreidimensionale Position bereits im Felde, so daß z. B. die geographischen Koordinaten des Standpunktes im WGS72 abgelesen werden können. Eine hohe Koordinatengenauigkeit wird erst bei der Mehrstationsauswertung am Rechner erzielt (Post-Processing). Die Genauigkeit der on-line abgelesenen Koordinaten ist in jedem Fall nicht besser als 30 m. Aus diesem Grund werden hier auch keine Höhen aufgeführt.

1.4.5.2 Eisgeschwindigkeiten

Der Koordinatenunterschied und die Zeitdifferenz zwischen den Meßepochen liefern die Bewegung des Stationspunktes. Das Zeitintervall zwischen den GPS-Positionierungen auf dem Ekström-Schelfeis war dabei groß genug zu wählen, um die Eisbewegung signifikant ermitteln zu können.

Bei einer vorab geschätzten Bewegungsrate von 150 m/a und einem Zeitintervall von 10 Tagen sollten die Koordinaten der Standpunkte auf dem Eis besser als 0,2 m bestimmt werden. Diese Genauigkeitsforderung wird im Mehrstationsmodus erfüllt, bei dem alle Meßwerte der Schelfeis-Stationen in Bezug zu den gleichzeitig gewonnenen Meßdaten einer während der Meßkampagne permanent betriebenen festen Referenzstation gesetzt werden. Nach einer Meßdauer von 30 Minuten kann man Relativkoordinaten zu einer mehrere 100 km entfernten Station auf 0,1 m genau erhalten.

1.4.5.3 Durchführung der Messungen auf dem Schelfeis

Die gegenwärtig vorhandenen Satelliten des GPS boten für die Antarktis eine nur zwischen 12 und 18 Uhr GMT günstige Überdeckung. Diese als GPS-Beobachtungsfenster nutzbare Zeit war von den Arbeitsgruppen entsprechend einzuhalten. Im zweiten GPS-Fenster zwischen 1 und 6 Uhr GMT war die Geometrie der Satellitenkonstellationen ungünstiger. Auf dem Ekström-Schelfeis befanden sich bis zu drei TI4100-Empfänger bzw. zwei MX1502-Transitempfänger im Einsatz. Auf den Punkten P0 der Deformationsfiguren (vgl. Abb. 1.19) und weiteren Stationen wurden - meistens zu mindestens zwei Epochen - die Meßwerte aufgezeichnet. Die Verteilung der Stationen auf dem Schelfeis ist Abb. 1.17 zu entnehmen. Für die Eismassenbilanzierung fanden auch Positionierungen im Einzugsbereich des Ekström-Schelfeises statt.

Weitere GPS-Meßeinsätze wurden an der Schelfeiskante zwischen Atka-Bucht und Halley Station zur Paßpunktbestimmung für die Luftbildphotogrammetrie durchgeführt. Als Teil des Flugprogrammes auf dem Filchner-Schelfeis wurden u.a. Messungen auf den 1986 erstmalig positionierten Gitterpunkten wiederholt.

Die on-line-Koordinaten von geographischer Breite und Länge der Deformationsfiguren (Punkt P0) sind im Bericht zur Strainbestimmung (s. Abschn. 1.4.6, Tab. 1.8 aufgeführt; hier sind in Tab. 1.7 die Koordinaten der anderen Meßpunkte auf dem Schelfeis oder in dessen Einzugsbereich aufgelistet.

Der Abstand zwischen erster und zweiter Meßepoche der Schelfeispunkte betrug im Mittel 14 Tage, wobei das maximale Zeitintervall der GPS-Messungen bei 26 Tagen lag. Abb. 1.8 zeigt die zeitliche Verteilung der GPS- bzw. Transit-Registrierungen.

1.4.5.4 Referenzstationen

Eine permanent betriebene Station auf festem Untergrund bei der südafrikanischen Sommerstation Grunehogna (GRU; 72° 02' S, 02° 50' W) diente vom 26.1. bis zum 18.2.87 als Referenzstation für beide Positionierungssysteme. Danach wurden die Anlagen bis zum 1.3.87 in der Georg-von-Neumayer-Station installiert, die Antennen wurden auf dem Trepenturm aufgebaut (Station GVN).

Eine weitere feste GPS-Referenzstation wurde vom 25. 1. bis zum 24.2.87 bei der Station O'Higgins auf der antarktischen Halbinsel (OHG; 63° 19' S, 57° 54' W) betrieben. Die Messungen der 2500 km voneinander entfernten Stationen GRU und OHG dienen als Null-Messung einer Studie der Geodynamik im Bereich der Antarktischen Platte. Im Zusammenhang mit der geplanten Filchner-III-Programm war ursprünglich die Linie O'Higgins - Belgrano II über eine Distanz von 1800 km vorgesehen. Folgemessungen dieser Basislinie sind im Abstand mehrerer Jahre vorgesehen.

Die simultan registrierten Daten der beiden festen Stationen werden außerdem Untersuchungen zur Verbesserung der Satelliten-Bahnenhemeriden ermöglichen und auch damit zur Studie der Eisbewegungen beitragen.

- 85 -

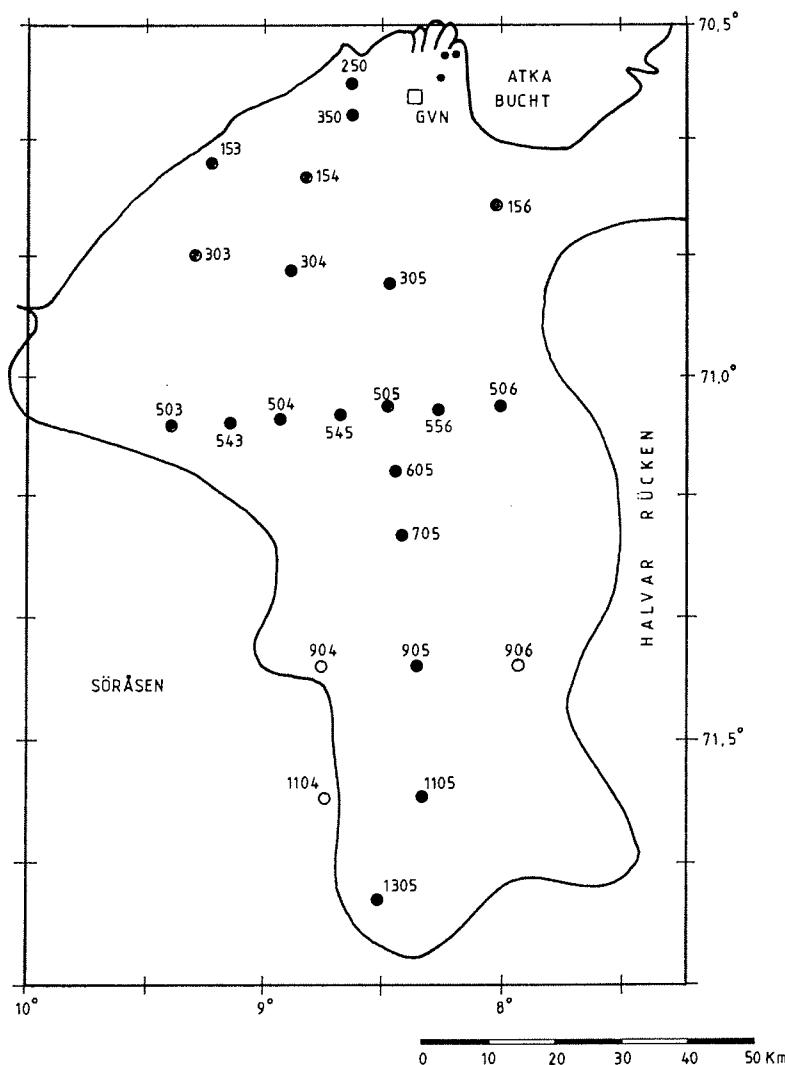


Abb. 1.17: Stationen zur Bestimmung der Bewegung des Ekström-Schelfeises 1987.

Meßepochen mit GPS bzw. Transit: offene Kreise - nur eine Meßepochen, geschlossene Kreise - mindestens zwei Meßepochen.

Mercatorprojektion, Bezugsbreite: 71° 05' S.

Groundinglinie nach IfAG (K. Brunk, DGK E 24, II. Teil, Karte 3, Frankfurt 1986).

Fig. 1.17: Stations for measurements of the movement of the Ekström Ice Shelf in 1987 by means of GPS and Transit, respectively.

open circles: only 1 period of measurement.

closed circles: at least 2 periods of measurement.

Mercator projection, related to 71°05' S.

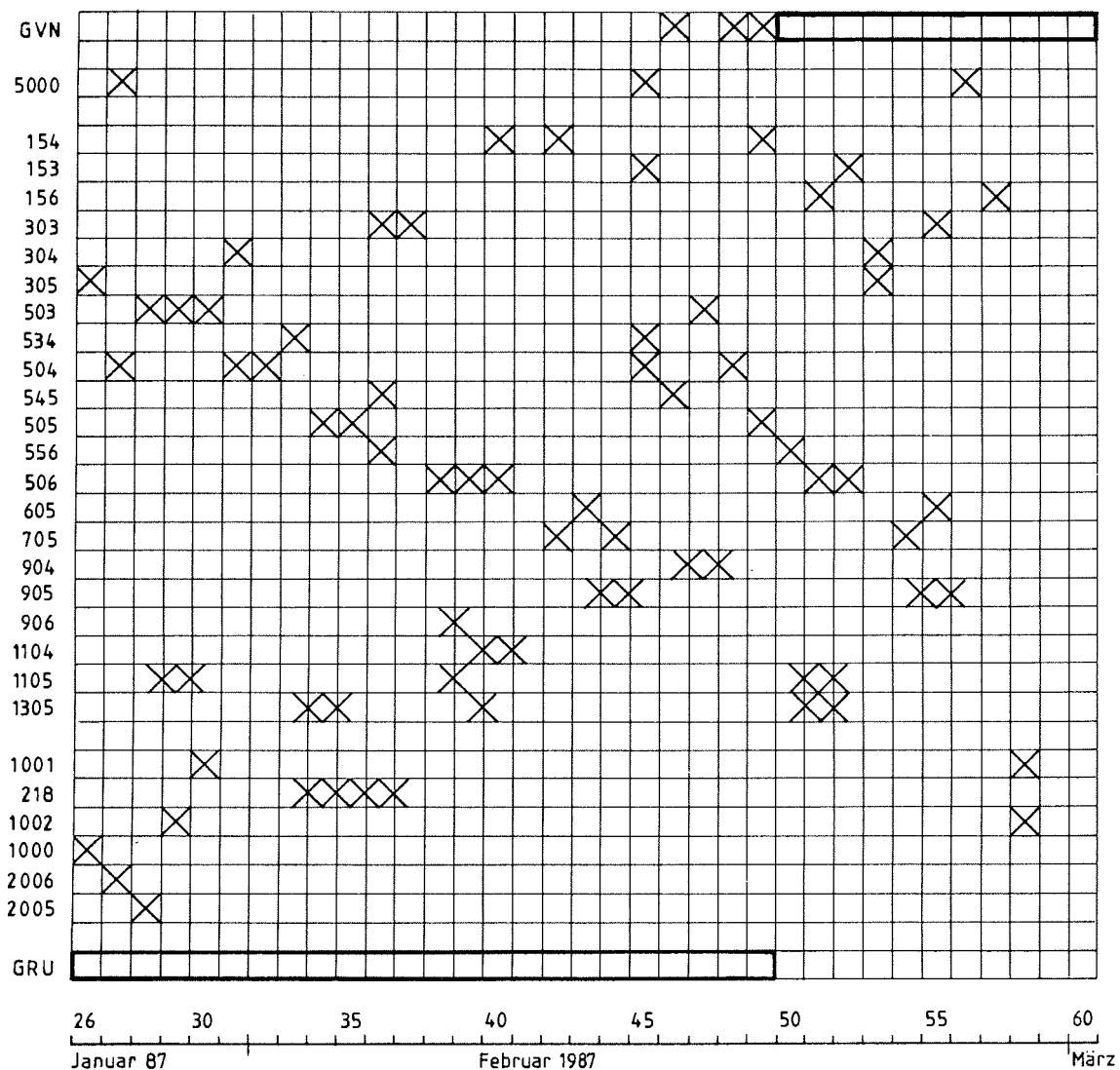


Abb. 1.18: Gleichzeitige Satelliten-Beobachtungen auf dem Schelfeis mit den Referenzstationen Grunehogna (GRU) und Georg-von-Neumayer-Station (GVN).

Fig. 1.18: Simultaneous satellite observations on the ice shelf and at the reference stations Grunehogna (GRU) and Georg-von-Neumayer-Station (GVN).

Station	φ ($^{\circ}$ 'S)	λ ($^{\circ}$ 'W)	Bemerkungen, Beob.Datum 1987 (evtl. 1. Epoche)
5001	70 31.25	8 16.00	Deformationsfigur (Pentagon) am Inlet,
5003	70 31.65	8 17.40	} mehrere Epochen 1987
GVN	70 36.15	8 21.85	Neumayer, Treppenturm, bewegte Referenz 1987
120	70 32.40	8 17.10	Deformationsfigur (Dreieck), 26.2.87
250	70 35.05	8 37.70	- " - 28.2.87 (23.10.86)
350	70 37.65	8 37.65	- " - 28.2.87 (19.9.86)
534	71 3.90	9 8.45	Geschwindigkeitspunkt, zwei Epochen 1987
545	71 3.40	8 40.80	- " - " -
556	71 2.90	8 16.05	- " - " -
605	71 7.95	8 26.70	- " - " -
1001	72 5.75	8 48.60	- " - " -
1002	72 30.30	9 5.60	- " - " - Bohrlokation
1000	72 51.45	11 37.70	- 26.1.87 B10,B11
2006	73 11.65	9 41.30	- " - 27.1.87 (18.1.86)
2005	73 22.35	9 41.80	- " - 28.1.87 (16.1.86)
	71 17.75	3 56.55	zwischen Boreas und Passat, fester Punkt (Gravimetrie)
GRU	72 1.90	2 49.55	Grunehogna, fester Referenzpunkt 1987
OHG	63 19.25	57 54.05	O'Higgins, - " -

Tab. 1.7: Positionierungen mit TI 4100 (geographische Breite und Länge im WGS72, on-line-Koordinaten auf 5/100' gerundet).

Tab. 1.7: Positioning with the aid of TI 1400.

1.4.6 Strainbestimmung auf dem Ekström-Schelfeis (K. Hinze, A. Karsten, K. Lindner, W. Oswald, B. Ritter, L. Timmen)

1.4.6.1 Vorbemerkungen

Der geodätische Teil der Ekström-Schelfeis-Kampagne 1987 umfaßte zwei unterschiedliche Aufgabenstellungen. Zum einen sollten durch GPS- und Doppler-Transit-Messungen die absolute Lage einer Reihe von flächenhaft angeordneten Punkten und erste Informationen über deren Bewegungsrate ermittelt werden. Zum anderen sollte eine Bestimmung des Strains, also des Verformungsverhaltens des Schelfeises an der Oberfläche, im Bereich dieser Positionspunkte erfolgen. Über diese Arbeiten wird hier berichtet.

Die Feldarbeiten, d.h. sowohl die Absolutbestimmungen als auch die Relativmessungen zur Strainbestimmung, wurden von drei 2-Mann-Gruppen ausgeführt, die getrennt voneinander jeweils selbständig operierten.

1.4.6.2 Zielsetzung und Wahl der Strainfiguren

Die Anlage der Positionspunkte und Strainfiguren erfolgte entlang der Trasse von der Georg-von-Neumayer-Station in Richtung Süden ("Kottas-Trasse") in Abständen von 20 km und in Ost-West-Richtung in Abständen von 15 km.

Als Strainfigur diente das gleichseitige Dreieck mit Zentralpunkt (Abb. 1.19). Um die Messungen ausreichend kontrollieren zu können, wurde in der Höhe des Zentralpunktes P1 ein Kontrollpunkt P5 eingerichtet, von dem die Ausmessung des Dreiecks in genau der gleichen Weise erfolgte wie von P1 aus. Auf dem Punkt P0 erfolgte die absolute Positionsbestimmung mit einem Satellitennavigationssystem. Bei der Wahl der Größe des Dreiecks war davon ausgegangen worden, daß einerseits der radiale Abstand der Eckpunkte vom Zentralpunkt länger als die geschätzte Tiefe des Schelfeises sein soll und daß andererseits die Figur nur so groß sein darf, daß innerhalb ihrer Fläche homogenes Strainverhalten angenommen werden kann. Das der Auswertung zu Grunde liegende mathematisch-physikalische Modell setzt homogenen Strain innerhalb der Figur voraus.

1.4.6.3 Durchführung der Messungen

Für die Außenarbeiten stand der Zeitraum 24.1. bis 25.2.87 zur Verfügung.

Die Vermarkung der sechs Punkte jeder Figur erfolgte in bewährter Weise mit Alu-Balisen, die gegen Einsinken mit einer Verankerung versehen wurden. Auf den Punkten P2, P3 und P4 dienten die Balisen als Träger für die Zielzeichen der Winkel- und Streckenmessungen.

Zusätzlich zu den Messungen von Richtungen, Zenitwinkeln und Strecken auf den Punkten P1 und P5 mußte eine absolute Richtungsorientierung der Figur

vorgenommen werden. Die Bestimmungen der geographischen Azimute (Abb. 1.19) erfolgten in Abhängigkeit von der Wetterlage mittels Sonnenazimutbeobachtungen oder durch Kreiselmessungen. Dabei wurde, wenn irgend möglich, den Sonnenbeobachtungen der Vorzug gegeben, weil diese den Kreiselorientierungen gegenüber eine höhere Genauigkeit liefern. Kompaß- oder Bussolenorientierungen erfüllen die Genauigkeitsforderungen für die Azimutbestimmung nicht, insbesondere deshalb, weil die Mißweisung mit einer zu großen Unsicherheit behaftet ist.

1.4.6.4 Vorläufige Ergebnisse

Insgesamt sind in dem o.g. Zeitraum 18 Strainfiguren angelegt worden, von denen 13 in zwei Epochen beobachtet wurden (Abb.2). In 15 Figuren konnte die absolute Orientierung mit Hilfe von Sonnenbeobachtungen erreicht werden. Die Beobachtungsgenauigkeiten betrugen

- Sonnenazimutbestimmung = 0,002 gon
- Kreiselazimutbestimmung = 0,030 gon

Die Richtungs- und Zenitwinkelmessungen erfolgten mit Sekundentheodoliten (KERN DKM 2 AE und WILD T2). Für die Streckenmessungen waren KERN DM 504, WILD DI 20 und DI 5 sowie in Einzelfällen das KERN Mekometer ME 3000 im Einsatz. Die Kreiselmessungen erfolgten ausschließlich mit WILD GAK1. Die Genauigkeit der beobachteten Richtungen und Zenitwinkel ist jeweils besser als $\pm 0,5$ mgon, die der Strecken besser als ± 5 mm.

Als Vergleichsmaß für den Strain wurden die auf das Zeitintervall von einem Jahr normierten Größen große Halbachse ($1+e_1$), kleine Halbachse ($1+e_2$) und Richtung q_1 der großen Halbachse der Strainellipse berechnet. Für alle 13 in zwei Epochen beobachteten Strainfiguren sind die vorläufigen Werte e_1 , e_2 und Q_1 in Tab. 1.8 zusammengestellt.

Auf Zenitwinkelmessungen und Absolutorientierungen wurde bei den Messungen der zweiten Epoche verzichtet.

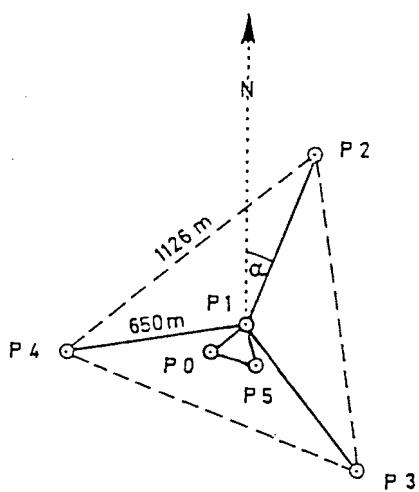


Abb. 1.19: Das gleichseitige Dreieck mit Zentralpunkt als Strainfigur.

Fig. 1.19: The equilateral triangle with central points as it was used as a deformation figure (strain rosette).

Punkt	geogr. Koordinaten		Datum der Messung	Zeit-intervall	θ_1	$\dot{\epsilon}_1$	$\dot{\epsilon}_2$
	ϕ [° '"]	λ [° '"]		[d]	[gon]	[10^{-3} /a]	[10^{-3} /a]
153	-70 41 53	-9 13 20	14.2.87 25.2.87	11	102	+2.0	+0.8
154	-70 43 08	-8 49 23	9.2.87				
156	-70 45 26	-8 01 24	21.2.87				
303	-70 49 48	-9 17 08	5.2.87 24.2.87	19	155	+1.2	+0.9
304	-70 51 02	-8 53 02	31.1.87 23.2.87	23	102	+1.5	+0.6
305	-70 52 16	-8 28 08	26.1.87 24.2.87	29	113	+2.7	-0.1
503	-71 04 07	-9 23 55	30.1.87 16.2.87	17	193	+9.2	-8.1
504	-71 03 41	-8 56 08	1.2.87 14.2.87	13	11	+1.2	+0.2
505	-71 02 40	-8 28 38	5.2.87 18.2.87	13	113	+1.5	+0.1
506	-71 02 34	-8 00 21	8.2.87 21.2.87	13	146	+3.9	-2.5
705	-71 13 18	-8 24 46	12.2.87 23.2.87	11	160	+1.9	-0.9
904	-71 24 10	-8 45 33	16.2.87				
905	-71 24 06	-8 20 50	13.2.87 23.2.87	10	49	+0.5	-0.4
906	-71 24 00	-7 55 57	19.2.87				
1104	-71 34 49	-8 44 20	11.2.87 24.2.87	13	24	+0.9	-4.2
1105	-71 34 43	-8 19 31	9.2.87 22.2.87	13	158	+3.1	-1.3
1305	-71 43 12	-8 31 17	8.2.87 20.2.87	12	10	+8.0	-10.4
218	-72 30 18	-9 05 36	3.2.87				

Tab. 1.8: "Vorläufige" Ergebnisse der Strainbestimmung auf dem Ekström-schelfeis.

Tab. 1.8: "Preliminary" Results of strain measurements on the Ekström Ice Shelf in 1987.

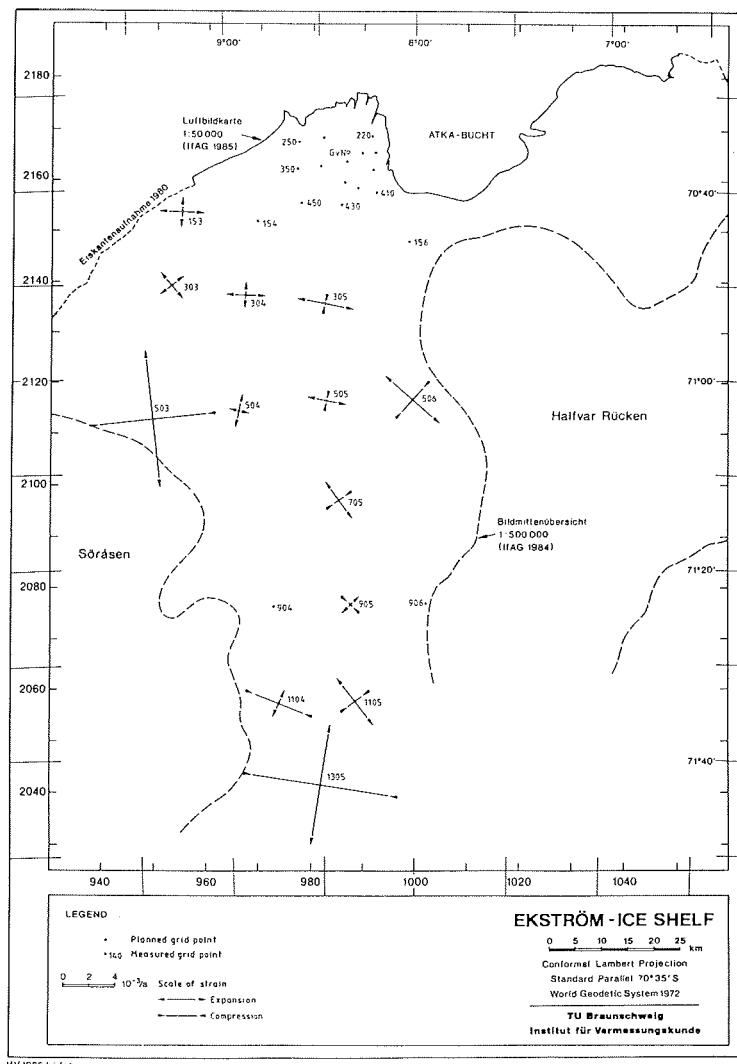


Abb. 1.20: Lage der Strainfiguren auf dem Ekström-Schelfeis und vorläufige Ergebnisse der Strainbestimmung.

Fig. 1.20: Location of the deformation figures on the Ekström Ice Shelf and preliminary results of the strain measurements.

1.4.7 Seismische, gravimetrische und magnetische Messungen entlang der Ekström-Traverse (N. Kaul, A. Unterschütz)

1.4.7.1 Gravimetrie

Entlang der Ekström-Traverse, mit den durch das Nivellement präzise vermessenen Höhen, wurden Schweremessungen mit einem Lacoste & Romberg Gravimeter durchgeführt. Der Meßpunktabstand betrug meist 1 km, einige Meßpunkte wurden auch dichter gesetzt. Die ersten 15 km südlich der Georg-von-Neumayer-Station konnten allerdings nicht vermessen werden, da starker Swell das Gerät von Anschlag zu Anschlag schwingen ließ.

Zur Stromversorgung, insbesondere der Gravimeterheizung, diente ein 120Ah-Akku, der durch ein Solarpanel nachgeladen wurde. Bei meist gutem Wetter konnte ein Meßfortschritt von bis zu 30 km pro Tag erzielt werden.

Um Gang und Sprünge des Gravimeters kontrollieren zu können, wurden auf dem Hinweg einige Punkte mehrfach und auf dem Rückweg vom Bohrpunkt zur Georg-von-Neumayer-Station alle 20 km Wiederholungsmessungen durchgeführt. Abb. 1.21 zeigt die Bouguerschwere für den Profilabschnitt.

1.4.7.2 Magnetik

Begleitend zur Gravimetrie wurde die Totalintensität des Erdmagnetfeldes vermessen. Dabei wurden mit einem Elsec-Protonenmagnetometer an jedem Meßpunkt 10 Meßwerte aufgenommen und gespeichert, die nach Ankunft am Bohrcamp BC-1 auf Floppydisk kopiert werden konnten. Danach wurde das Magnetometer vom 3.2. bis 7.2. zu Dauerregistrierungen eingesetzt.
(Tab. 1.11)

1.4.7.3 Seismik

An einer Reihe von Punkten der Ekström-Traverse wurden reflexionsseismische Messungen durchgeführt. Ziel war es, nicht nur die Eis- und gegebenenfalls die Wassermächtigkeit zu bestimmen, sondern möglichst auch Strukturen im Eis und im Untergrund aufzulösen. Weiterhin sollte die Geschwindigkeitsverteilung von Kompressions- und Scherwellen im Eis untersucht werden.

Zur Registrierung stand eine 20kanalige Apparatur zur Verfügung. Bei einem gewählten Geophonabstand von 50 m ergab sich eine Auslagenlänge von 950 m.

Die Schußpunkte lagen z.T. in der Auslage, z.T. bis zu 1 km außerhalb. Als seismische Quelle diente Sprengstoff, der in 10 m tiefe Löcher verbracht wurde. Es zeigte sich, daß mit einer Ladungsmenge von 0,25 kg in der Auslage und entsprechend größeren Ladungsmengen außerhalb gute Ergebnisse erzielt werden konnten, die sich durch hohen Frequenzgehalt und geringe Störungen durch Oberflächenwellen auszeichnen (Abb. 1.21).

Am Bohrpunkt BC-1 wurden kreuzende Profile in NS- und EW-Richtung aufgebaut und 30 Schußlöcher mit einem Heißwasserbohrer gebohrt. Die Registrierung des EW-Profil gelang ohne Probleme, bei der Registrierung des NS-Profil fiel leider erst das zur Aufzeichnung verwendete Bandgerät und später der Drucker/Plotter aus. Daher konnte dieses Profil nicht vollständig vermessen werden.

Im Feld gelang zunächst die Reparatur des Druckers und nach Ersatzteillieferung von der Georg-von-Neumayer-Station auch die des Bandgerätes. So konnten 7 weitere Profile (s. Tab.) bearbeitet werden. Ihre Lage ist der Anlage A1 zu entnehmen.

Tab. 1.9: Sprengseismische Messungen entlang der Kottas-Trasse während der Ekström-Traverse 1987. (Zur Lage s. Anhang A1)

Tab. 1.9: Seismic investigations during the Ekström-Traverse 1987 along the Kottas route (for location see annex A1). The table shows the measuring points (Punkt), the orientation of the profile (Richtung) length of array (Auslagenlänge), the member of shooting points (Anzahl Schußpunkte), the used geophone type (Geophontyp), and the kind of record either on tape (Band) or by a printer (Drucker).

Punkt	Richtung	Auslagenlänge	Anzahl Schußpunkte	Geophontyp	Registrierung
BC-1	EW	950 m	15	p	Band+ Drucker
	NS	950 m	7	p	Drucker
KM 143	NS	250 m	1 8fach	p	Drucker
KM 125	NS	950 m	6	p	Drucker
KM 90	NS	950 m	12	p	Band + Drucker
KM 70	EW	950 m	11	p	Band + Drucker
	NS	950 m	11	p	Band + Drucker
	NS	950 m	11	p + s	Band + Drucker
KM 50	NS	950 m	12	p	Band + Drucker

Anhand der Ausdrucke konnten bereits im Feld Eis- und Wassermächtigkeit vorläufig bestimmt werden (Tab. 1.10).

Tab. 1.10: Vorläufige Auswertung der seismischen Messungen entlang der Kottas-Trasse.

Tab. 1.10: Preliminary results of the seismic measurements. The table gives the calculated ice thickness (Eisdicke) and depth of underlaying water body (Wassermächtigkeit).

Punkt	Eisdicke	Wassermächtigkeit
BC-1	1050 m	-
KM 143	900 m	-
KM 125	850 m	-
KM 90	560 m	400 m
KM 70	500 m	620 m
KM 50	440 m	470 m

Ob ein wesentliches Eindringen des seismischen Signals in den Meeresboden oder in den das Eis direkt unterlagernden Untergrund erfolgte, ist ungewiß und kann erst nach entsprechender Bearbeitung aller Profile entschieden werden.

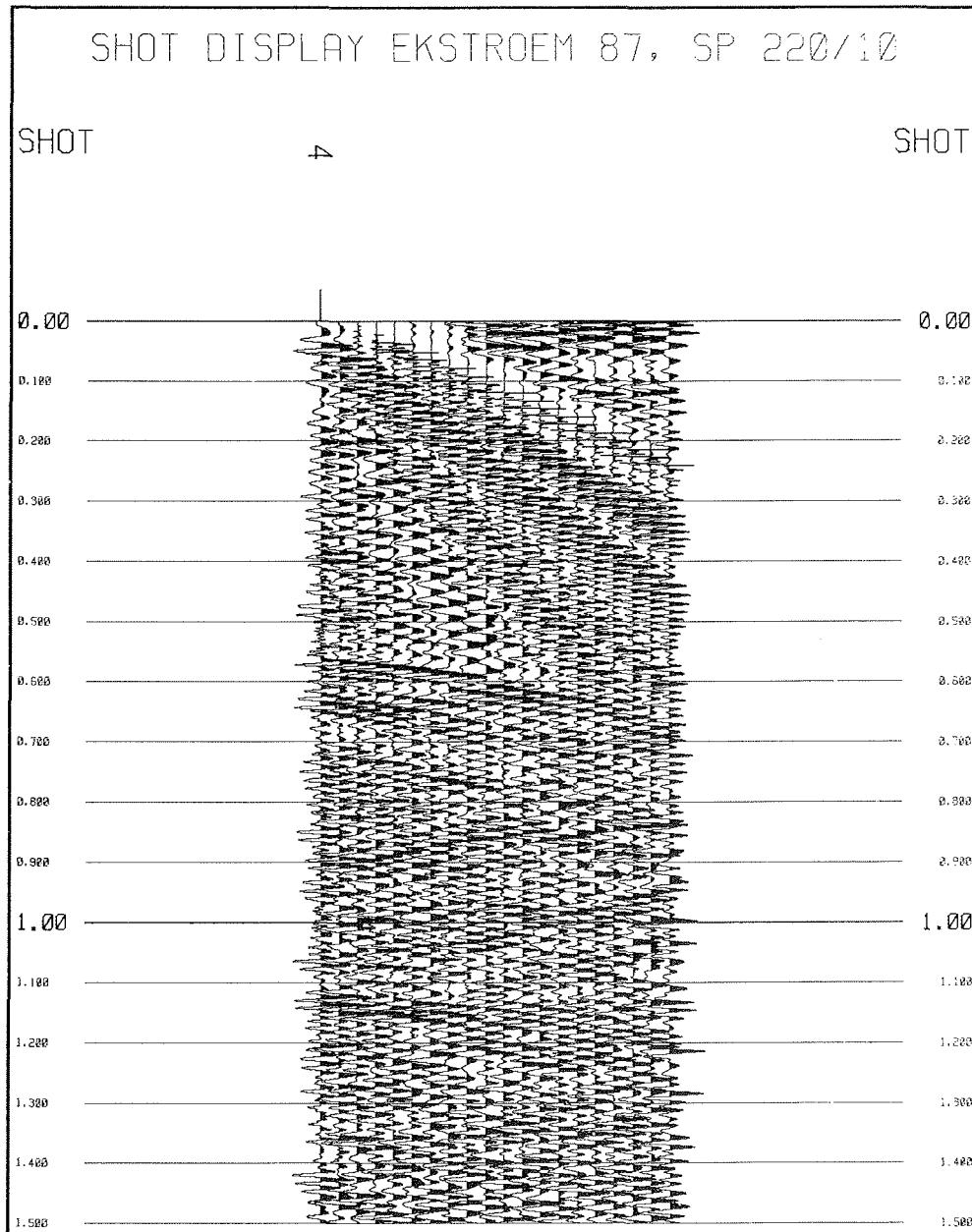


Abb. 1.21: Reflexionsseismische Registrierung am Bohrcamp BC-1 im EW-Profil

Fig. 1.21: Shot display Ekström Ice Shelf 1987, near drilling camp BC-1

1.4.8 Die Gezeitenbewegungen des Ekström-Schelfeises (W. Kobarg, R. Tonn)

1.4.8.1 Einleitung

Die Schelfeise der Antarktis unterliegen den Einflüssen der Meeresgezeiten, wobei die Bewegungsfreiheit der Schelfeise dadurch eingeschränkt wird, daß sie an den Rändern aufliegen. Gravimeter dienen zur Messung der Vertikabewegung des Eises und Tiltmeter zur Messung der Kippbewegung. Die Gezeitenregistrierungen liefern im wesentlichen zwei Informationen: Aus den Amplituden lassen sich Rückschlüsse über die Eigenschaften der Schelfeisplatte oder über lokale Einflüsse, z.B. von ice rises, ziehen. Aus dem Vergleich der Gezeitenregistrierungen an verschiedenen Orten auf dem Schelfeis kann man Auskunft über die Wege und Geschwindigkeiten der Gezeitenströmungen gewinnen.

Ursprüngliches Ziel dieser Meßkampagne war die Erfassung der Vertikal- und Horizontalbewegung des Filchner-Ronne-Schelfeises gewesen, von dem bereits aus dem Jahr 1984 (Eckstaller und Miller 1984) Erfahrungen vorlagen, die es zu überprüfen und zu ergänzen galt. Wegen des Scheiterns der Filchner-III-Kampagne wurden gleichartige Messungen auf dem Ekström-Schelfeis durchgeführt, mit dem Ziel, die Gezeitenbewegung dieses Schelfeises zu untersuchen. Auch vom Ekström-Schelfeis lagen bereits Erfahrungen vor, und zwar durch Gravimetermessungen im geophysikalischen Observatorium der Georg-von-Neumayer-Station mit einem Askania GS-15 Gravimeter des Geowissenschaftlichen Gemeinschaftsobservatoriums Schiltach seit 1982 und von Neigungsmessungen mit zwei einfachen, selbstgebauten Einkomponententiltmetern im Observatorium und im Nahbereich der Station seit 1984 (Kobarg und Lippmann, 1986).

1.4.8.2 Eingesetzte Meßgeräte und Datenerfassung

Es standen neben dem Askania-Gravimeter (GS 15) und den beiden Einkomponententiltmetern fünf LaCoste und Romberg-Gravimeter (LCR) und sieben neukonstruierte selbstgebaute Zweikomponententiltmeter zur Verfügung. Ein LCR wurde von der Universität München und drei wurden von der Universität Karlsruhe leihweise zur Verfügung stellt. Das selbstkonstruierte Tiltmeter basiert auf folgendem Prinzip: Auf einer mit drei Füßen horizontierbaren Glasplatte sind zwei Aluminiumplatten fest aufgeklebt, dazwischen hängt bifilar eine Metallplatte als Pendel, die gleichzeitig die Mittelplatte eines Dreiplattenkondensators ist. Wird das Pendel durch Neigung des Untergrunds aus der Mittenstellung ausgelenkt, äußert sich dies in einer Spannungsänderung, die aufgezeichnet werden kann und nach Kalibrierung des Gerätes in einen Winkel umgerechnet wird. Bei den Zweikomponententiltmetern sind zwei solcher beschriebenen Pendel senkrecht zueinander auf einer Glasplatte angeordnet. Die Auflösung der Tiltmeter beträgt etwa 50 Millibogensekunden, der Meßbereich ca. 20 Bogenminuten.

Zu einer Meßstation gehören ein Gravimeter, ein Zweikomponententiltmeter mit zugehöriger Elektronik, ein Rechner zur Datenerfassung sowie Akkus zur Stromversorgung, die wiederum durch Sonnenkollektoren gepuffert wurden. Zum Schutz gegen die Witterung wurden die Meßgeräte in einen ca. 1,5 m tiefen Schneeschacht gestellt. Um den Stromverbrauch durch die Gravimeterheizung etwas herabzusetzen, standen die Gravimeter unter einem mit ca. 5 cm starkem Styropor ausgekleideten Holzkasten.

Zur Datenerfassung standen vier Epson PX-4, zwei Rechner der Firma Elsa, 1 Gerät vom geophysikalischen Observatorium Fürstenfeldbruck und ein HP-CX41 mit Datalogger vom Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe zur Verfügung. Der HP-Rechner fiel wegen Mängel in der Stromversorgung aus, die Elsa-Rechner funktionierten zufriedenstellend. Die Meßdaten wurden über einen AD-Wandler erfaßt und programmgesteuert in einer RAM-Disk abgespeichert. Während dieser Kampagne wurde im Abstand von zwei Minuten gemessen. Damit war der RAM-Bereich nach zwei Wochen vollgeschrieben, und die Daten mußten auf eine Diskette ausgelesen werden. Als Terminal für diese Rechner wurde ebenfalls ein Epson-Rechner benutzt. Die Epson PX-4 sind mit einem Digitalmultimeter ausgestattet, über das ein Programm angesprochen werden kann. Da nur ein Meßkanal in das Digitalmultimeter eingespeist werden kann, wurde ein externer Multiplexer konstruiert, der die drei Meßkanäle nacheinander an den Rechner übergab. Das Meßprogramm, das auch den Multiplexer steuert, mißt alle zehn Sekunden, aus Speicherplatzgründen wurden nur die Mittelwerte über eine Stunde Meßzeit abgespeichert. Die Epson-Rechner funktionierten sehr gut, sie sind robust und zuverlässig. Die interne Uhr des Rechners hatte eine Ablage von weniger als eine Sekunde pro Tag, was den Anforderungen dieser Messungen genügte.

Es war das Ziel, die Meßgeräte so schnell wie möglich aufzustellen und so lange wie möglich registrieren zu lassen, um lange Zeitreihen zu erhalten. Dies gelang nur zum Teil. Zunächst wurde versucht, das GS-15-Gravimeter am Punkt 6006 (ice rise) zu betreiben. Mit Hilfe eines Wechselrichters wurde die nötige 220V Wechselspannung erzeugt, fünf 120 Ah Akkus wurden parallel geschaltet, gepuffert durch einen Sonnenkollektor. Leider war der Strombedarf des Gravimeters sowie des Wechselrichters so groß, daß dieser Meßversuch fehlschlug. Seit dem 6.2.87 stand deshalb das Askania-Gravimeter wieder im geophysikalischen Observatorium der Station.

Tab.1.11: Chronologie des Auf- und Abbaus der geophysikalischen Meßstationen zur Bestimmung der Gezeitenbewegung des Ekström-Schelfeises während der Ekström-Traverse 1987. Zur Lage der Meßstellen vgl. Abb. 1.17 und Anlage A.1 LCR = Romberg-Gravimeter,
 * = Nach dem 1.3.87 Betreuung und Abbau der Geräte durch Überwinterer.

Tab.1.11: Time schedule of running geophysical measuring devices for the determination of tidal movement of the Ekström Ice Shelf in 1987. The table gives the dates of the registration periods and the used devices (LCR: Romberg gravimeter, tiltmeter, and Elsa, Epson or HP hand hold computers). For location of the points see fig. 1.17 or annex A1.

Aufbau 1987	Abbau 1987	Geräte	Lokation Punkt Nr.
26.01.	24.02.	LCR Nr. 686 Tiltmeter Elsa-Rechner	506
27.01.	22.02.	LCR Nr. 744 Tiltmeter Epson-Rechner	5055
28.01.	23.02.	LCR Nr. 249 Tiltmeter Elsa-Rechner	503
30.01.	25.02.	LCR Nr. 156 Tiltmeter HP-Rechner	105 = Km 105
01.02.	10.02.	Tiltmeter Epson-Rechner	Km 136
03.02.	07.02.	LCR Nr. 250 Tiltmeter Epson-Rechner Magnetometer	2222 (BC-1)
06.02.	31.03.*	Tiltmeter Epson-Rechner	25 = Km 25
14.02.	25.02.	LCR Nr. 250 Tiltmeter Epson-Rechner	70 (BC-2)
27.02.	20.03.*	Tiltmeter Epson-Rechner	7777 (Inlet-Station)

1.4.8.3 Bisherige Auswertung

In den Abb. 1.22 - 1.25 werden die aus den erfolgreichen Registrierungen erhaltenen Zeitreihen der Gezeitenbewegung vergleichend dargestellt. Bei den Datensätzen wurde die Drift eliminiert und außerdem für kurze Registrierlücken Daten interpoliert. Diese Abbildungen verschaffen lediglich einen Überblick über die vorhandenen Zeitreihen, die relativen Größenverhältnisse der Bewegung an den einzelnen Meßpunkten sowie einen Vergleich mit den theoretischen Gezeiten des Zeitraumes 27.1.87 bis 25.2.87.

Bei den Neigungsmessungen (Abb. 1.26 und 1.27) wurde das gemessene Signal noch in Volt angegeben, weil die Umrechnung der Spannung in einen Neigungswinkel von einem Eichfaktor abhängt, der noch überprüft werden muß. Keine Daten liegen vor von der NS-Komponente der Neigungsänderung am Punkt 2222, wegen Schwierigkeiten mit dem Tiltmeter sowie von der Vertikalkomponente der Bewegung an den Punkten 25 und 136, weil weniger Gravimeter als Tiltmeter vorhanden waren. Zusätzlich gibt es noch Daten aus dem Observatorium der Station sowie von dem alten Einkomponententiltmeter, das während des o.g. Zeitraumes ca. 7 km nordwestlich der Georg-von-Neumayer-Station aufgestellt war.

Am Punkt 5055 fallen die außergewöhnlich großen Amplituden bei den Horizontalkomponenten auf. Dies kann ein lokaler Effekt sein, weil in der Umgebung dieses Punktes recht große Geländeundulationen beobachtet wurden, trotz großer Entfernung zu den Rändern des Ekström-Schelfeises. Ein weiteres unerwartetes Ergebnis ist, daß die Neigungsamplituden am Punkt 136 größer sind als am Punkt 105, obwohl ersterer augenscheinlich hinter und letzterer vor der grounding line des Schelfeises liegen.

Um die einleitend genannten Informationen aus den vorliegenden Daten zu gewinnen, bedarf es noch einiger Auswertearbeiten.

Die Neigungsmessungen hätten nie stattfinden können ohne den Einsatz von Dipl.-Geophys. E. Lippmann, der die ersten Tiltmeter konstruierte, und von Dipl.-Ing. H. Leibing, der die Elektronik zu den Zweikomponententiltmetern baute. Ferner gilt der Dank für die bereitwillige Zurverfügungstellung von Meßgeräten dem Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe sowie dem Geophysikalischen Institut der Universität München und dem Geophysikalischen Observatorium Fürstenfeldbruck.

Literatur

Eckstaller, A. & Miller, H.: Gezeiten-Vertikalbewegung des Filchner-Schelfeises. Ber. Polarforschung, 19, 82-97, 1984

Kobarg, W. & Lippmann, E.: Gezeitenmessungen auf dem Ekström-Schelfeis, Antarktis. Polarforschung 56.

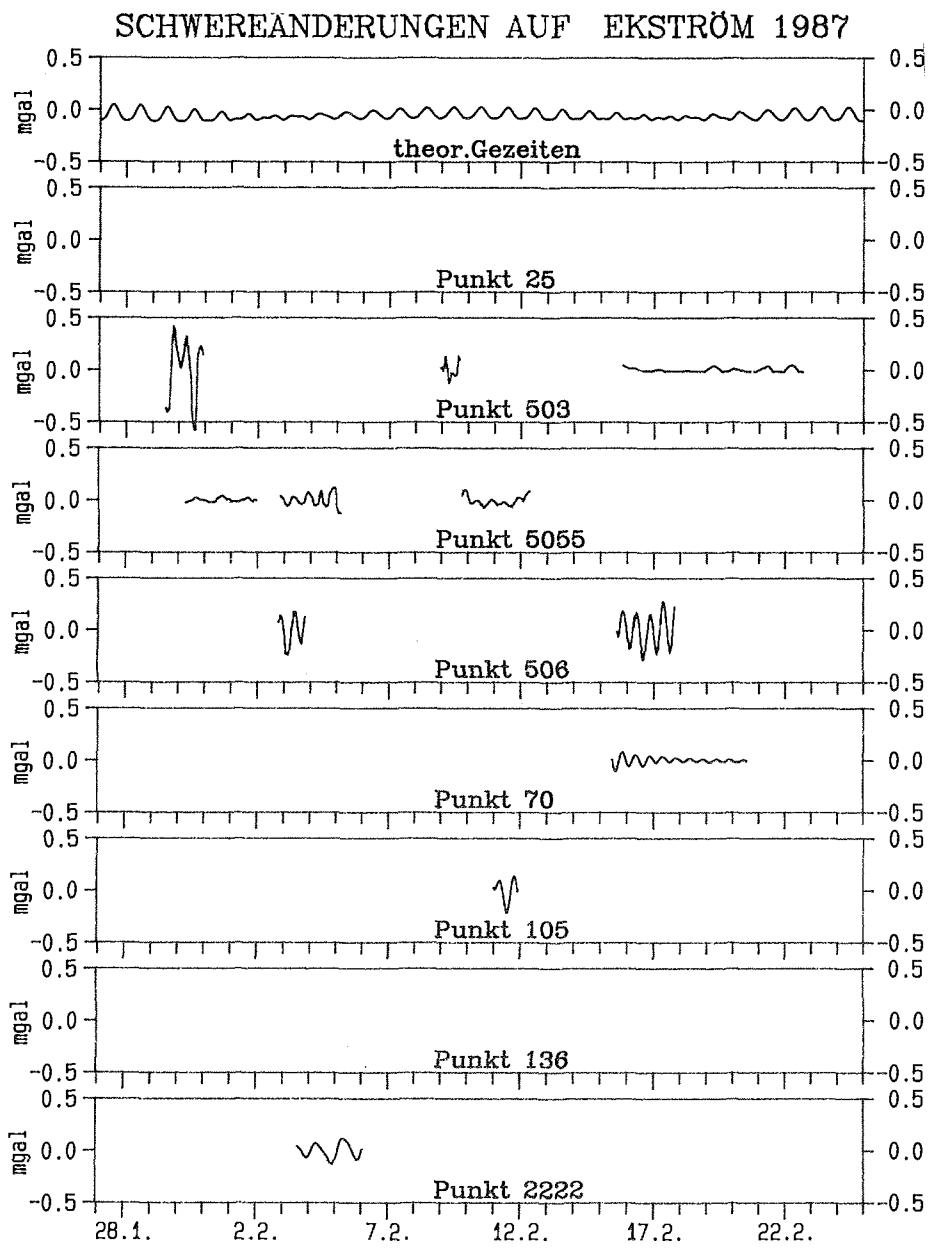


Abb. 1.22: Theoretische und gemessene Schwereänderungen auf dem Ekström-Schelfeis 1987 an verschiedenen Meßpunkten

Fig. 1.22: Theoretical and measured gravimetric variations on the Ekström Ice Shelf 1987

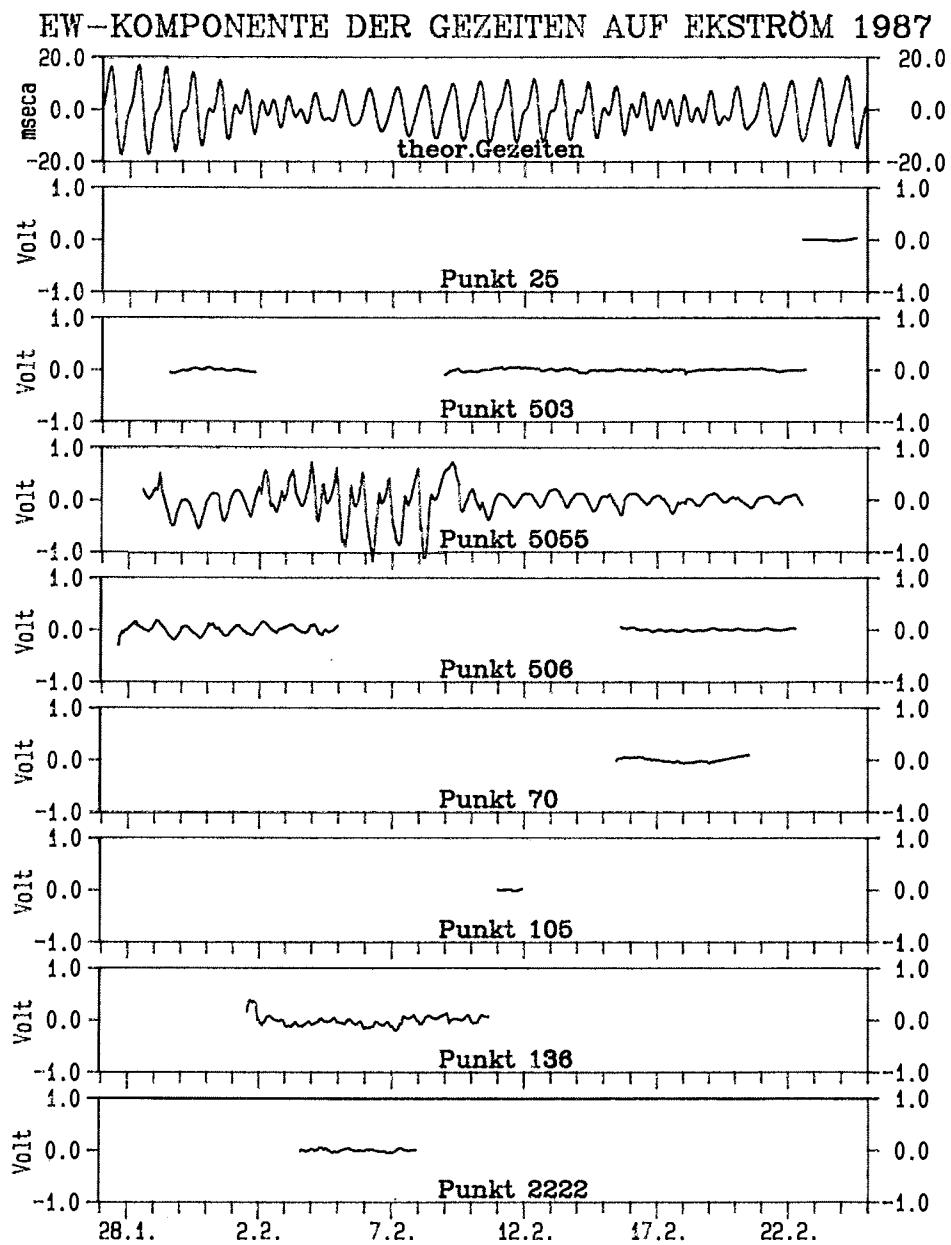
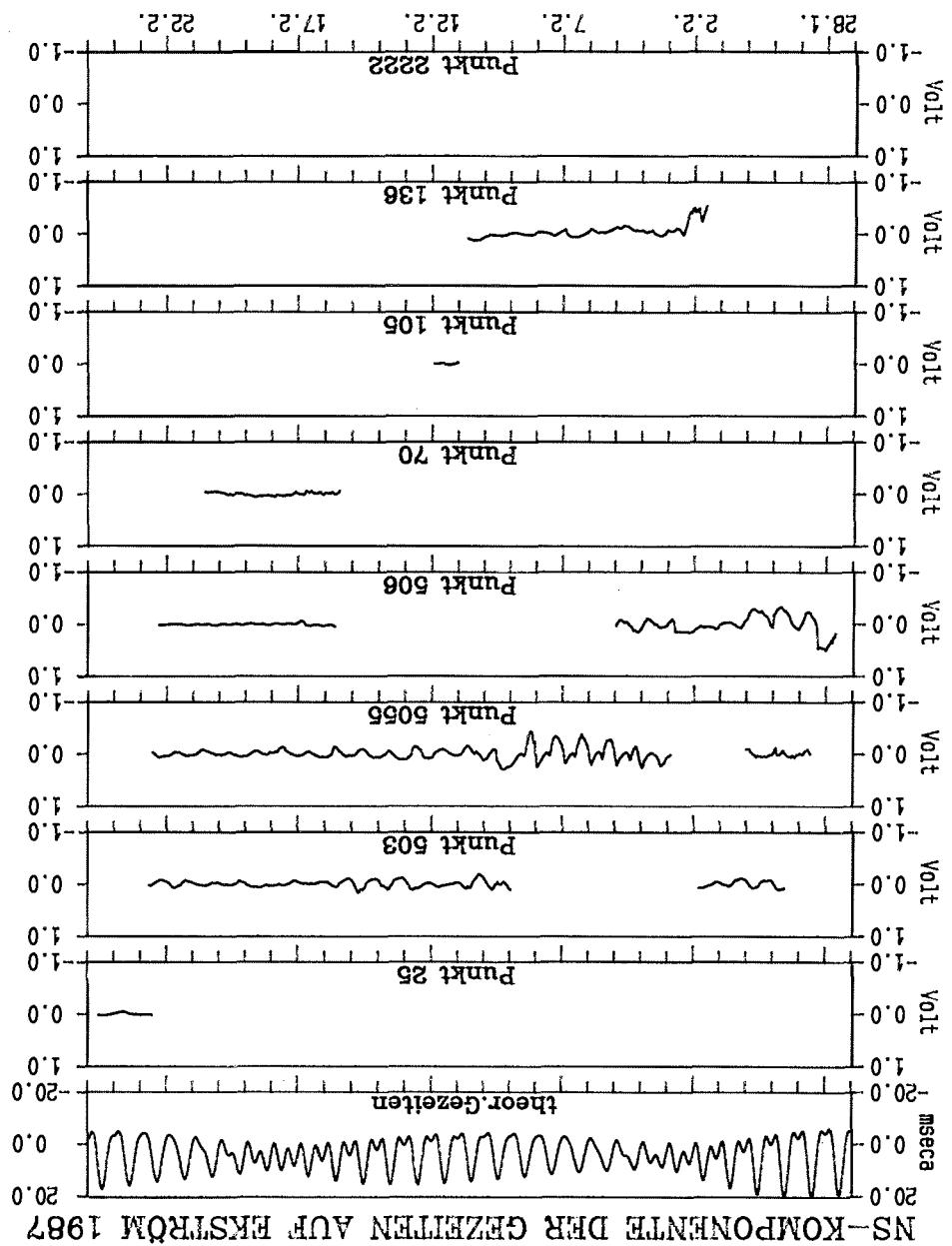


Abb. 1.23: Theoretische und gemessene EW-Komponente der Gezeiten auf dem Ekström-Schelfeis 1987

Fig. 1.23: Theoretical and measured EW-component of the tidal movement on the Ekström Ice Shelf

Fig. 1.24: Theoretical and measured NS-component of the tilting movement
on the Ekstrom ice shelf 1987

Abb. 1.24: Theoretische und gemessene NS-Komponente der Gezeiten auf
dem Ekstrom-Schelfeis 1987



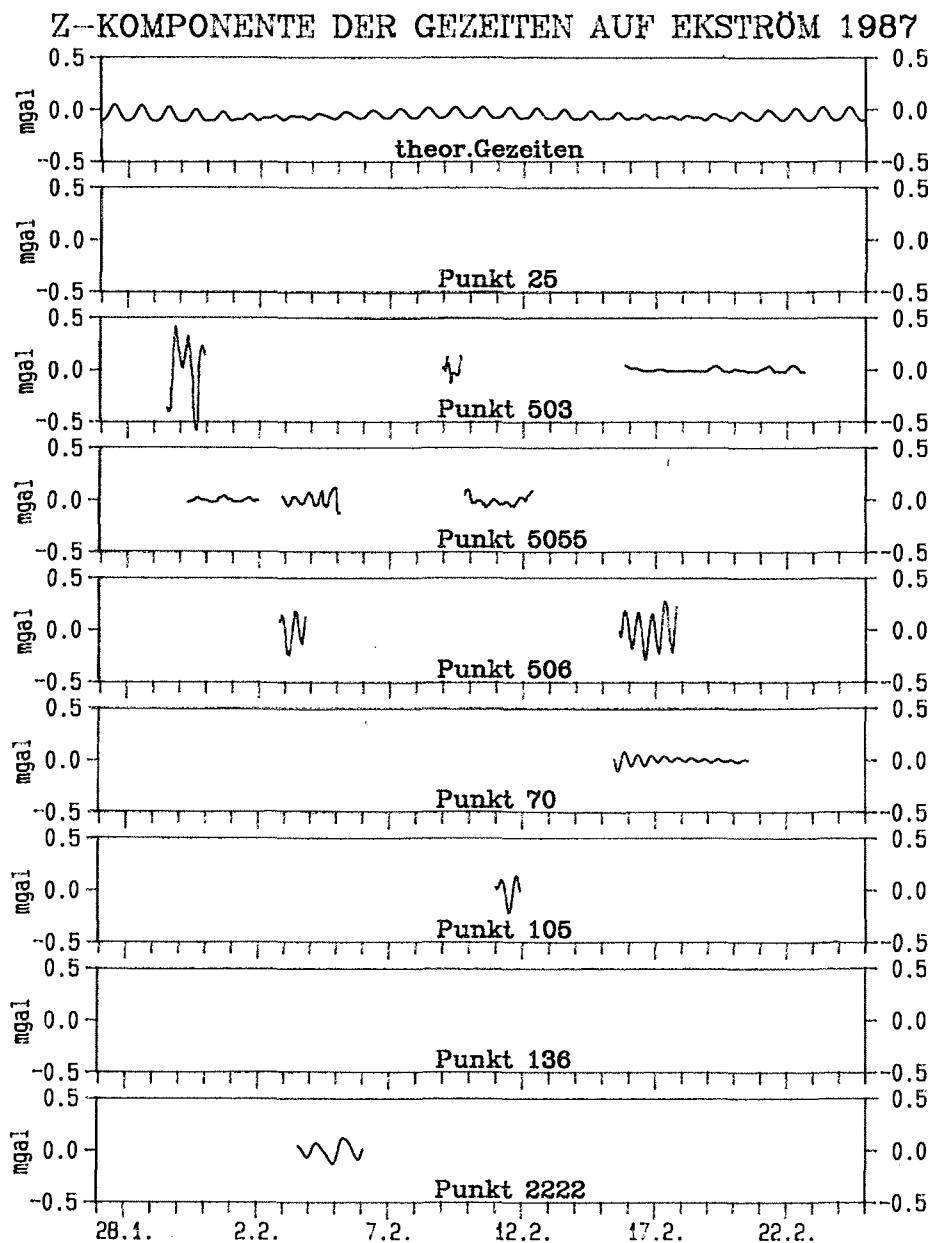


Abb. 1.25: Theoretische und gemessene Z-Komponente der Gezeiten auf dem Ekström-Schelfeis 1987

Fig. 1.25: Theoretical and measured Z-component of the tidal movement on the Ekström Ice Shelf 1987

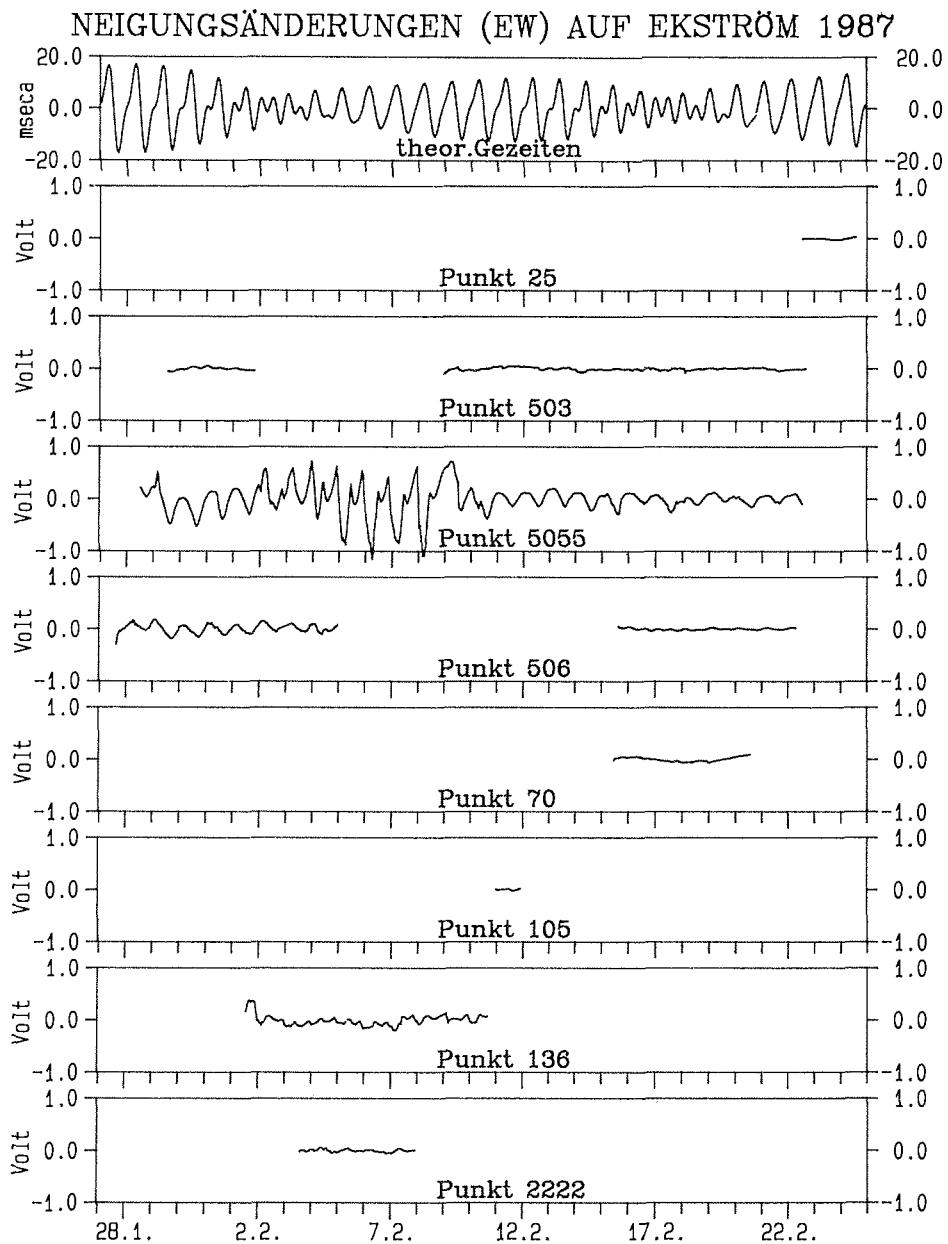


Abb. 1.26: Neigungsänderungen (EW-Richtung) infolge Gezeiten auf dem Ekström-Schelfeis

Fig. 1.26: Inclination changes (EW-direction) on the Ekström Ice Shelf due to tidal movement

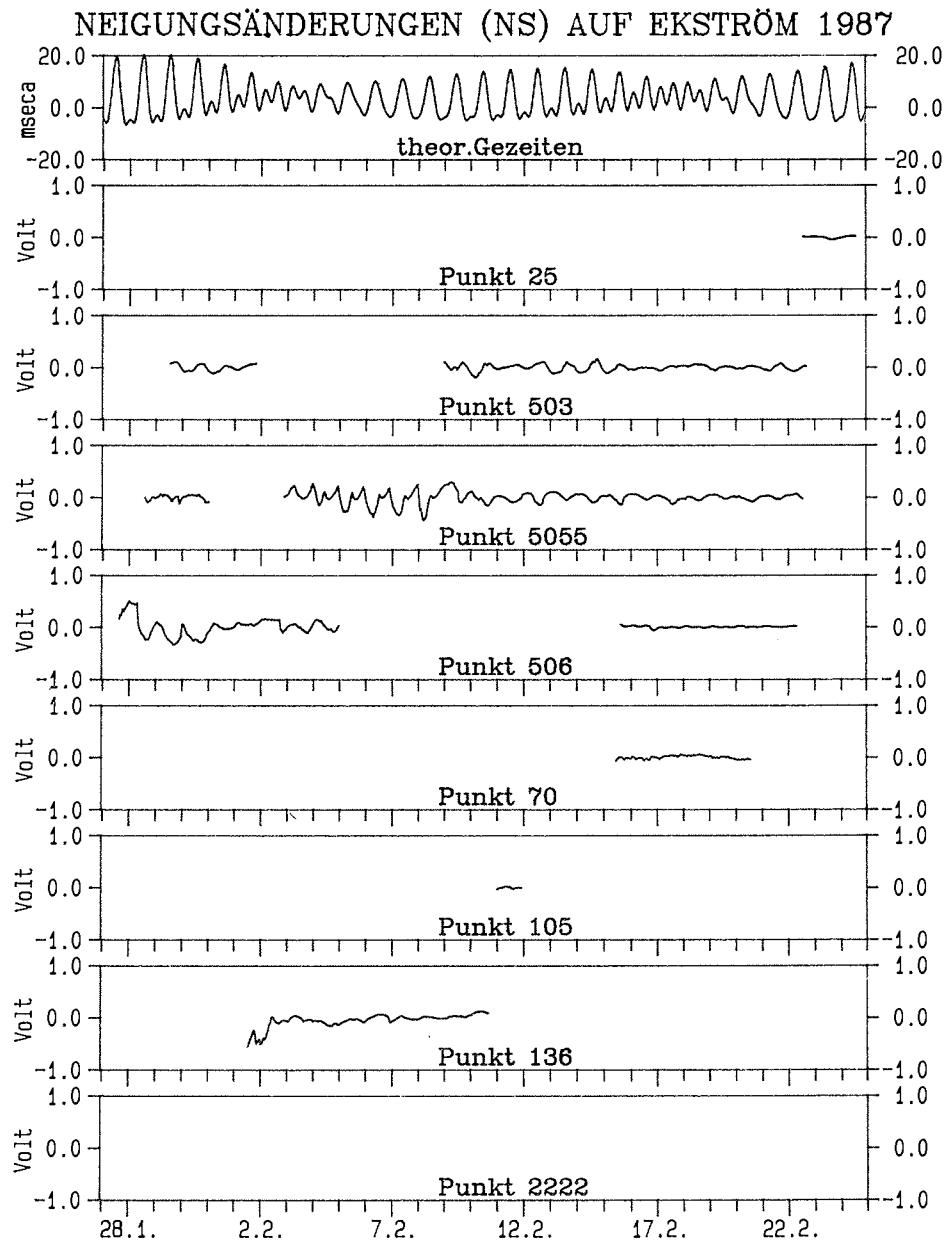


Abb. 1.27: Neigungsänderungen (EW-Richtung) infolge Gezeiten auf dem Ekström-Schelfeis

Fig. 1.27: Inclination changes (EW-direction) on the Ekström Ice Shelf due to tidal movement

1.4.9 Zusammenfassende Betrachtung des Verformungsverhaltens der Georg-von-Neumayer-Station für den Zeitraum 1981-1987 (K.-H. Bässler)

1.4.9.1 Einleitung

Während der Errichtung der Georg-von-Neumayer-Station (GVN) in der Antarktis im Februar 1981 wurden zur Messung der Querschnittsveränderungen der Stationsröhren infolge der Schneeauflast als Funktion der Zeit Konvergenzquerschnitte angelegt. Durch Lineale an den Röhrenseiten werden die in den Längsachsen der Röhren auftretenden differentiellen Setzungen gemessen. Seit August 1986 finden Konvergenzmessungen in Längsrichtung der Röhren und seit Februar 1987 auch in der 1984 neu erbauten Querröhre statt, um die infolge der Deformationen des Schelfeises sich einstellenden Stauungen zu erfassen. Diese Messungen werden in 2monatigen Intervallen von den Überwinterern der GVN-Station durchgeführt und die Ergebnisse per Telex nach Bremerhaven gesandt. Zur Erfassung der absoluten Röhrensetzungen wurde ein spezielles Pegelsystem installiert und jährlich vermesssen. Alle Messungen wurden vom Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik der Ruhr-Universität Bochum begonnen und bis April 1986 betreut. Von diesem Zeitpunkt an übernahm das Alfred-Wegener-Institut die weitere Betreuung dieser Messungen. Nähere Einzelheiten zu den Meßsystemen sind in Jessberger Bässler (1987) enthalten. Die Lage der eingebauten Meßquerschnitte ist in Abb. 1.28 dargestellt. Es wurden 8 Meßquerschnitte (I-VI, IX-X) für die Konvergenz- und 10 Querschnitte (I-X) für die Linealmessungen eingerichtet. Durch Einbauten in der Röhre 2 im Februar 1983 mußte der Querschnitt VI aufgegeben werden. Die Messungen in diesem Querschnitt werden hier nicht weiter berücksichtigt. Die Schneeüberdeckung der Röhren lag im Februar 1987 bei ca. 5 - 6 m. Trotz erheblicher Verformungen, speziell in Röhre 1, ist ein plötzliches Versagen der Röhrenkonstruktion auszuschließen.

1.4.9.2 Konvergenzmessungen

Das prinzipielle Verformungsverhalten der Röhrenquerschnitte ist aus Abb. 1.29 zu erkennen. Durch die aufliegende Schneelast verbreitert sich der Querschnitt bei gleichzeitiger Reduzierung der Höhe. Die Vertikalverformung der Röhren spaltet sich in eine Firstsetzung und eine Sohlhebung auf. Über eine geometrische Dreiecksbeziehung kann der Anteil der Firstsetzungen ermittelt werden und damit auch der Anteil der Sohlhebung. Danach sind 70% bis 80% der Gesamtverformungen auf die Hebung der Sohle zurückzuführen. Ausgehend von den Bezeichnungen der Abb. 1.29 sind in Abb. 1.30 für die einzelnen Querschnitte I - X (Lage siehe Bild 1) die zeitlichen Verformungsverläufe dargestellt. Alle Querschnitte zeigen eine Abnahme der Verformungsgeschwindigkeit in den ersten 20 Wochen und eine Annäherung an eine konstante Verformungsrate. Die nahe an der Aussteifung des Südens der Röhren liegenden Querschnitte V und X zeigen die geringsten vertikalen Deformationen. Der Querschnitt IV wird am stärksten verformt. Generell sind die Verformungen in der Röhre 1 größer als die in der Röhre 2. Eine

mögliche Erklärung liegt in der 1983-1984 gemessenen höheren Temperatur in der Röhre 1, da dort seit Erstellung der Station ständig ein Generator betrieben wurde. Weiterhin konnten die Firnschichten unterhalb der Röhre 2 infolge geringerer Anfangslasten länger konsolidieren, so daß durch die damit angestiegene Firndichte eine größere Untergrundfestigkeit vorhanden war, bevor 1983 auch dort eine Kraftstation angeschlossen wurde. Durch die teilweise über 0 °C liegenden Temperaturen im Inneren der Röhren und die infolge der Sonnenstrahlung bewirkte Abschmelzung an den Röhrenaußenseiten in den Anfangsjahren, dürfte sich mittlerweile ein mittragender Eispanzer gebildet haben. Allerdings ist nicht auszuschließen, daß infolge des Eispanzers die seitlichen Röhrenverformungen stärker behindert werden als die vertikalen. Spannungsspitzen im First bzw. der Sohle können zu einer Plastifizierung der Stahlquerschnitte führen.

1.4.9.3 Meßlinealablesungen

Infolge der Toraussteifungen sind die Verformungen in den Querschnitten V und X am Ende der Röhren am geringsten. Deshalb wurden für die folgenden Darstellungen alle Werte auf die in den Querschnitten V und X gemessenen Werte bezogen, die Verformungen also dort zu 0 gesetzt. Die zeitlichen Verläufe der relativen Verformungen Abb. 1.31 zeigen in Röhre 1 nach einer uneinheitlichen Tendenz, die eventuell auf Meßfehler zurückzuführen ist, eine kontinuierliche Setzung der einzelnen Meßpunkte gegenüber den Bezugspunkten. Nach 115 Wochen erhöht sich bei allen Meßpunkten, auch denen in der Röhre 2, die Setzungsgeschwindigkeit. Die maximalen Setzungsunterschiede zeigen die Meßpunkte in den Mitten der Röhren. Unter Beibehaltung des Querschnittes V als Fixpunkt für Röhre 1 und X für Röhre 2 ergibt sich für verschiedene Zeitpunkte die in Abb. 1.32 dargestellte räumliche Verschiebung der Röhrenlängsachse. Deutlich erkennbar ist eine starke Durchbiegung in den Röhrenmitten. Die Durchbiegung ist im Querschnitt III der Röhre 1 maximal. In den ersten 3 Jahren setzte sich in Röhre 1 der Querschnitt V stärker als der Querschnitt I. Danach senkte sich der Querschnitt I relativ zum Querschnitt V schneller ab. Die relativen Setzungsbeträge der Westseite der Röhre 1 liegen höher als die der Ostseite. Die Abnahme der relativen Setzungen, wie sie bis 1986 erkennbar war, setzte sich in Röhre 1 nicht fort. Es ist ein deutlicher Anstieg auf der Westseite und ein geringerer Anstieg der Setzungsrate auf der Ostseite feststellbar. Im Gegensatz dazu haben die relativen Setzungen in der Röhre 2 seit 1985 konstante Werte beibehalten. Bei Betrachtung von Abb. 1.28 könnte das den Schluß zulassen, daß die beiden Röhren in westliche Richtung abkippen. Ein weiteres Indiz für diese Annahme ist ein Riß in der Schweißnaht zwischen der Röhre 2 und dem Verbindungsgang zur Röhre 1 (siehe Abb. 1.28), der durch das entstehende Kippmoment verursacht sein könnte. In der Röhre 2 ist deutlich der Einbau der Kraftstation zwischen den Querschnitten VII und VIII erkennbar. Betrug die relative jährliche Setzungsdifferenz zwischen 1981 und 1983 bezogen auf X ca. 4 cm, so ist nach Einbau der Kraftstation im Februar 1983 die Setzungsdifferenz zum Folgejahr auf ca. 6 cm angestiegen.

1.4.9.4 Längsvermessung

Mit einem Konvergenzmeßgerät werden die Abstände zwischen markierten Punkten in Längsrichtung der Röhre 1 und 2 sowie in der Querröhre im gleichen Turnus wie bei den normalen Konvergenzmessungen bestimmt. Aus den bisherigen Messungen über einen Zeitraum von 24 Wochen zeichnet sich eine deutliche Stauchung der Röhre ab Abb. 1.33. Bei den erhaltenen Werten ergibt sich eine durchschnittliche Stauchung von 10 - 16 cm pro Jahr. Bezo- gen auf die Gesamtlänge der Röhren von ursprünglich ca. 5000 cm ergibt sich eine Verzerrungsrate von $-0,002$ bis $-0,0032 \text{ a}^{-1}$. Vergleicht man diese Verzerrungsraten mit den von Koehler (1983) veröffentlichten Strainraten in Stationslängsrichtung ($-0,0026 \text{ a}^{-1}$ gemessen an der Schelfeisoberfläche), so ist daraus zu schließen, daß die Röhrenkonstruktion im gleichen Maße verformt wird, wie das umgebende Schelfeis. Messungen an der Querröhre werden über die senkrecht zur Stationslängsachse wirkenden Verzerrungsraten Aufschluß geben.

1.4.9.5 Setzungsmessungen

Die Messungen der absoluten Setzungen der Röhren infolge der Stationslasten sind wegen fehlender Fixpunkte auf dem Schelfeis schwer durchzuführen. Ein speziell für diese Augabenstellung entwickeltes Pegelsystem ist am Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik der Ruhr-Universität Bochum entwickelt und an der GvN-Station eingebaut worden. Nähere Details sind bei Dörr (1984) nachzulesen. Die jährliche Vermessung dieser Setzungspiegel ist in Abb. 1.34 dargestellt. Der schraffierte Bereich kennzeichnet eine theoretische Setzungsvorhersage, die Dörr (1984) getroffen hatte. Während die Setzungspiegel P5, P7, P9 und P10 sehr gut im prognostizierten Bereich liegen, zeigt der Pegel P6 höhere Setzungen an. P6 befindet sich auf der Höhe des Querschnittes III für den bereits in Abb. 1.32 maximale relative Setzungen gemessen wurden. Hier traten wahrscheinlich höhere Lasten auf, als wie sie für die Rechnung angenommen wurden. Mittlerweile ist der Freiraum von 1 m, der für die Setzungsmessungen eingeplant war (Dörr 1984) durch die auftretenen Setzungen nahezu überschritten. Zudem ist ein großer Teil der Außenpegel durch Beschädigung mit anschließendem Eindringen von Firn unbrauchbar geworden. Deshalb scheint eine Fortführung der Messungen, zumindest im Außenbereich, nicht sinnvoll.

1.4.9.6 Schlußbetrachtung

Die Röhren der Georg-von-Neumayer-Station sind trotz großer Verformungen eine sichere Unterkunft für die Überwinterungsmannschaften. Die als eigentliche Wohneinheiten dienenden Container haben zu den Röhrenwandungen genügend Spielraum, so daß keine Gefahr besteht, daß Kabel oder Verbindungsleitungen abgerissen oder abgeklemmt werden können. Die Horizontalierung der Container ist problemlos möglich. Der weitere Verlauf der festgestellten möglichen Kippbewegung des Röhrensystems und die Auswirkungen auf die Röhren ist zu verfolgen. Anhand der gewonnenen Meßdaten wird

es künftig möglich sein, langfristig eine Prognose über das Verformungsverhalten der Röhren und eine Sicherheitsanalyse abzugeben.

Literatur

Dörr, R., 1984: Zeitabhängiges Setzungsverhalten von Gründungen in Schnee, Firn und Eis am Beispiel der deutschen Georg-von-Neumayer- und Filchner-Station in der Antarktis. Schriftenreihe des Instituts für Grundbau, Wasserwesen und Verkehrswesen, Ruhr-Universität Bochum, Serie Grundbau, Heft 7.

Jessberger, H. L. 1987, Baessler, K.-H. 1987; Ingenieurglaziologische Untersuchungen zur Dynamik von Schelfeisen und dem Verhalten von Bauwerken auf und im Eis der Antarktis. Forschungsbericht 87-1, Ruhr-Universität Bochum, 1981.

Koehler, M., 1981; Das Verformungsverhalten des Ekström-Schelfeises in der Nähe der deutschen Antarktis - Forschungsstation Georg-von-Neumayer-Station. Polarforschung, Heft 51.

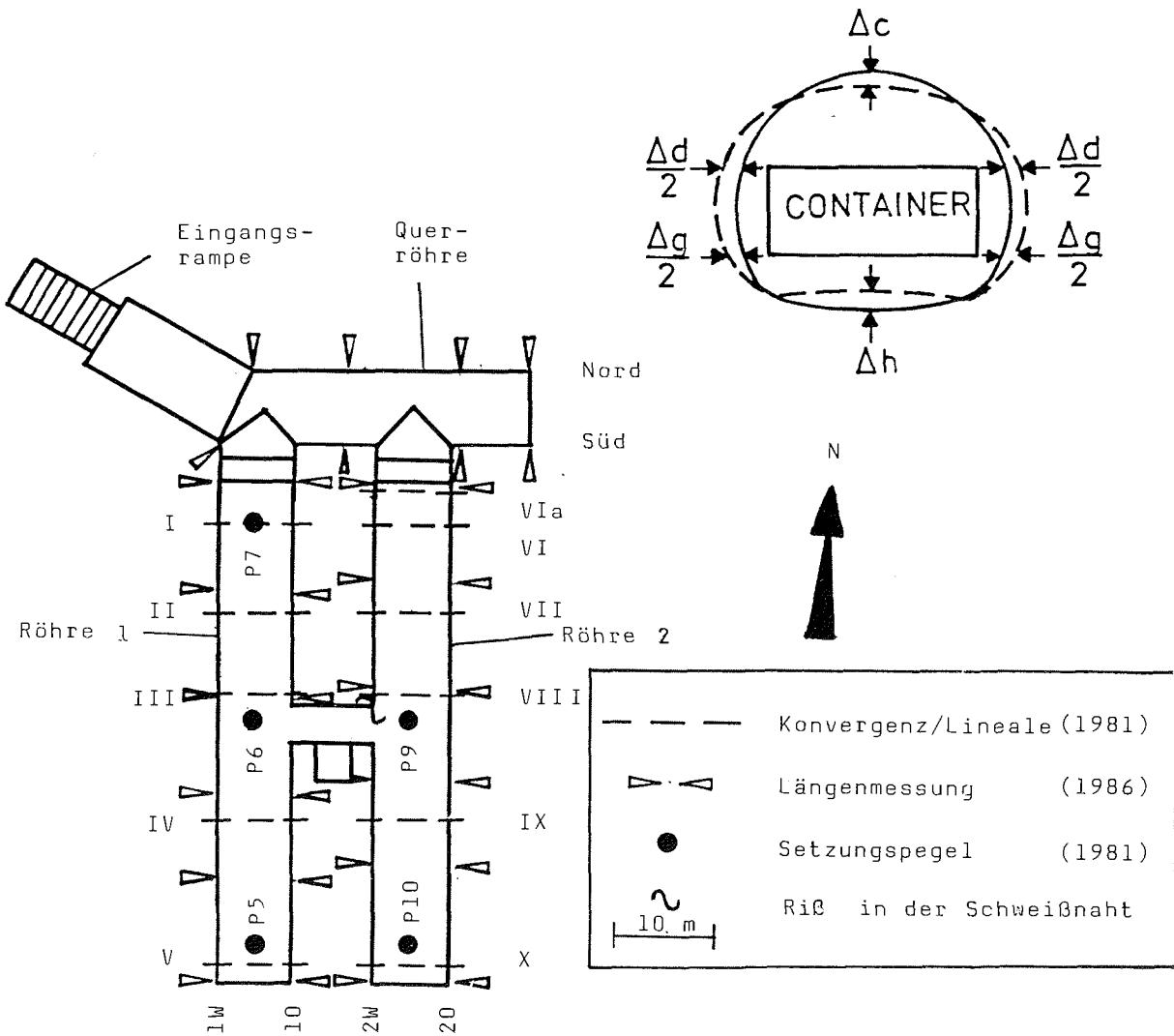


Abb. 1.28: Meßsysteme in den Röhren der Georg-von-Neumayer-Station

Fig. 1.28: Measuring devices within the tubes of Georg-von-Neumayer-Station

Abb. 1.29: Prinzipielles Verformungsverhalten der Stationsröhren

Fig. 1.29: Schematic plot of the deformation of the tubes

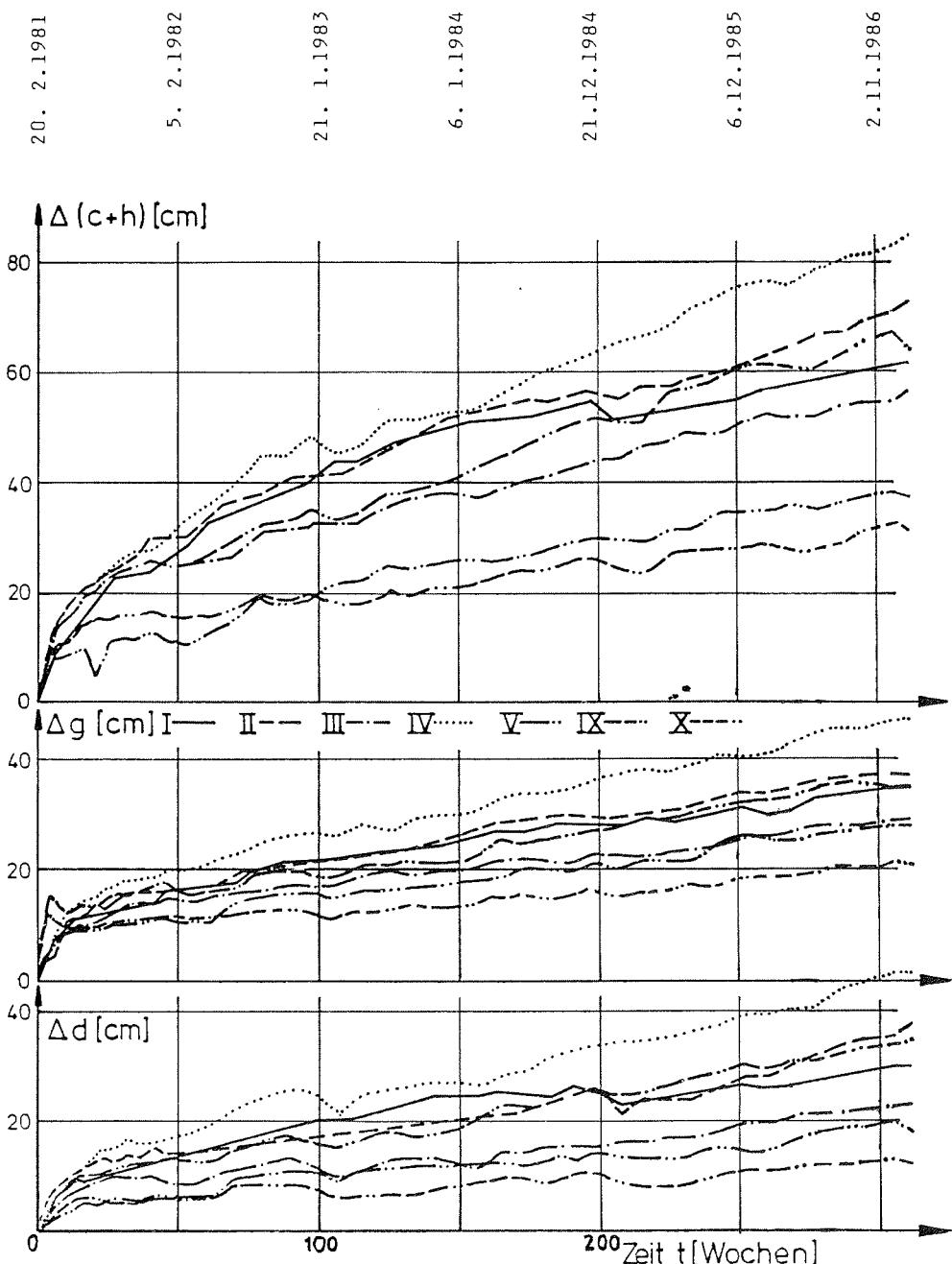


Abb. 1.30: Ergebnisse der Konvergenzmessungen der Röhrenquerschnitte

Fig. 1.30: Results of convergence measurements at different cross-sections of the tubes

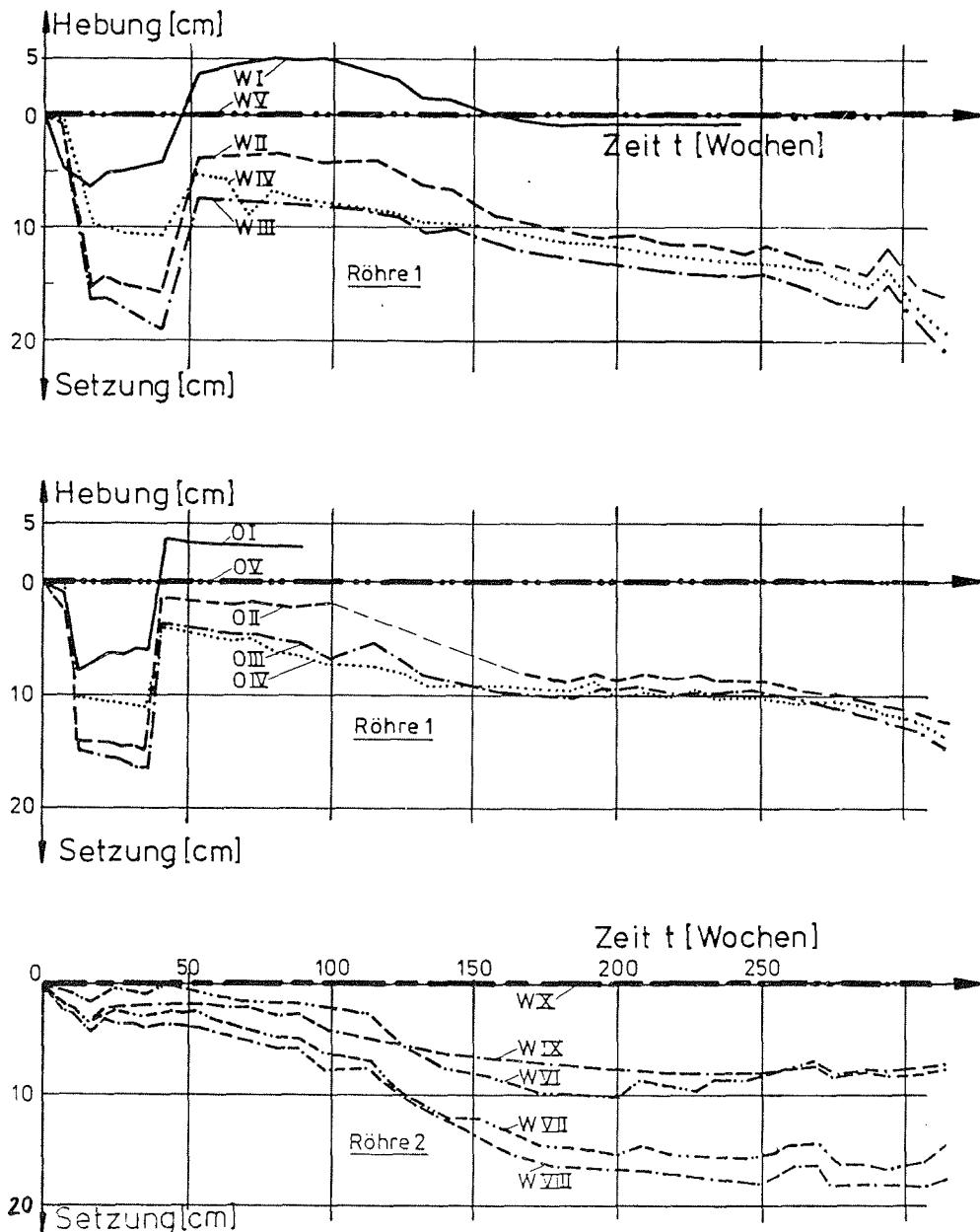


Abb. 1.31: Relativbewegungen der Röhrenlängsachse von Röhre 1 und 2 bezogen auf V bzw. X

Fig. 1.31: Relative movement of the longitudinal axis of the tubes 1 and 2 (Röhre 1 and 2) referring to cross-section V and X, respectively.

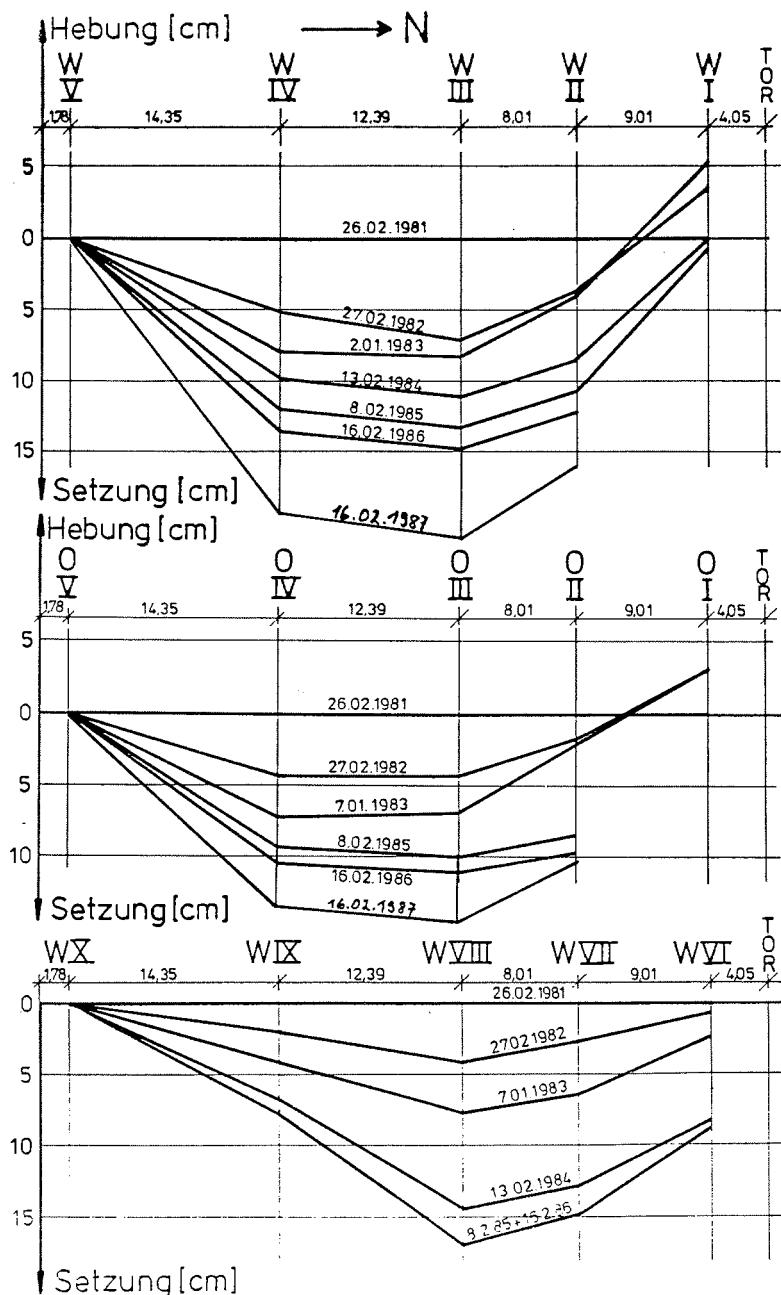


Abb. 1.32: Setzung der Röhrenlängsachsen zu verschiedenen Zeitpunkten

Fig. 1.32: Subidence (Setzung) of the longitudinal axis at different dates.

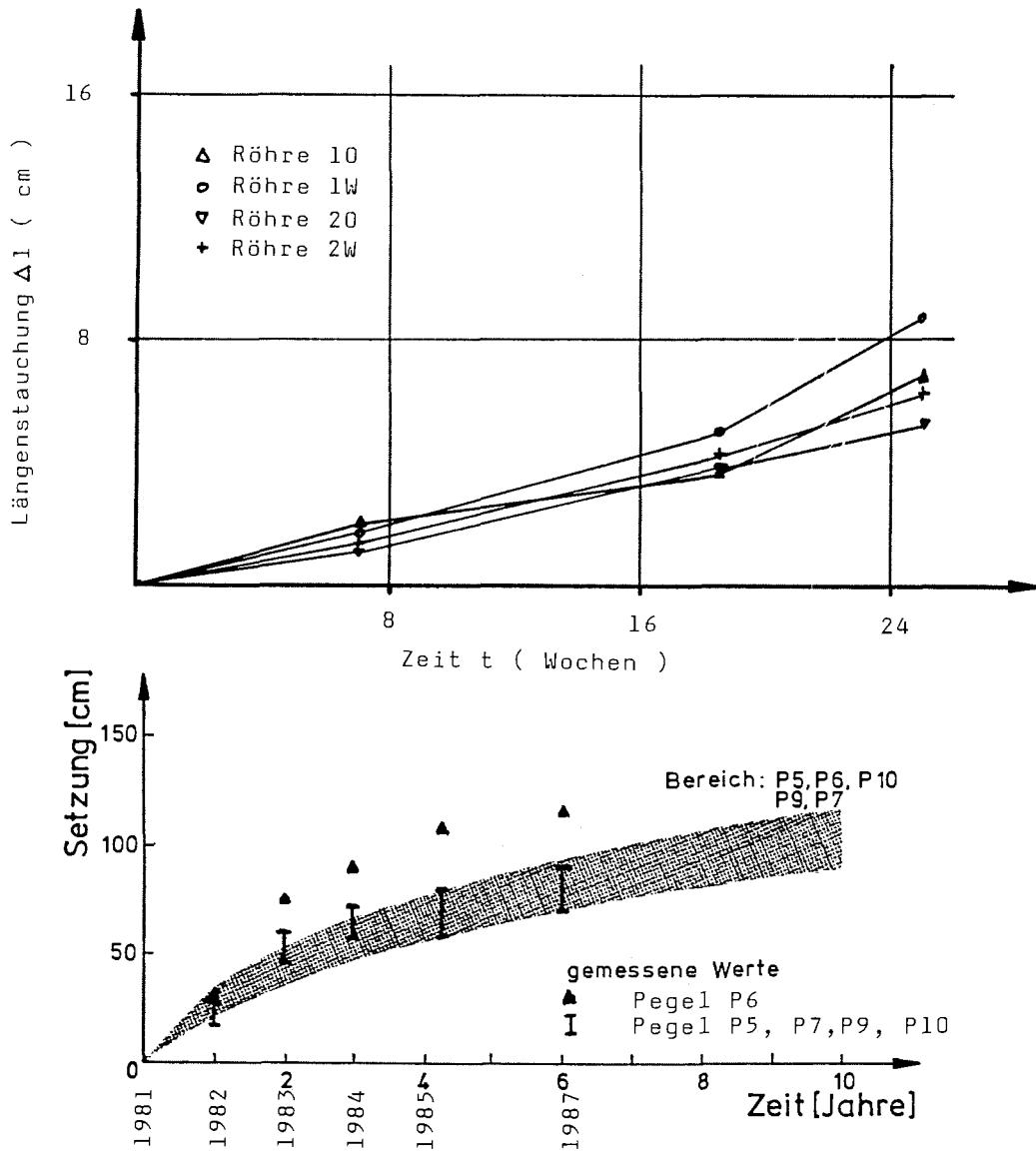


Abb. 1.33: Längenänderung der Schutzröhren der Georg-von-Neumayer-Station

Fig. 1.33: Longitudinal deformation of the tubes of Georg-von-Neumayer-Station

Abb. 1.34: Setzungen der GvN-Station (Pegelmessungen)

Fig. 1.34: Subsidence (Setzung) of the Georg-von-Neumayer-Station

1.5 **Berichte der Arbeitsgruppen III: Flugprogramm "POLAR 2" und "POLAR 4"**

1.5.1 **Arbeitsprogramm auf dem Filchner- und Ekström-Schelfeis**
(H.W. Schenke)

Die Polarflugzeuge "Polar 2" und "Polar 4" wurden während der Expedition ANT V/4 im wesentlichen für photogrammetrische Befliegungen, für geodätische (GPS) und geophysikalische (Magnetometer) Messungen auf dem Eis, für Erkundungs- und Transportflüge in die Shackleton Range und für logistische Flüge zur Unterstützung der Traversengruppen auf dem Ekström-Schelfeis eingesetzt. Da "Polarstern" die Filchner-Station wegen der schwierigen Eisverhältnisse nicht erreichen konnte, mußte der Einsatz der Flugzeuge dem neuen wissenschaftlichen Arbeitsprogramm angepaßt werden. Teile des geplanten Flugprogramms konnten trotz der geänderten Situation erfolgreich durchgeführt werden. Der Flugbetrieb im Bereich des Ekström-Schelfeises wurde von der Georg-von-Neumayer-Station und, soweit möglich, von der "Polarstern" aus überwacht. Die ausgezeichnete meteorologische Beratung von "Polarstern", GvN und Halley Bay trugen wesentlich dazu bei, daß alle Flüge sicher und problemlos durchgeführt werden konnten. Hervorzuheben ist der aufopferungsvolle Einsatz der gesamten Flugbetriebsmannschaft, besonders unter den äußerst schwierigen Bedingungen auf dem Filchner-Ronne Schelfeis.

1.5.1.1 Ekström-Schelfeis

Für die geodätischen Messungen auf dem Ekström-Schelfeis mußte für die GPS- und TRANSIT-Satellitenmessungen eine Referenzstation eingerichtet werden. Die südafrikanische Station Sanae erklärte sich nach Rückfrage bereit, ihre Sommerstation Grunehogna hierfür zur Verfügung zu stellen. Dafür sei an dieser Stelle noch einmal herzlich gedankt. Am 25.1.1987 wurden zwei Wissenschaftler mit den notwendigen Geräten nach Grunehogna geflogen. Die Satellitenempfänger wurden in etwa drei Kilometer Entfernung von der Sommerstation auf Fels installiert. Da die Mittel der Station Grunehogna genutzt werden konnten, traten im Betrieb dieser Außenstation keine Probleme auf.

Das wissenschaftliche Arbeitsprogramm der Polarflugzeuge begann am 26.01.1987 mit einer großräumigen Flugerkundung der Eisoberfläche im Übergangsbereich vom Ekström-Schelfeis zum Ritscher-Hochland. Es sollten geeignete Landeplätze erkundet und Neupunkte für GPS-Messungen zur Bewegungsbestimmung auf dem Ritscher-Hochland angelegt werden. Die Schneeoberfläche erwies sich in den vorgesehenen Gebieten jedoch als so hart und uneben, daß das Anlegen von mehreren Neupunkten als nicht möglich erschien. Nach längerem Suchen wurde eine Landemöglichkeit für einen Neupunkt gefunden und der Punkt 1000 (Tab. 1.12, Abb. 1.35) vermarkt und mit GPS vermessen. Die Koordinatenbestimmung erfolgte mit dem

GPS/NAVSTAR-Empfänger TI-4100 von Texas Instruments. Für jede Positionsbestimmung war eine Meßdauer von 30 Minuten vorgesehen, um die Auswertung der GPS-Daten im Differentialmodus zu ermöglichen (s. Abschn. 1.4.5). Die mit dieser Methode erreichbaren Genauigkeiten liegen bei wenigen Dezimetern.

Die Vermarkung des Neupunktes GPS-1000 erfolgte nach bewährter Methode mit vier Bambusfahnen, die oben zusammengebunden und die zum leichteren Auffinden mit dem Wetterradar mit Aluminiumfolie umwickelt wurden. Am Punkt 1000 wurden für die Universität Regensburg Eisproben zur Spurenstoffanalyse gesammelt.

Im Verlauf des weiteren Fluges wurden die Punkte MX-2005 und MX-2006, die auf der Kottas-Expedition 1985/86 mit Doppler-Transit-Satelliten (MX-1502) vermessen wurden, erkundet. Beide Punkte wurden mit Hilfe des Wetterradars durch Abfliegen der ausgesteckten und noch sehr gut erhaltenen Kottas-Trasse schnell aufgefunden.

Der Rückflug zur Georg-von-Neumayer-Station erfolgte über Kapp Norvegia. Hierbei wurde die neue russische Sommerstation Druzhnaya 3 gesichtet. Sie liegt auf der Position $71^{\circ}10,8' S$ und $10^{\circ}45,9' W$, in der Nähe der ehemaligen Station Maudheim. Der Aufbau der Station schien weitgehend abgeschlossen.

In der Nacht vom 26. zum 27.01.87 wurden während der verfügbaren GPS-Beobachtungszeit die Koordinaten der Parkposition der Polarflugzeuge bei der GvN bestimmt. Die Koordinaten dienen zur Aufdatierung der inertialen Flugnavigationssysteme (Honeywell und Litton LaserNav) und zum Abgleich der OMEGA-Navigationssysteme.

Am 27.01.87 erfolgte mit der "Polar 2" die GPS-Vermessung des Punktes MX-2006. Erste Auswertungen und der Vergleich mit der Vorjahresmessung ergaben eine Lageänderung von nur 20-30 m. Die präzise Bewegungsrate kann erst in einem Postprocessing mit den Referenzdaten von Grunehogna ermittelt werden. Während des Rückfluges wurde über Kapp Norvegia und Druzhnaya 3 eine Erprobung der Reihenmeßkammer Zeiss RMK durchgeführt.

Die "Polar 2" führte am 28.01.87 zwei photogrammetrische Flüge in den Kraulbergen und an der Eiskante zwischen Georg-von-Neumayer-Station und Halley Bay durch. Der Eiskantenvermessungsflug zwischen GvN und Halley Bay mußte wegen schlechter Wetterlage abgebrochen werden (Abschn. 1.5.3).

Mit der "Polar 4" wurden am 28.1.87 Versorgungsflüge und Eisvermessungsflüge durchgeführt. Ein Transit-Doppler-Empfänger auf der Referenzstation Grunehogna war defekt und mußte gegen einen MX-1502 Empfänger von der Bohrstelle BC-1 ausgetauscht werden. Zwei Traversengruppen mußten logistisch versorgt werden. Dazu waren mehrere Außenlandungen notwendig. Weiterhin wurde mit der "Polar 4" der Punkt MX-2005 (Kottas Traverse) mit GPS vermessen. Anschließend flog "Polar 4" zum Bohrcamp, um den Aus-

tauschempfänger für Grunehogna zu übernehmen. Der Flug nach Grunehogna wurde wie alle Flüge mit Spalten- und Geländeerkundungen verbunden. Neue in den Karten nicht eingezeichnete Objekte wurden mit den Flugnavigationssystemen koordinatenmäßig erfaßt.

Am 29.1.87 setzte "Polar 2" das photogrammetrische Flugprogramm mit der Aufnahme im Kirwanveggen fort. "Polar 4" führte ein kombiniertes Logistik- und GPS-Programm durch. Nach einem erneuten Erkundungsflug wurde im Übergangsbereich vom Ekström-Schelfeis zum Ritscher-Hochland bei Position $72^{\circ} 06' S$ und $8^{\circ} 48' W$, eine gute Landemöglichkeit gefunden. Hier wurde am 30.1.87 der Punkt 1001 angelegt. Eine Positionsbestimmung mit GPS wurde an der Bohrstelle BC-1 durchgeführt.

Am 30.1.87 war erneut ein umfangreiches Befliegungsprogramm mit "Polar 2" vorgesehen. Kirwanveggen, Sverdrupfjellafjella und die Eiskante zwischen Sanae und GvN sollten aufgenommen werden. Leider stellte sich ein Defekt an der Zeiss-Reihenmeßkammer heraus. Die "Polar 4" führte Logistik- und GPS-Flüge durch. Der Punkt GPS 1001 an der Traverse wurde vermessen. Anschließend wurden 6 Kisten mit Eiskernen von der Bohrstelle geholt und zur Georg-von-Neumayer-Station mitgenommen. Am nächsten Tag bestätigte sich, daß die RMK einen Defekt hatte, der eine mehrtägige Reparatur erfordern würde.

Vom 1. bis 3.2.87 wurden mehrere Logistikflüge zum Transport von Eiskernen und Geräten zur Bohrstelle und zur Referenzstation Grunehogna notwendig. Da eine Reparatur der RMK nicht in kurzer Zeit möglich war und weitere GPS-Punkte wegen der schwierigen Schneeverhältnisse nicht angeflogen werden konnten, starteten "Polar 2" und "Polar 4" am Nachmittag des 4.2.87 zu einem mehrtägigen Einsatz auf dem Filchner-Schelfeis (Abschn. 1.5.1.2).

Nach der Rückkehr am 14.2.87 wurden die Flugzeuge entladen und umgerüstet. Die RMK war in der Zwischenzeit repariert worden. Leider begann am 15.2.87 eine starke Drift, so daß bis zum 17.2.87 keine Flüge unternommen werden konnten. Am 18.2.87 wurde die geodätische Referenzstation Grunehogna abgebaut. Mit zwei Flügen der "Polar 4" wurde die gesamte Ausrüstung nach GvN zurückgebracht.

"Polar 2" konnte mit weiteren Photoflügen am 18.2.87 über Kirwanveggen und Sverdrupfjellafjella das Arbeitsprogramm vervollständigen. Am 19.2. folgte ein weiterer Bildflug von "Polar 2" nach Sverdrupfjellafjella und anschließend ein Testflug von GvN nach Sanae, um die in "Polar 2" eingebaute Datenerfassungsanlage zu prüfen. Versuche mit der "Polar 4", die GPS-Punkte 1000, 1001 und BC-1, die zu Beginn der Kampagne angelegt worden waren, anzufliegen, mußten wegen White-out abgebrochen werden. Landungen waren unmöglich. Die Punkte wurden nach Ankunft der "Polarstern" mit den Heli-koptern angeflogen und nachgemessen. Am 20.2.87 wurden die Flugzeuge für den Rückflug beladen. Sie starten am 21.2.87 nach einem erfolgreichen Einsatz auf dem Ekström- und Filchner-Ronne-Schelfeis zum Rückflug über Halley Bay, wo sie für den Weiterflug über Fossil-Bluff und Rothera noch zwei Tage auf besseres Wetter warten mußten. Die Polarflugzeuge erreichten am

25.2.87 Punta Arenas und wurden dort für den Rückflug nach Deutschland umgerüstet.

1.5.1.2 Filchner-Ronne-Schelfeis

Der Flug von GvN zur Filchner-Station erfolgte mit einem Zwischenstop bei Halley Bay. Die zehn Mitglieder der Filchner-Kampagne übernachteten auf der "Polarstern", die sich zu dem Zeitpunkt bei Halley Bay befand. Am 5.2.87 flogen beide Flugzeuge von Halley weiter zur Filchner-Station. Unterwegs wurden die Eiskante und die Situation bei den Eisinseln nördlich des Filchner-Schelfeises inspiziert. Das feste Meereis begann etwa bei 76°20' S und 31°20' W, Preßeisrücken wurden ab etwa 76°40' S und 34°30' W beobachtet. Die drei Eisinseln waren nur von einer kleinen Polynia umgeben. Die Gould Bay war mit dicken Preßeisrücken durchzogen. Zu dieser Zeit wäre ein Durchkommen mit der "Polarstern" unmöglich gewesen. Um so erstaunlicher war es, daß bei der Station Druzhnaya 1 das russische Versorgungsschiff "Kapitan Kondratjew" lag und den Abbau der Station durchführte. Auf der Landepiste von Druzhnaya wurden Schleifspuren gezogen, um den Zustand zu prüfen. Die Piste zeigte sich in einem sehr guten Zustand. Die Treibstoff-Vorräte bei Druzhnaya 1 sollten für die vorgesehenen Operationen auf dem Ronne-Filchner-Schelfeis genutzt werden.

Am 5.2.87 um 16:00 Uhr landeten "Polar 2" und 4 bei der Filchner-Station, die sich in sehr gutem Zustand befand. Die Plattform der Station war noch etwa 1,5 m über der Schneoberfläche, die Biwakschachteln waren bis zur Hälfte zugedriftet. Nachdem Verpflegung und Gerät in die Station gebracht und die Stromversorgung in Betrieb genommen worden war, wurde die Station um 20:00 Uhr eröffnet. Anschließend flogen beide Flugzeuge zum Auftanken nach Druzhnaya 1. Auf Anfrage der russischen Expeditionsleitung wurde nach dem Auftanken ein logistischer Unterstützungsflug mit der "Polar 4" nach Druzhnaya 2 durchgeführt, um vier russische Expeditionsteilnehmer abzuholen und zur Station Druzhnaya 1 zu transportieren. Diese Flugaktion war am 6.2.87 beendet. Für die Aufdatierung der Inertial-Navigationsanlagen wurden an der Parkposition der Polarflugzeuge Koordinatenbestimmungen mit GPS durchgeführt.

Bei gutem Flugwetter erfolgte am 7.2.87 mit beiden Flugzeugen ein Erkundungsflug über die Eisinseln entlang der neuen Eiskante und weiter bis in die Theron-Mountains. Dort wurde eine Landepiste erkundet und angelegt. Als Notreserve wurden an der Piste zwei Fässer JET-A1 aufgestellt und mit Ballons luftsichtbar vermarktet. "Polar 2" flog unmittelbar nach Beendigung der Vermarkungsarbeiten zurück, um einen neuen GPS-Punkt etwa 400 m südlich der neuen Eiskante anzulegen. Die Vermarkung erfolgte mit einem Holzgerüst. Die GPS-Meßdauer betrug nur zwanzig Minuten und mußte später wiederholt werden.

Am 8.2.87 wurde bei wolkenlosem Himmel der Versuch unternommen, den Punkt 110, der 1984 während der Expedition ANT II angelegt worden war, wiederaufzufinden. Die Suche wurde, wie auch während der Expedition ANT IV/3, nach etwa 1 1/2 Stunden aufgegeben. Die Nachmessung des Punktes

110 im geodätischen Filchnernetz muß wohl endgültig aufgegeben werden. Nach dem Abbruch der Suche wurde der Punkt 131 angeflogen und mit GPS vermesssen. Der Punkt wurde ohne Schwierigkeiten aufgefunden. Die Vermarkung war in ausgezeichnetem Zustand.

Die weiche Schneeoberfläche erleichterte die Flugaktivitäten auf dem Filchner-Ronne-Schelfeis wesentlich. Außenlandungen waren ohne großes Risiko möglich. Beim Flug von der Filchner-Station zum Punkt 110 am 8.2.87 wurde der Punkt 130 inspiziert. Alle Vermarkungen des Vermessungsnetzes an der Eiskante (Punkt 1306) waren noch vorhanden. Größere Abbrüche von der Eiskante konnten nicht erkannt werden. Diese Figur sollte bei der nächsten Möglichkeit nachgemessen werden. Weiter wurde festgestellt, daß sich das Inlet beim Punkt 130 verlängert hat. Ein neuer Eisabbruch kann vielleicht in naher Zukunft erwartet werden. Das Treibstoff-Depot des British-Antarctic-Survey an der Öffnung des Inlets liegt direkt an der Eiskante. Es war noch nicht abgebrochen.

Am 9.2.87 gab es in weiten Bereichen des Filchner-Ronne-Schelfeises White-out, so daß an den Punkten 231 und 330 nicht gelandet werden konnte. Im östlichen Teil des Filchner-Ronne-Schelfeises waren die Sichtverhältnisse - besser. Druzhnaya 1 wurde zum Auftanken angeflogen. Während des Auftankens wurde mit GPS eine Positionsbestimmung des Faßlagers vorgenommen. Anschließend erfolgte die Wiederholungsmessung des Neupunktes Filchner-Ost an der neuen Eiskante. Beim Anflug auf Filchner-Ost wurde die relative Höhe der neuen Eiskante über dem Meeresspiegel mit dem Radaraltimeter bestimmt. Die gemessene Höhe beträgt etwa 90 m, sie wurde mit dem Barometer überprüft. Vor der neuen Eiskante hatte sich eine ca. 500 m breite Polynia gebildet. Nach Beendigung der GPS-Vermessung des Punktes Filchner-Ost erfolgte ein Flug in die Theron-Berge, um die Magnetometer-Station abzubauen. Eine Positionsbestimmung der Landepiste in den Theron-Mountains war aus zeitlichen und organisatorischen Gründen nicht möglich.

Am 11.2.87 konnte an den noch zu vermessenden Punkten 231 und 330 wieder nicht gelandet werden. Sie lagen wie am Vortag unter einer doppelten Wolkendecke im White-out. Auf dem Rückflug zur Filchner-Station wurde der östliche Punkt 14009 des Hemmen Ice Rise Profils, das ein Jahr vorher während der Expedition ANT IV/3 angelegt worden war, vermessen.

Die letzten Punkte des Arbeitsprogramms wurden am 12.2.87 endlich erreicht und mit GPS vermesssen. Die Vermarkung des Punktes 231 war schon von drei Kilometern Entfernung im Wetterradar zu erkennen. Vermarkung und Signal befanden sich im besten Zustand. Die Schneehöhenmarkierungen an den Balisen waren 1,60 m über der Oberfläche. Nach Beendigung der GPS-Messungen erfolgte der Weiterflug zum Punkt 330. Eine Wolkendecke von 100 m Höhe lag über dem Landegebiet. Die Balisen konnten im Wetterradar ausgemacht werden. "Polar 2" landete in etwa 10 km Entfernung durch eine Wolkenlücke. Von dort wurde der Punkt 330 auf dem Eis mittels Inertialsystem gefunden und anschließend mit GPS vermesssen. Die Flugkampagne Filchner endete mit einem Erkundungsflug in den südlichen Teil des Foundation Ice Stream. Nordöstlich des Henry Ice Rise sollte vorbereitend für die nächste Expedition die Beschaffenheit der Eisoberfläche mit zusätzlicher Hilfe von

LANDSAT-Aufnahmen erkundet werden. Alle gesetzten Arbeitsziele konnten während dieser zehntägigen Kampagne erreicht werden. Bei den Messungen an den verschiedenen Punkten wurden für die Spurenstoffchemie Schneeproben gesammelt (Theron Mountains, Pkt.131, Pkt.330, Filchner Ost).

Von dem Depot an der Station Druzhnaya 1, die sich bekanntlich auf der mittleren der drei abgebrochenen Eisinseln vor dem Filchner-Schelfeis befindet, wurde der gesamte Treibstoff, bis auf 5 Fässer Reserve, aufgebraucht.

Der Dank für das Gelingen dieser Operation gilt besonders der Logistik. Die vollständige Inbetriebnahme und Eröffnung der Filchner-Station war innerhalb weniger Stunden möglich. Die Station befindet sich in einem ausgezeichneten technischen Zustand. Sie erwies sich auch für kurze Einsätze dieser Art als vorzüglich geeignet. Während der Kampagne wurde die Station erneut um etwa zwei Meter hochgekurbelt, um ein Zudriften zu vermeiden. Nach Beendigung aller Arbeiten wurde die Filchner-Station am Freitag, den 13.2.87 geschlossen und der Rückflug zur GvN angetreten.

Tab. 1.12: Punktbestimmung im Rahmen des Flugprogrammes von "Polar 2" und "Polar 4" während ANT V/4

Tab. 1.12: Coordinates measured with GPS and the aid of the aircrafts "Polar 2" and "Polar 4" in 1987

Pkt-Nr.	geograph. Koordinaten		Höhe	Datum	Bemerkung
	Breite	Länge			
1000	72°51'28"S	11°32'42"W	ca.500 m	26.1.87	
2006	73°11'40"S	9°41'17"W	1200 m	27.1.87	Kottas-Trasse
2005	73°22'20"S	9°41'48"W	1380 m	28.1.87	Kottas-Trasse
GvN-Piste	70°36'01"S	8°22'28"W	50 m	29.1.87	Parking Pos.
BC-1	72°30'18"S	9°05'35"W	950 m	29.1.87	Bohrung B 12
1001	72°05'45"S	8°48'36"W	700 m	30.1.87	an Kottas-Trasse
131	76°59'06"S	54°47'53"W	30 m	8.2.87	Filchnernetz, Ronne Ice Shelf
Fil055	78°20'42"S	39°27'52"W	100 m	10.2.87	Filchner-Schelfeis, Grand Chasms
140	77°06'44"S	50°24'14"W	30 m	10.2.87	Filchner-Station
14009	77°20'56"S	50°07'26"W	40 m	11.2.87	Filchner-Hemmen-Profil
231	77°42'14"S	57°24'32"W	30 m	12.2.87	Filchnernetz, Ronne Ice Shelf
330	78°03'09"S	58°45'19"W	40 m	12.2.87	Filchnernetz, Ronne Ice Shelf

1.5.2 Vorerkundung für die Shackleton-Expedition (D. Damaske, H. W. Schenke)

Der Anflug erfolgte von Halley Bay über die Route einer alten BAS-Traverse, um auf diese Weise Kenntnis über die zur Diskussion stehenden Nachschubwege über das Eis (während der geplanten Shackleton- Expedition) zu erlangen. Im südlichen Bereich der Shackleton Range in der Stephenson Basion wurde auf 80° 46.3' S, 27° 08.5'W eine geeignete Außenlande- und Campstelle gefunden. Auf dem Rückflug nach Halley Bay über die Theron Mountains wurde eine Route überflogen, die ebenfalls als "overland" Traverse in Frage kam. Haupthindernis (neben dem sich zwischen Shackleton Range und Theron Mountains entlangziehenden Slessor Glacier) für eine Bodentraverse ist die "Hinge" - Zone im Übergang vom Brunt-Schelfeis zum Coatsland Inlandeis, die mit schweren Fahrzeugen kaum zu bewältigen ist.

Um so notwendiger ist es, für eine Logistik-Shuttle zwischen Halley Bay und einem Camp in der Shackleton Range ein Zwischenlager einzurichten. Zu diesem Zweck wurden von der Filchner Station aus in zwei Einsätzen am 7. und 10. Februar Entladungsflüge in die Theron Mountains durchgeführt. Im Bereich des oberen Goldsmith Glacier wurde bei 79° 04'S, 27° 01'W eine geeignete Landestelle gefunden und zwei Faß Kraftstoff deponiert.

Während ANT V/4 kamen 2 Magnetik-Basisstationen vom Typ Geometrics G856 zur Beobachtung der erdmagnetischen Aktivität zum Einsatz. Die Messungen dienten der Vorbereitung von aeromagnetischen Programmen, die zukünftig in den Gebieten Shackleton Range/Theron Mountains sowie um die GvN-Station stattfinden sollten.

Um zeitliche Variationen von räumlichen Änderungen des Magnetfeldes bei einem Meßflug zu unterscheiden, ist es zweckmäßig, den zeitlichen Verlauf an einer festen Basisstation zu registrieren. Mit Hilfe einer solchen Messung ist es möglich zu beurteilen, ob gewisse "Anomalien" auf einem Meßflug eventuell lediglich aufgrund des sich ändernden äußeren Erdfeldes erzeugt worden sind (vgl. Maslanyj, M. P. and Damaske, D. (1986). Im Idealfall könnten die Basisstationsmessungen zur direkten Eliminierung der Variationen aus den Feldmessungen dienen. Da jedoch die Meßgebiete bei einer aeromagnetischen Befliegung recht groß (d. h. über mehr als 100 km von einer Basis entfernt) sind, muß mit Amplituden- und Phasenänderungen der zeitlichen Variationen gerechnet werden.

Zum Studium dieser räumlichen Unterschiede in der erdmagnetischen Aktivität wurden gleichzeitige Registrierungen in GvN, Grunehogna (GRU) sowie in den Theron Mountains (THE) durchgeführt. Für Vergleichszwecke standen auch die Observatoriumsmessungen von GvN sowie für einige Tage ein Protonenmagnetometer an der Bohrstelle zur Verfügung.

Beobachtungszeiträume:

GvN 26.1. - 3.2. und 14.2. - 23.2., ergänzt durch GvN-Observatoriumsregistrierungen vom 25.1. - 25.2.
GRU 25.1. - 18.2.
THE 7.2. - 10.2.
Bohrstelle 3.2. - 7.2.

Für GvN, GRU und THE wurden Daten in zweiminütigen Beobachtungsintervallen aufgezeichnet, die Observatoriumsmessungen sowie die an der Bohrstelle wurden in einminütigen Intervallen durchgeführt.

Vorläufige Beurteilung der Daten (Erste Ergebnisse)

Der Verlauf der erdmagnetischen Aktivität an der Station GvN und GRU ist der Form nach sehr ähnlich. Die Amplitude von größeren (mehrere 10er nT und über mehrere Minuten bis Stunden) Schwankungen im Magnetfeld ist in GRU größer als bei GvN. Die gleiche Beobachtung macht man auch, wenn man die wenigen Daten aus den Theron Mountains mit denen von Grunehogna und GvN vergleicht. In THE sind solche Schwankungen am ausgeprägtesten. Über die große Distanz von mehr als 1000 km sind die zeitlichen Variationen zwar noch erkennbar, aber in ihrer Form schon deutlich unterschiedlich.

Im Vergleich zwischen GRU und GvN fällt auf, daß die Station wesentlich "ruhiger" ist als GvN, auch die Daten vom Bohrstellenmagnetometer zeigen einen ruhigeren Verlauf als GvN. Um nun herauszufinden, ob technische Störungen in der Nähe der Neumayer-Station Ursache für diese höherfrequenten Variationen sind, wurden zusätzliche Registrierungen in ca. 10 km Entfernung am "Inlet" (INL) mit einem Beobachtungsintervall von 8 Sekunden durchgeführt. Der Vergleich am 23./24.2. ergab keinerlei Unterschiede zwischen INL und GvN, so daß die hochfrequenten Anteile in GvN als natürliche Schwankungen anzusehen sind. Benutzt man Basisstationsdaten aus GvN für die Reduzierung von Aeromagnetikmeßdaten, so sind diese Anteile zuvor herauszufiltern.

Zitierte Literatur:

Maslanyj, M. P. and Damaske, D., 1986; Lessons Regarding Aeromagnetic Surveying during Magnetic Disturbances in Polar Regions. Br. Antarct. Bull. No. 73, pp. 9-17)

1.5.3 Photogrammetrie (A. Grindel)

Während des Fahrtabschnittes ANT V/4 wurden verschiedene Bildflugprogramm durchgeführt, deren Befliegungsbereiche in Abb. 1.35 dargestellt sind. Die Befliegungen galten vier ausgewählten Gebirgszonen und der Schelfeisfront.

Als Luftbildkamera wurde eine Zeiss-Reihenmeßkammer RMK A 8.5/23 mit einer Brennweite von 85 mm und einem Bildformat von 230 x 230 mm verwendet. An Luftbildfilmen wurden Schwarzweißfilme der Firma Agfa, Aviphot PAN 150 und PAN 200, benutzt.

Das in dem Flugzeug "Polar 4" installierte INS-Navigationssystem diente der Flugzeugführung zur Bildflugnavigation in die Zielgebiete. Im Aufnahmegebiet war Sichtflugnavigation über Gebieten markanter Topographie mit Hilfe eines zur Kameraausrüstung gehörenden Teleskops möglich. Die zur Navigation benötigten Übersichtskarten lagen zum Teil bereits vor oder wurden während der Vorbereitungsphase in Deutschland aus Satellitenbilddaten speziell für diesen Einsatz erstellt.

1.5.3.1 Gebirgsbefliegungen

H.V. Sverdrupfjella

Aufgabenstellung:

Ergänzungsbefliegung zu bereits 1985/86 aufgenommenen Gebieten.

Verwendungszweck:

Herstellung von Orthophotokarten 1:50.000 und 1:25.000, Bereitstellen von Planungsunterlagen, Paßpunktidentifizierung zur Entzerrung von Satellitenbilddaten, Aufbau eines digitalen Geländemodells.

Technische Daten:

Bildmaßstab 1:50.000, Film Agfa PAN 200, Bildüberdeckung in Flugrichtung 90%, seitlich zum Nachbarstreifen 40%.

Borgmassivet

Aufgabenstellung:

Nördliche und südliche Erweiterung der Befliegung des Borgmassivet von 1983/84.

Verwendungszweck:

Erweiterung und Verbesserung des Datenmaterial des Borgmassivet für eine Orthophotokartenherstellung, Paßpunktidentifizierung zur Entzerrung von Satellitenbilddaten, Erweiterung des digitalen Geländemodells.

Technische Daten:

Bildmaßstab 1:50.000, Film Agfa PAN 200, L-Q 80%-40%.

Neumayersteilwand, Kirwanveggen

Aufgabenstellung:

Befliegung der Neumayersteilwand, Kirwanveggen

Verwendungszweck:

Planungsunterlagen für geowissenschaftliche Arbeiten, Paßpunktidentifizierung zur Entzerrung von Satellitenbilddaten, Aufbau eines digitalen Geländemodells.

Technische Daten:

Bildmaßstab 1:50.000, Film Agfa PAN 200, L-Q 80%-40%.

Vestfjella

Aufgabenstellung:

Ergänzungsflüge zu den Befliegungen von 1985/86

Verwendungszweck:

Bereitstellen von Planungsunterlagen, Identifizierung von Paßpunkten in Satellitenbilddaten, Aufbau eines digitalen Geländemodells.

Technische Daten:
Bildmaßstab 1:50.000, Film Agfa PAN 200, L-Q 80%-40%.

1.5.3.2 Schelfeisfrontbefliegungen

Georg-von-Neumayer-Station - Unneruskollen

Aufgabenstellung:

Befliegung der Schelfeisfront

Verwendungszweck:

Erfassen des aktuellen Standes der Schelfeisfront, Bestimmen von Form- und Lageveränderungen an der Eisfront durch Vergleich mit Befliegungen vergangener Jahre, Nachweis der Lagestetigkeit von Eishöckern (Ice ripples).

Technische Daten:

Bildmaßstab 1:40.000, Film Agfa PAN 150, Längsüberdeckung 80%.

Georg-von-Neumayer-Station - Kap Norwegia - Drescherinlet - Richtung Halley

Aufgabenstellung:

Befliegung der Schelfeisfront

Verwendungszweck:

Erfassen des aktuellen Standes der Schelfeisfront, Bestimmung von Form- und Lageveränderungen der Schelfeisfront durch Vergleich mit älteren Bildflugaufnahmen, Paßpunktbestimmung zur Entzerrung von Satellitenbilddaten.

Technische Daten:

Bildmaßstab: 1:40.000, Film Agfa PAN 150, Längsüberdeckung 80%, teilweise 60%.

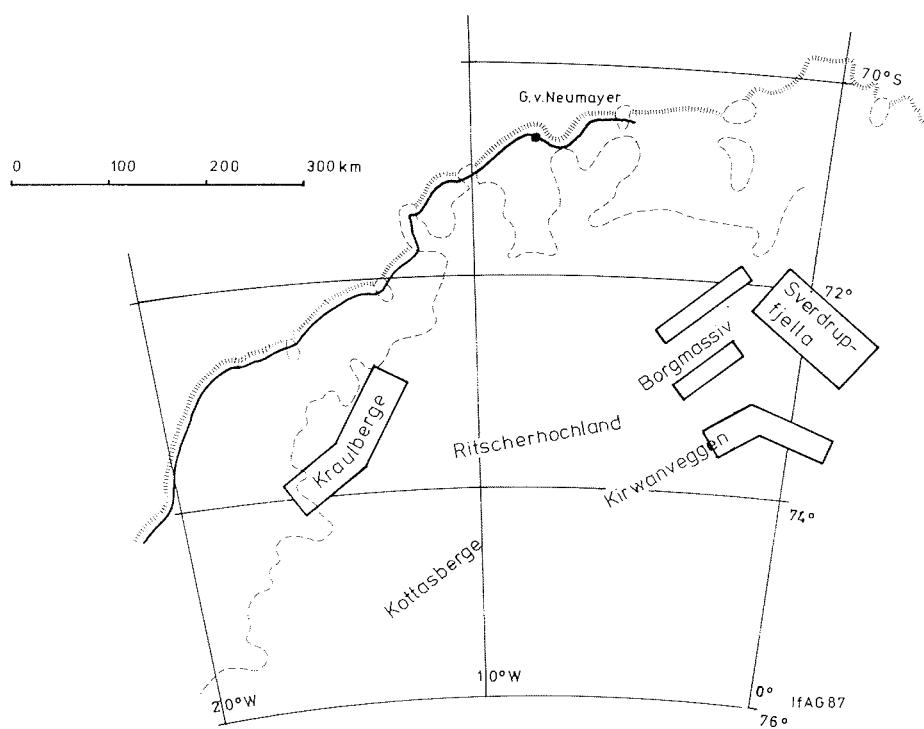


Abb. 1.35: Darstellung der Bildflüge während ANT V/4
Fig. 1.35: Location of the flight routes during ANT V/4

2 ANT V/5, PUERTO MADRYN - BREMERHAVEN

2.1 Zusammenfassung und Fahrtverlauf (W. Ernst)

Die Arbeiten auf FS "Polarstern" während dieses Fahrtabschnittes galten der Messung von Spurenstoffen in der Atmosphäre, im Wasser und in Organismen. Ziel der Untersuchungen ist die Kenntnis der quantitativen Zusammensetzung der natürlichen und anthropogenen Spurenstoffe der Süd- und Nordhemisphäre, des Schicksals der einzelnen Stoffe in der Atmosphäre, im Wasser und in Organismen und die Abschätzung ihres Beitrages zu den verschiedenen Stoffkreisläufen. Mit der Untersuchung anthropogener Belastungsstoffe im Süd- und Nordatlantik wird im Zusammenhang mit Untersuchungen in der Antarktis eine umfassende Dokumentation des menschlichen Einflusses auf diese Meeresgebiete angestrebt.

Die Arbeiten der verschiedenen Forschungsgruppen erstreckten sich auf:

- Untersuchungen zur Bildung und Ausbreitung flüchtiger Schwefelverbindungen,
- Analysen von Schwermetallen in Aerosolen, Wasser und Organismen,
- Analysen von Kohlenwasserstoffen und flüchtigen Halogenverbindungen kleiner Molekülgröße,
- die Identifizierung und Quantifizierung natürlicher organischer Verbindungen und von Xenobiotica im Wasser und in Organismen, Bestimmung des gesamtorganischen Kohlenstoffs im Wasser,
- die Erfassung atmosphärischer Radioaktivität,
- Messung des Ozons und von OH-Radikalen in der Atmosphäre und Stratosphäre.

Untersuchungen zur Strahlungsbilanz durch Messung verschiedener Strahlungskomponenten und Messungen der Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes bildeten den physikalischen Beitrag zum Gesamtprogramm.

Durch die gleichzeitige Untersuchung bestimmter Stoffgruppen soll eine bessere Charakterisierung von Quellen und Senken für diese Komponenten ermöglicht werden.

Vor Beginn der Reise besuchte Bundespräsident Richard von Weizsäcker FS "Polarstern" in Puerto Madryn, Argentinien, und informierte sich bei einem Rundgang über Leistung und Einsatzgebiete von FS "Polarstern" und über die Forschungsaufgaben der Arbeitsgruppen auf den verschiedenen Fahrtabschnitten.

Am 19. März 1987, 17:00 Uhr, verließ FS "Polarstern" mit 29 Wissenschaftlern und 39 Besatzungsmitgliedern Puerto Madryn, Argentinien, mit Kurs auf die Station 30.00° S und 30.00° W.

Die Arbeiten begannen mit der Erprobungsphase für Geräte, wobei auch verschiedene Arten der Wasserprobenentnahme getestet wurden, um für die spurenstoffchemische Arbeiten eine möglichst kontaminationsarme Probenahme zu erreichen. Für die Luftchemie waren mit dem Wind vom Bug her die Bedingungen während der gesamten Reise sehr günstig. Bei vorwiegend sonnigem und niederschlagsfreiem Wetter erreichte FS "Polarstern" am 26. März 1987 gegen 22:00 UTC die Position 30.00° S, 30.00° W. Von hier aus wurde die Reise entlang des 30. Längengrades nach Norden fortgesetzt. Am 2. April wurde die ITC erreicht und bis zum 4. April durchfahren. Die erwarteten Regenfälle brachten ausreichend Probenmaterial für die Bestimmung von anorganischen Ionen, von Acetonitril, Methansulfonsäure und einer Reihe weiterer organischer Spurenstoffe.

Während der Entnahme von Wasserproben mit den Gerardschöpfern wurde zweimal das Schlauchboot ausgesetzt, um Wasser in größerer Entfernung vom Schiff für die Analyse von Schwermetallen aufzunehmen. Weiterhin wurden einige Rosettenschöpfer gefahren, um Tiefenprofile zu erhalten. Die hierbei erhaltenen Wasserproben wurden aufgeteilt für die Analyse von ATP, niedermolekularen Halogenverbindungen, organischen Schwefelverbindungen und Schwermetallen. Die Analyse von Cadmium und Blei im Meerwasser konnte direkt an Bord an Wasserproben durchgeführt werden, die hierzu bei gestopptem Schiff vom Bugausleger aus genommen wurden.

Während der gesamten Reise wurden Ballonaufstiege mit Ozon-Radiosonden bis zu etwa 30 km Höhe mit hoher vertikaler Auflösung durchgeführt, um Datensätze von 40° S bis 45° N zu erhalten. Die Kenntnis der Ozongehalte in Abhängigkeit von der geographischen Breite und der Höhe ist wichtig für das Verständnis einer möglichen Beeinflussung durch den Menschen. Weitere Ballonaufstiege dienten der Ermittlung der einzelnen Komponenten der Strahlungsbilanz auf See.

Auf dem gesamten Fahrtabschnitt konnten in ausreichender Menge Organismen für die Bestimmung organischer Umweltchemikalien und von Schwermetallen gesammelt werden. Umfangreiches Material zur Biologie von Zooplankton stammte aus Neustonfängen; Phytoplanktonuntersuchungen wurden mehrmals täglich durchgeführt.

Messungen von Radionukliden in der Luft und Messungen des Erdmagnetfeldes mit dem GEK rundeten die wissenschaftlichen Aktivitäten ab.

In Abänderung des ursprünglich vorgesehenen Fahrverlaufs mußten die Azoren angelaufen werden, um am 11. April in Ponta Delgada einen Serviceingenieur zur Durchsicht der Seabeam-Anlage aufzunehmen.

Einige vorläufige Ergebnisse konnten bereits an Bord gewonnen werden. Sie wurden in interdisziplinären Arbeitsgruppen zusammengestellt und gemeinsam mit allen Fahrtteilnehmern diskutiert. Flüchtige Schwefelverbindungen, wie Dimethylsulfid, Kohlenstoffdisulfid und Kohlenstoffoxisulfid werden im Meer gebildet und spielen eine wichtige Rolle im globalen Schwefelkreislauf.

Dimethylsulfid, das von Phytoplankton gebildet wird, wurde an Bord gaschromatographisch im Phytoplankton selbst, im Wasser und in der Atmosphäre gemessen; ergänzend wurden ATP-Messungen zur Biomassebestimmung durchgeführt. Die von drei verschiedenen Arbeitsgruppen eingebrachten Ergebnisse weisen eine gute Korrelation der DMS-Verteilung mit der Biomasse auf. Die Reaktionsprodukte wie Schwefeldioxid und Methansulfonsäure wurden im Regenwasser und in der Luft bestimmt und dienen der Erkennung spezifischer Reaktionsabläufe. Gasförmige Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe und Stickstoffoxide wurden kontinuierlich im Luftchemie-Container auf dem Peildeck gemessen.

Leichtflüchtige Stoffe, wie z.B. Chloroform, Bromoform und Methylchlorid werden im Meer gebildet, aber auch vom Menschen in das Meer eingetragen. Die gleichzeitige Untersuchung dieser Stoffe im Wasser und in der Luft gibt Hinweise auf die Austauschvorgänge zwischen beiden Medien. Bereits an Bord durchgeführte Analysen von schwerflüchtigen anthropogenen Verbindungen, wie PCB, DDE und Hexachlorbenzol in Garnelen und Fischen weisen auf eine geringe Kontamination des Südatlantiks hin. Die überwiegende Zahl der gesammelten Organismen (Neuston, Fische, Krustazeen) soll im AWI analysiert werden.

Zur Untersuchung des Vorkommens und der Verteilung verschiedener Schwermetalle wie Blei, Cadmium, Kupfer, Zink, Chrom und Nickel wurden während des gesamten Fahrtabschnittes von zwei Gruppen Meerwasser und Zooplankton gesammelt. Die analytische Bestimmung der sehr geringen im Meerwasser vorkommenden Konzentrationen an Cadmium und Blei wurde bereits an Bord vorgenommen. Zur Erfassung der chemischen Komponenten in Aerosolen wurden große Luftmengen über Filter angesaugt. Bei den auf den Filtern nachweisbaren Salzen spielen die Sulfate, deren Herkunft mit Hilfe besonderer Trenntechniken und aufgrund von Messungen der Isotopenverhältnisse geklärt werden soll, eine besondere Rolle. Erhöhte Gehalte von Blei und Cadmium im Aerosol zwischen 7° N und 20° N sind auf verfrachteten Mineralstaub, besonders aus der Sahara, zurückzuführen. Weitere Interpretationen der Aerosolanalysen sind erst nach der Analyse weiterer Elemente möglich. Die im Bereich 31° S bis 21° N gemessenen Pb- und Cd-Gehalte im Wasser zählen mit etwa 20 ng/l Pb und 0,4 ng/l Cd zu den niedrigsten bisher gemessenen Werten.

Mit vier Ballonaufstiegen pro Tag wurden die Ozongehalte bis zu einer Höhe von 30 km registriert; die Messungen zeigen in Richtung Äquator eine signifikante Abnahme um ca. 50% an der Meeresoberfläche. In 30 km Höhe liegen die Ozonwerte um den Faktor 800 höher als am Boden.

Zur gegenseitigen Information und als Grundlage für die wissenschaftliche Diskussion an Bord diente eine Reihe von Vorträgen, an denen auch Mitglieder der Besatzung teilnahmen.

Am 19. April erreichte FS "Polarstern" ihren Heimathafen Bremerhaven.

2.2 Summary and Itinerary (W. Ernst)

During leg ANT V/5 trace compounds were measured in water, organisms and the atmosphere. The aim of this study was to better understand the mass transport and fate of naturally occurring and man made trace compounds in the surface layer of the Atlantic Ocean and the corresponding atmosphere.

The experimental work was mainly focused on the following topics:

- formation and distribution of volatile sulfur compounds,
- analyses of heavy metals in aerosols, water and organisms,
- analyses of hydrocarbons and low molecular weight halocarbons,
- identification and quantification of natural organic compounds and xenobiotics in water and organisms,
- measurement of total organic carbon in water,
- measurement of atmospheric radioactivity,
- measurement of ozone profiles.

Investigations on the radiation budget and measurements of the vertical component of the earth's magnetic field formed the physical part of the program.

"Polarstern" left Puerto Madryn (Argentine) on 19 March for the station 30,00° S, 30,00° W. Seawater supplies which served the aquatic chemistry were installed for analytical purposes and favourable wind conditions during this leg promoted the experimental work of the atmospheric chemistry.

On 26 March "Polarstern" reached the position 30,00° S, 30,00° W and continued its itinerary to the north on the 30° meridian. On 2 to 4 April the Intertropical Convergence (ITC) brought plenty of rainwater for the determination of inorganic ions, acetonitrile, methane sulfonic acid and various organic trace compounds.

Additionally to the usual sampling of water by high-volume samplers a pneumatic boat was launched to take water samples remote from the ship for the analysis of heavy metals. Other water samples were distributed among the various working groups for the simultaneous determination of trace elements and trace organics. Analyses of cadmium and lead were performed on board by inverse voltammetry. For the construction of vertical ozone profiles balloon borne ozone probes were flown daily up to 30 km high.

Organisms for the analysis of heavy metals and organic trace compounds were obtained by the aid of neuston sledges, but sufficient material for detailed analyses of organic compounds could not be obtained from all stations. Also fish for biochemical investigations could only rarely be sampled using RMT-nets.

Some preliminary results, produced already on board, were arranged by interdisciplinary working groups and discussed between the participants.

With dimethylsulfide (DMS) as an important component of the sulfur cycle a good correlation was observed between its occurrence in water, in the atmospheric boundary layer and in phytoplankton as measured by ATP, species analysis and dimethyl-sulfonium propionate (DMSP) as a precursor of DMS.

Levels of high molecular weight halocarbons such as polychlorinated biphenyls, hexachlorobenzol and total DDT found in crustacea and fish of the South Atlantic point to a low level of pollution in this area.

Levels of heavy metals in aerosol samples ranged from 0.3 to 0.7 ng/m³ cadmium; significantly elevated concentrations for both metal species were found between 7° N and 20° N which can be attributed to the transport of mineral dust from the Sahara. Concentrations of these elements in water were found to be 4 to 70 ng/l for lead and 0.4 to 7 ng/l for cadmium.

Ozone measurements in the boundary layer showed reduced levels by 50% towards the equator; in the stratosphere ozone levels were 800-fold higher.

For meteorological investigations the spatial and temporal distribution of net total radiation was measured by recording radiation components such as global solar radiation, atmospheric radiation and terrestrial surface radiation. For mutual information as the basis for scientific discussions on board a number of lectures were given with members of the crew participating.

"Polarstern" arrived at its home port Bremerhaven on 19 April 1987 terminating the cruise ANT V.

2.3 Berichte der Arbeitsgruppen

2.3.1 Wetterberatung für Schiffführung und Fahrtleitung (H. D. Behr, W.-Th. Ochsenhirt, R. Schmidt)

Da verschiedene für ANT V/5 geplante Experimente eine möglichst genaue Kenntnis der zu erwartenden Windrichtung und Stärke erforderten, wurde entsprechend den zwischen dem AWI und dem Deutschen Wetterdienst (DWD) bestehenden Vereinbarungen eine meteorologische Beratung der Fahrtteilnehmer durchgeführt. Grundlage aller Vorhersagen waren eigene Analysen von Wetterbeobachtungen des Termins 12 UTC, nördlich der Azoren der Termine 06 und 12 UTC. Bei der Erstellung derartiger Analysen für das Gebiet des Südatlantiks war erschwerend, daß von Brasilien keine Wettermeldungen vorlagen und sie von Argentinien meist mit 1,5stündiger Verspätung eintrafen. Schiffsmeldungen, die die Lücken zwischen den Kontinenten hätten schließen können, lagen aus diesem wenig befahrenen Seegebiet kaum vor. Eine erste Beurteilung der Wetterlage mußte sich daher auf die chilenischen Daten sowie auf die stets ausgezeichnet zu empfangenen NOAA- und METEOR-Satellitenbilder abstützen. Als weitere Hilfe wurden die Analysen- sowie Vorhersagekarten von Northwood (UK), Buenos Aires und Dakar herangezogen. Schiffführung und Fahrtleiter wurden täglich eingehend über die Wetterlage

sowie deren weitere Entwicklung informiert und erhielten entsprechende Unterlagen. Darüberhinaus wurden regelmäßig an einzelne Fahrtteilnehmer Wetterauskünfte erteilt.

Zur Unterstützung der Beratungstätigkeit an Bord wurden zweimal täglich um 00 und 12 UTC Radiosonden gestartet. Die Durchführung dieser Aufstiege erfolgte im Rahmen internationaler Verpflichtungen, in die die BR Deutschland auf Grund ihrer Mitgliedschaft in der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) eingebunden ist. Der DWD stellt auf Grund gesetzlicher Vorschriften den Vollzug dieser Vereinbarung sicher und veranlaßt die Weiterleitung der an Bord gewonnenen meteorologischen Daten an die zuständigen meteorologischen Zentren an Land. Die Aufstiege erfolgten teilweise in Zusammenarbeit mit Teilnehmern von der Kernforschungsanlage Jülich (ICH2). Zwischen den oben genannten Terminen startete diese Gruppe Aufstiege mit Ozon- und Wettersonden (s. Abschn. 2.3.3). Ein späterer Austausch dieser Daten ist geplant.

Als erstes Ergebnis dieser Aufstiege sind in Abb. 2.1 in einem Meridionalschnitt die Vertikalverteilung der Windgeschwindigkeit (A) sowie der Temperatur (B) dargestellt. Deutlich erkennbar ist (Abb. 2.1A) die Lage der subtropischen Strahlströme mit 40-50 m/s in etwa 150 hPa über 35° S bzw. 25° N sowie des stratosphärischen äquatorialen Starkwindbandes oberhalb von 30 hPa (Berson-Winde), und (Abb. 2.1 B) die Höhe der Tropopause sowie ihrer Temperatur, die im äquatorialen Bereich bis auf -80 °C absinkt.

Tab. 2.1: Wind- und Wellenstatistik Fahrtabschnitt ANT-V/5 (vom 19.03. - 18.04.1987) - berücksichtigt wurden nur die dreistündigen Beobachtungen der Bordwetterwarte - es wurden 170 Wetterbeobachtungen erstellt -

Tab. 2.1: Statistics of wind strength smell amplitudes

Windstärke	Häufigkeit (%)	Wellenhöhe (m)	Häufigkeit (%)
1	2,9	0 - 1	7,1
2	5,9	1 - 2	82,4
3	32,9	2 - 3	10,6
4	35,9	3 - 4	0
5	21,8	4 - 5	0
6	0,6	5 - 6	0
7	0	6 - 7	0
8	0	7 - 8	0
9	0	8 - 9	0
10	0	9 - 10	0
11	0	10 - 11	0
12	0	größer als 12	0

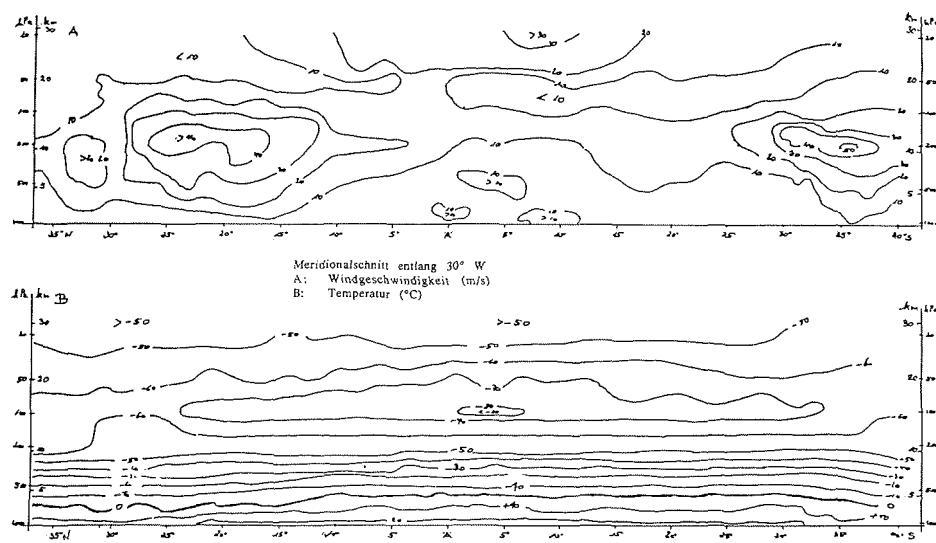


Abb. 2.1: Meridionalschnitt entlang 30° W.
A: Windgeschwindigkeit (m/s), B: Temperatur (°C)

Fig. 2.1: Wind speed (m/s) and temperature (°C)
along the 30° W-meridian

2.3.2 Strahlungsbilanz auf See (H.D. Behr, R. Schmidt)

Die Heimreise von FS "Polarstern" bot aufgrund ihrer Fahrtroute, die im wesentlichen dem Längenkreis 30° W folgte, eine ideale Voraussetzung zur Gewinnung eines Datensatzes der einzelnen Komponenten der Strahlungsbilanz auf See. Derartig lange Meridionalschnitte dieser meteorologischen Größen sind in der Literatur wenig bekannt. Für zahlreiche Untersuchungen des atmosphärischen Wärmehaushalts sind diese Daten darüberhinaus unerlässlich.

Folgende Strahlungskomponenten wurden gemessen:

- Globalstrahlung (G),
- Reflexstrahlung (R),
- atmosphärische Wärmestrahlung (A),
- terrestrische Wärmestrahlung (E),
- direkte Sonnenstrahlung (I),
- Sonnenscheindauer (S).

Die Strahlungsbilanz Q berechnet sich aus:

$$Q = (G - R) + (A - E) \quad (1)$$

Da bei Strahlungsmessungen der Beitrag des gesamten Halbraumes oberhalb (bei G, A, I und S) bzw. unterhalb (bei R und E) der Meßebene erfaßt wird, muß er möglichst frei von Hindernissen sein. Auf einem Schiff sind wegen der vielen Hindernisse (Antennen, Masten, Aufbauten usw.) Strahlungsmessungen daher naturgemäß problematisch. Aufgrund der gegebenen Bedingungen wurden folgende Meßplätze gewählt:

- Schiebebalken etwa 3 m oberhalb des Krähennestes (G, A, I, S),
- ausgefahrener Bugausleger (R),
- Backbordseite des Peildecks neben dem Videograph (die von hier gemessene Strahlungstemperatur Tw des Wassers wurde umgerechnet in E).

Die Geräte zur Erfassung von G, A, E, I und S konnten vor Auslaufen aus Puerto Madryn, dasjenige für R kurz danach, installiert werden. Wegen der ruhigen Wetterbedingungen registrierten alle Meßsysteme vom ersten Fahrtag an bis zu ihrem Abschalten beim Einlaufen in den Englischen Kanal ohne jegliche Störungen. Nur der um den 06.04. aufgetretene Saharastaub erforderte eine Reparatur am Gerät zur Erfassung von A. Die Daten wurden in physikalischen Einheiten als Minutenmittel aus Sicherheitsgründen gleichzeitig auf Diskette gespeichert, auf einem Matrixdrucker ausgedruckt und analog registriert.

Für das Meteorologische Institut der Universität Mainz (Dr. L. Schütz) wurden bei wolkenfreier Sonne Trübungsmessungen der Atmosphäre mit Hilfe des Linke-Feussner'schen Panzer-Aktinometers und des d'Almeida'schen Sonnenphotometers in verschiedenen Spektralbereichen vorgenommen. Eine Zusammenarbeit bei der Interpretation der Trübungs- und Strahlungsdaten ist geplant.

Das Gerät (Sonic) zur Messung der Sonnenscheindauer S wurde im Auftrage des DWD/Instrumentenamt Hamburg auf seine Einsatzfähigkeit auf See im Dauereinsatz getestet, da geplant ist, es auf unbemannten Bojen zu installieren. Eine erste Beurteilung der Meßergebnisse sowie der Funktionsfähigkeit des Gerätes zeigten zufriedenstellende Ergebnisse.

Für eine Arbeitsgruppe des DWD/Meteorologisches Observatorium Hamburg wurde ein Gerät zur Messung des bodennahen Ozons betreut und die Dauerregistrierung mit Meßergebnissen anderer Fahrtteilnehmer verglichen.

In Abb. 2.2 sind als erstes Ergebnis die Größen G, R, A und E sowie die daraus berechnete Strahlungsbilanz Q als Funktion der geographischen Breite dargestellt. Deutlich erkennbar ist ein Anstieg der Größen G, R, A und Q bis kurz vor Erreichen der ITC auf etwa 4° N. Dort (02.04. abends bis 04.04. vormittags) bewirkte der bedeckte Himmel mit hochreichender, stark wasserhaltiger Bewölkung einen auffälligen Rückgang der solaren Strahlungsgrößen G und R, während A zunahm. Nördlich der ITC erfolgte nach Norden hin ein entsprechender Abfall der Größen G, R, A und Q. Das sekundäre Maximum von G und Q am 10.04. läßt sich dadurch erklären, daß zu dieser Zeit "Polarstern" im Kern eines Hochdruckgebietes bei den Azoren lag. Die Wassertemperatur Tw erreicht dagegen bereits weiter südlich bei 20° S ihr Maximum mit 28,2 °C als Folge des nach Süden setzenden Brasilstromes.

Nach Überprüfung und eventueller Korrektur der einzelnen Datensätze sollen folgende Arbeiten in Angriff genommen werden:

- Bestimmung der Strahlungsbilanz sowie ihrer einzelnen Komponenten für die einzelnen Klimagebiete des Atlantiks einschließlich statistischer Kennzahlen.
- Untersuchung des Tagesganges von R sowie der Albedo A des Wassers, $A = R/G$. Letztgenannte Größe zeigt eine markante Abhängigkeit von der Sonnenhöhe sowie dem Zustand der Meeresoberfläche.
- Berechnung der diffusen Sonnenstrahlung D aus den Meßgrößen G und I.
- Vergleich der gemessenen Globalstrahlung mit den aus METEOSAT-Daten abgeleiteten Modellwerten.
- Vergleich der gemessenen atmosphärischen Wärmestrahlung A mit Modellwerten, die aus Radiosondendaten gewonnen werden (s. Abschn. 2.3.1).

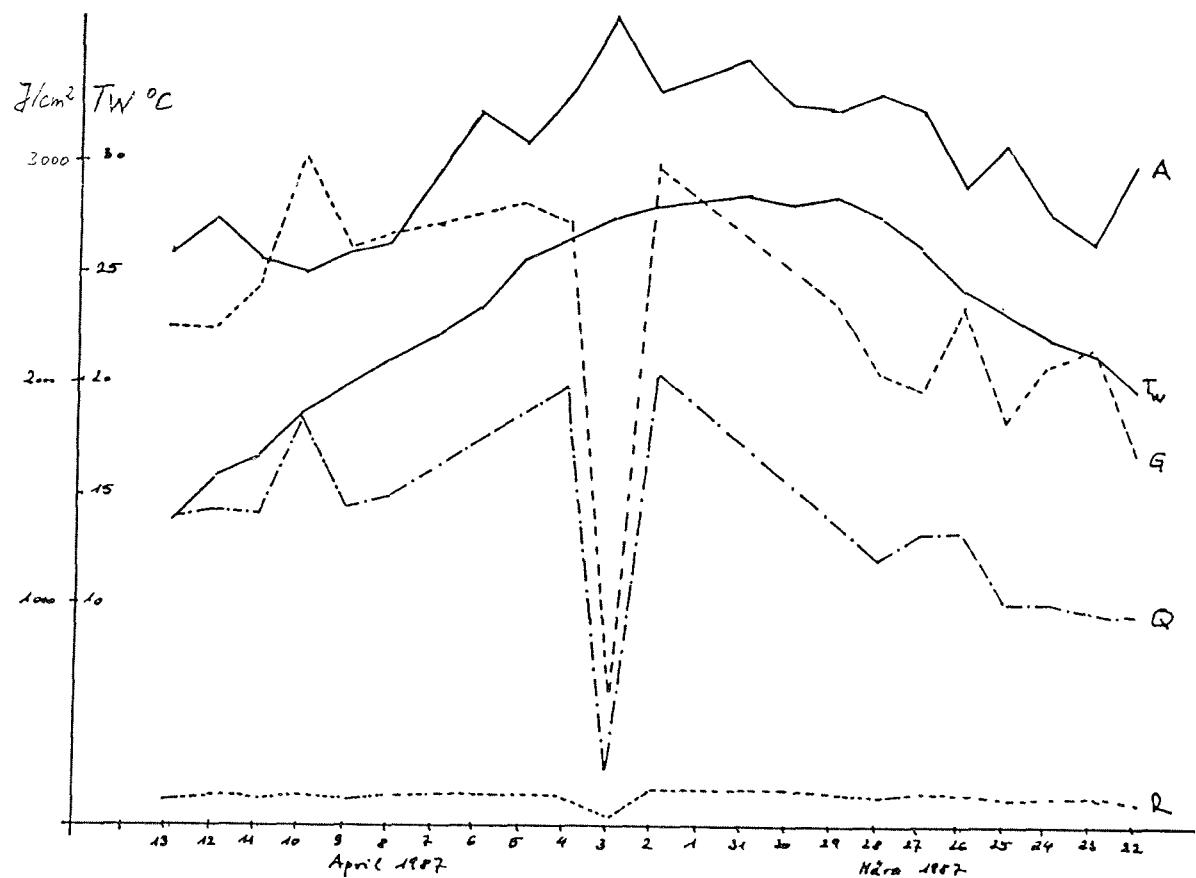


Abb. 2.2: Zeitlicher Verlauf der einzelnen Komponenten der Strahlungsbilanz

(Tagessummen) entlang 30° W

A: atmosphärische Strahlung

G: Globalstrahlung

R: Reflexstrahlung

Q: Strahlungsbilanz

Tw: Wassertemperatur

Fig. 2.2: Temporal records of radiation components and radiation budget

A: atmospheric radiation

G: global radiation

R: reflexradiation

Q: radiation budget

Tw: water temperature

2.3.3 Messungen der vertikalen Verteilung des troposphärischen Ozons zwischen 40° Nord und 45° Süd (H.G.J. Smit, S. Gilge)

Troposphärisches Ozon spielt in der Luftchemie eine zentrale Rolle als primäre Quelle von sog. OH-Radikalen, die für den Abbau von vielen Spurengasen in der Troposphäre (z.B. CO, NO_x, Kohlenwasserstoffe, SO₂ etc.) verantwortlich sind. Vom klimatologischen Gesichtspunkt aus trägt das Ozon wesentlich zur Temperaturverteilung in der Troposphäre durch die Absorption von Sonnenstrahlung (sichtbar und ultraviolett) und Strahlung der Erdoberfläche (Infrarot) bei. Weiter ist Ozon ein toxisches Gas und gefährdet Pflanzen und Tiere (besonders in Ballungsgebieten).

Die Ozonmessungen der letzten zwanzig Jahre zeigen einen ständigen Anstieg in der Ozonkonzentration. Wegen seines potentiellen Effektes auf die Luftchemie und das Klima ist ein besseres Verständnis der Prozesse, die die Ozonbilanz kontrollieren, und der möglichen anthropogenen Beeinflussung dieser Prozesse notwendig. Deswegen ist es wichtig, die räumliche und zeitliche Verteilung von Ozon sowohl in der Nord- als auch der Südhemisphäre zu kennen.

Während des Fahrtabschnittes (ANT V/5) wurden mit täglichen Ballonaufstiegen von sog. Ozon-Radiosonden die Ozonkonzentration in verschiedenen Höhen (bis etwa 25-30 km) und auf verschiedenen Breitengraden (zwischen 40° S und 45° N) mit einer vertikalen Auflösung von etwa 20 m bis 50 m und einer Breitenauflösung von etwa 3 bis 4° gemessen.

Die Ozon-Radiosonden bestehen aus der Kombination von einem Ozonmeßgerät vom Typ ECC (Electro Chemical Cell), Science Pump Corp., und einer Wetterradiosonde vom Typ RS80, Vaisala. Diese Standard-Radiosonden wurden dahingehend modifiziert, daß die Information der Sonde (Ozonkonzentration, Temperatur, Druck und relative Feuchte) digital (statt analog) kodiert, über Telemetrie in einen Computer an Bord des Schiffes eingespeist wurde.

Zur Bestimmung der Reproduzierbarkeit der Ozon-Radiosonden sind neben den täglichen Ballonflügen mehrere Aufstiege mit zwei Sonden durchgeführt worden. Um einen eventuellen Tagesgang in der Ozonkonzentration beobachten zu können, wurden einmal vier Ballonflüge mit einem zeitlichen Abstand von etwa 4 Stunden gestartet.

Mit Hilfe der gemessenen Höhen-Breitenverteilung der Ozonkonzentration und den zusätzlichen meteorologischen Meßdaten (Temperatur, Druck und Relative Feuchte) können weitere Informationen über die Transportprozesse und die Herkunft des Ozons in der Troposphäre erhalten werden.

2.3.4 Zur Messung von atmosphärischem ^{14}CO : Eine Methode zur Bestimmung der troposphärischen OH-Radikalen Konzentration
(S. Gilge , A. Volz , H. Smit)

^{14}CO kommt in der Atmosphäre in einem Mischungsverhältnis von 10^{-19} bis 10^{-20} vor. Es entsteht fast ausschließlich durch die Reaktion von kosmischen Neutronen mit atmosphärischem Stickstoff und anschließender Oxidation mit Sauerstoff. Diese Produktionsrate von ^{14}CO ist bekannt. Die nahezu einzige Senke von ^{14}CO ist die Reaktion mit OH-Radikalen. So kann man durch Messen des ^{14}CO 's auf die Konzentration von OH-Radikalen schließen.

Bei der an Bord (Peildeck) betriebenen Meßanordnung wurde Luft über einen Ausleger angesaugt und auf 4 bar komprimiert. In einem ersten Absorberrohr wird CO_2 durch eine wässrige Lösung von NaOH chemisch abgetrennt. Die CO_2 freie Luft wird über einen Pt-Katalysator (ca. $260\text{ }^{\circ}\text{C}$) geleitet, wobei das CO zu CO_2 oxidiert und anschließend in einem zweiten Absorberrohr gesammelt wird und dann dort als Carbonat vorliegt. Bei einer Ausgangsrate von 40 l/min werden pro Probe 200 m^3 Luft angesaugt, woraus eine Sammelzeit von etwa 3 Tagen resultiert. Die Probe wird anschließend bearbeitet, indem man durch Zugabe eines Überschusses an H_3PO_4 das als Carbonat gebundene CO_2 wieder freisetzt und in flüssigem Stickstoff ausfriert (vorherige Abscheidung des Wassers mit Aceton/Trockeneis). In der Kernforschungsanlage Jülich, ICH 2, wird der ^{14}C -Gehalt dieser Proben bestimmt. Anschließend kann aus der ^{14}CO -Bilanz die OH-Konzentration in der Troposphäre abgeschätzt werden.

Während ANT V/5 wurden insgesamt 9 Proben gesammelt und aufbereitet. Aus den Messungen soll die Breitenabhängigkeit der ^{14}CO -Konzentration und der OH-Konzentration in der südlichen Hemisphäre abgeleitet und die bisher vorliegenden Messungen in der Nordhemisphäre vervollständigt werden.

2.3.5 Salpetersäure und Aerosolzusammensetzung über dem Atlantik
(G. Gravenhorst, Liwen Qi)

Die Arbeiten konzentrierten sich während ANT V/5 auf Untersuchungen der chemischen Zusammensetzung des maritimen Aerosols und der Konzentrationsverteilung von gasförmiger Salpetersäure (HNO_3) in der ozeannahen Grenzschicht der Atmosphäre. Der Nitratgehalt im maritimen Aerosol scheint auf die Seesalzpartikel konzentriert zu sein, jedoch nicht vom Seesalz zu stammen, da er bezogen auf den Natriumgehalt etwa hunderttausendmal größer ist als im Ozeanwasser. Es wird daher vermutet, daß gasförmige Salpetersäure sich an die luftgetragenen alkalischen Seesalzpartikel anlagert. Im marinen Bereich gibt es bisher nur eine HNO_3 Untersuchung über dem Pazifik. Es sollte daher über dem Atlantik die gasförmige Salpetersäure bestimmt und mögliche Unterschiede zwischen den einzelnen Luftmassenregionen (z.B. Nord- und Südhemisphäre, Passatregionen, Subtropen, mittlere Breiten) aufgezeigt werden. Dazu wurden 2 Nylonfilter (90 mm Durchmesser) in Serie geschaltet und mit einer Durchsatzgeschwindigkeit von etwa $5\text{ m}^3/\text{h}$ besaugt. An

ihnen bleibt die gasförmige Salpetersäure hängen. Um das aerosolgebundene Nitrat von den Nylonfiltern fernzuhalten, wurden Teflonmembranfilter davor geschaltet. Da das auf dem Aerosolfilter abgeschiedene Seesalz seinerseits wieder HNO_3 absorbieren kann, wurde vor dem Aerosolfilter ein virtueller Impaktor installiert, durch den ein Großteil der Seesalzpartikel von der gasförmigen Salpetersäure getrennt werden kann. Um die Sammelparameter optimal einzustellen zu können, wurde an Bord mit einem Ionenchromatographen die HNO_3 -Konzentration stichprobenhaft von den etwa 100 gesammelten Proben analysiert. Die HNO_3 -Luftkonzentrationen scheinen im Bereich von etwa 10 bis 50 pptv zu liegen. Niedrigste Werte deuten sich in der Innertropischen Konvergenzzone an. Mit vier high-volume Impaktoren wurden die luftgetragenen Partikel entsprechend ihrer aerodynamischen Größe in 5 Radienbereiche aufgetrennt und für Massenanalysen angereichert. Sie sollen auf unterschiedliche Komponenten hin analysiert werden. Folgende Institutionen sind mit entsprechendem Untersuchungsprogramm beteiligt:

- a) Meteorologisches Institut, Frankfurt, wasserlösliche Ionen,
- b) Geochemisches Institut, Göttingen, Schwefelisotope,
- c) AWI, Sektion Chemie, organische Komponenten (C15-C40),
- d) Geologisches Institut, Hamburg, organischer Kohlenstoff und Stickstoff.

In Zusammenarbeit mit dem Physikalischen Institut der Universität Hohenheim wurden Aerosolproben gesammelt, die mit Hilfe von Laser-Verdampfung im Massenspektrometer auf die Zusammensetzung von Einzelteilchen hin untersucht werden sollen. Eine Regenwasserprobe wurde zusammen mit dem AWI, Sektion Chemie, in der Innertropischen Konvergenzzone gesammelt, um den Gehalt an C15-C40 Komponenten feststellen zu können.

Während der gesamten Fahrt wehte der Relativwind vom Bug, so daß optimale Sammelbedingungen herrschten. Das umfangreiche Probenmaterial wird in den Heimatlabors analysiert und ausgewertet. Die HNO_3 -Messungen werden von der KFA Jülich, ICH3, und von der Universität Regensburg, Sektion Chemie, unterstützt.

Zwei Anregungen für die Zukunft:

- a) Die Richtung und Stärke des Relativwindes sollten unbedingt auf dem Monitor angezeigt und außerdem gespeichert werden.
- b) Die meteorologischen Instrumente (z.B. Sichtweitenmeßgerät) sollten fachkundig, regelmäßig und verantwortlich gewartet werden.

2.3.6 Messungen von Kohlenwasserstoffen und halogenierten Kohlenwasserstoffen (J. Rudolph)

Hauptziel der durchgeführten Messungen ist die Bestimmung der Verteilung der leichten und mittleren Kohlenwasserstoffe in der marinen Atmosphäre. Die Messungen erfolgten sowohl mit einem an Bord befindlichen Gaschromatographen als auch durch Sammeln von Gesamt-Luftproben in Edelstahlbehältern und spätere Analyse im Labor. Da die "in situ" Messungen in Abständen

von etwa zwei Stunden erfolgten, lassen sich daraus auch Tagesgänge für kurzlebige Spurengase mit marinen Quellen ableiten. Die gesammelten Luftproben (ca. 50 Stück) werden im Labor auf ein umfangreicheres Spurenstoffspektrum untersucht als es mit dem an Bord befindlichen Gaschromatographen möglich ist. Damit ergeben sich weitere wertvolle Informationen über Art und Ursprung der Luftmassen sowie die Rolle der verschiedenen Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMKW) für die Photochemie der marinen Atmosphäre. Außerdem eröffnet sich damit die Möglichkeit die beiden unterschiedlichen Analysenverfahren miteinander vergleichen zu können.

Als Stützmessungen zu den Spurengasmessungen wurden die Photolyse-raten für Stickstoffdioxid und für Ozon zur Bildung angeregter Sauerstoffatome gemessen. Weiterhin wurde ein Meßgerät für Gesamtkohlenwasserstoffe (ohne Methan) erprobt. Die geplanten Messungen von ^{222}Rn als Tracer für den kontinentalen Einfluß auf die untersuchten Luftmassen konnten leider nicht durchgeführt werden, da der verwendete Detektor (ein Silizium-Oberflächen-sperrsichtzähler) einen Defekt aufwies und kein Ersatz zur Verfügung stand.

Die Messungen an Bord sind noch nicht quantitativ ausgewertet, qualitativ und halbquantitativ lassen sich jedoch bereits einige Aussagen ableiten. Im Bereich der Südhemisphäre bis etwa 2 Grad nördlicher Breite (dem Beginn der ITC) lagen die Mischungsverhältnisse der NMKW mit vorwiegend kontinentalen Quellen sehr niedrig, einige zehn ppt und darunter. Lediglich Ethan lag mit einigen hundert ppt deutlich darüber, eine Folge der im Vergleich zu den anderen NMKW relativ langen atmosphärischen Lebenszeit von Ethan, die mit mehreren Wochen bis Monaten für eine weitgehend gleich-mäßige Verteilung von Ethan innerhalb einer Hemisphäre sorgt.

Bei dem Übergang von der Süd- in die Nordhemisphäre (im Bereich der ITC) wurde ein deutlicher Anstieg von Ethan beobachtet. Auch Propan zeigte in der Nordhemisphäre eine sehr deutliche Erhöhung gegenüber der Südhemisphäre. Für die C4 und C5 Alkane konnte ein signifikanter Anstieg über die Nachweisgrenze hinaus erst bei mittleren nördlichen Breiten beobachtet werden.

Die Alkene Ethen und Propen zeigten keine solche systematische Breiten-abhängigkeit. Lediglich im Bereich des Äquators lagen die atmosphärischen Mi-schungsverhältnisse etwas höher. Es deutet sich ein - möglicherweise photo-chemisch bedingter - Tagesgang für Ethen an, allerdings ist hier noch eine sehr detaillierte Auswertung nötig, da die generelle Variabilität der Alkene (eine Folge der sehr kurzen atmosphärischen Lebensdauer von wenigen Ta-gen und darunter) das Erkennen von systematischen Variationen erschwert. Generell lagen die Werte für Ethen und Propen sehr niedrig, im Bereich eini-ger zehntel ppb und niedriger.

2.3.7 Biogene Schwefelverbindungen im Ozean und in der maritimen Atmosphäre (S. Bürgermeister, R. Zimmermann)

Während ANT V/5 wurde an Bord von "Polarstern" folgendes Meßprogramm durchgeführt: Die Konzentration der gasförmigen Schwefelverbindungen Dimethylsulfid (DMS) und Carbonylsulfid (COS) wurde im Oberflächenwasser und in der Luft gemessen, um den Fluß dieser Komponenten aus dem Ozean abzuschätzen. Für die Analyse waren zwei Gaschromatographen im Einsatz. Die Luftproben wurden mit zwei verschiedenen Verfahren angereichert (cryogenes Sammeln bei der Temperatur von flüssigem Argon, Chemisorption auf der Oberfläche von Goldwolle). Da DMS in der Atmosphäre rasch oxidiert wird (Verweilzeit ca. 1 Tag), sind für den maritimen atmosphärischen Schwefelkreislauf auch seine Reaktionsprodukte von Interesse. Daher wurde parallel die Konzentration von Schwefeldioxid, Sulfat und Methansulfonsäure (MSA) gemessen. Diese drei Komponenten wurden auf verschiedenen Filtern angereichert und anschließend mit einer Chemilumineszenz-Methode (Schwefeldioxid) bzw. ionenchromatographisch (Sulfat, MSA) nachgewiesen. Die ionenchromatographischen Analysen werden zum größeren Teil erst in Frankfurt durchgeführt. Die Messungen konnten erst am 23.03. begonnen werden und wurden am 17.04. abgeschlossen. Um auch tageszeitliche Variationen feststellen zu können, erfolgte die Probennahme im Abstand von sechs Stunden (1:00, 7:00, 13:00, 19:00). Lediglich zum Nachweis von MSA war eine längere Anreicherungszeit von 12 Stunden notwendig.

Die meteorologischen Bedingungen während der Fahrt waren sehr günstig: Zum einen kam der Wind fast während der gesamten Fahrt von vorne und daher kann eine Beeinflussung der luftchemischen Messungen durch das Schiff ausgeschlossen werden, zum anderen wurden die Messungen wegen des ruhigen Seegangs nicht durch starke Schwankungen des Schiffes beeinträchtigt.

Ein erster Überblick über die DMS-Konzentrationen im Oberflächenwasser bestätigt, daß hohe Werte in nährstoffreichen und sehr niedrige Konzentrationen in oligotrophen Ozeanregionen vorliegen. Außerdem zeigt sich ein weitgehend paralleler Verlauf mit den gemessenen DMSP-Konzentrationen.

2.3.8 Organische Spurenstoffe im Seewasser (K. Weber, W. Drebing)

2.3.8.1 Gerätebau und Testphase

Die ersten Tage der Reise bis zum 24.03. wurden zum Aufbau und zur Reinigung der Geräte sowie als Erprobungsphase genutzt. Die beim letzten Hafenauftenthalt des Schiffes in Kapstadt durchgeführte Installation einer V4a-Seewasserleitung war bis zu den Anschlüssen im Pumpenraum und am Arbeitsdeck fertiggestellt. Eine leckfrei fördernde Kreiselpumpe wurde im Pumpenraum provisorisch eingebaut und zusammen mit einem Vorlagebehälter in die Seewasserleitung integriert; die Pumpe konnte so selbstansaugend betrieben werden. Am Ausgang des Betriebsgangs zum Arbeitsdeck wurde die See-

wasserleitung durch Anbau eines geeigneten Normanschlusses und eines Druckhalteventils ergänzt. Die Extraktionsanlage zur Spurenstoffanreicherung wurde am Arbeitsdeck nahe am Seewasseranschluß installiert; bei dieser Aufstellung konnte die Anlage mit dem geförderten Seewasser der Kreiselpumpe ebenso versorgt werden wie mit geschöpftem Seewasser aus den Gerard-Schöpfern. Als Kopplung zwischen den verschiedenen Einheiten wurden flexible V4a-Wellenschläuche verwendet. Die Wasserentsorgung erfolgte außenbords. Diese Anordnung erwies sich während der gesamten Reise als zweckmäßig.

Während der Erprobung in den ersten Tagen wurden vorwiegend Phasenvermischung und Phasenseparierung bei der Extraktion geprüft. Die Durchlaufgeschwindigkeiten für Seewasser und Extraktionsmittel wurden variiert, ebenso der Vordruck der Druckhalteventile für den Separator und der Gegendruck an den Separatormausgängen. Die technische Durchführung des wissenschaftlichen Programms wurde nach den Ergebnissen der Erprobung ausgerichtet. Eine Darstellung der Verteilung von Hexachlorcyclohexan (d, -HCH) gibt Abb. 2.3 wieder.

2.3.8.2 Gerätbetrieb

Eine magnetisch gekoppelte Kreiselpumpe förderte während der gesamten Reise ohne Unterbrechung Seewasser vom Ansaugspiegel unterhalb des Pumpenraums zum Arbeitsdeck mit einer Förderleistung von 8 m³/h bei 2,3 bar Förderdruck, wo es je nach Bedarf abgenommen wurde. Durch den ständigen Durchfluß, der meist über die Gerard-Schöpfer geleitet wurde, sollte eine Kontamination des geförderten Wassers verhindert werden.

Die beiden Gerard-Schöpfer (Hydrobios, Kiel) wurden bei der Probennahme über den großen Schiebegalgen von "Polarstern" am 18 mm Stahldraht in 20 m Vertikalabstand ausgebracht, so daß eine Schiffsberührung des unteren Schöpfers beim An- und Abhängen des oberen ausgeschlossen war. Als Grundgewicht wurden 300 kg angehängt, in einer bodennahen Probe zusätzlich ein Pinger zwischen Grundgewicht und unterstem Schöpfer. Die Windenzuglast an der Oberfläche betrug etwa 0,5 t, die Tonnenzugspitze in 3800 m Tiefe 4,5 t. Beide Schöpfer wurden sechsmal eingesetzt, davon fünfmal 20 m und 40 m unter der Wasseroberfläche ausgelöst und einmal 50 m und 70 m über Grund (s. Stationsliste Anhang A2). Als kritisch wurde der relativ schnelle Rostansatz an den Edelstahlschöpfern und Schweißnähten zwischen Wellenschläuchen und Kupplungsstücken registriert.

Die Extraktionsanlage wurde zum ersten Mal auf See und im Dauerbetrieb eingesetzt. Während der Betriebszeit von 280 Stunden wurden etwa 100 m³ Seewasser durch die Anlage gepumpt und davon 50 Kubikmeter mit 50 l n-Hexan extrahiert. Alle wesentlichen Teile erwiesen sich als technisch robust und zuverlässig und entsprachen in ihrer Leistung den Erwartungen. Organische Spurenstoffe im Meer können damit im halbtechnischen Maßstab angereichert werden. Detailverbesserungen an der Anlage müssen jedoch noch vorgenommen werden.

2.3.8.3 Methoden

Die Verarbeitung des Seewassers erfolgte nach zwei Methoden. Einmal wurde das Wasser kontinuierlich und während voller Fahrt vom Ansaugspiegel in 10 m Tiefe in die Gerard-Schöpfer als offene Durchlaufgefäß gefördert, von dort mit Hilfe der Seewasserdosierpumpe in benötigter Menge zum Extraktor gepumpt und nach Extraktion und Phasenseparierung unmittelbar außenbords entsorgt (Einwegextraktion für Schnittproben). Zum anderen wurde Seewasser, das mit Gerard-Schöpfern geschöpft worden war, nach der Verarbeitung mit Hilfe der Pumpenwirkung des Separators zurück in den Schöpfer geleitet. Der auf diese Weise erzeugte Kreislauf wurde 12 Stunden aufrecht erhalten; erst danach wurde das extrahierte Wasser außenbords entsorgt. Reibungswärme im Separator führte bei dieser Betriebsart je nach Lufttemperaturen zu einer zusätzlichen Erwärmung des kreisenden Seewassers um 5 bis 7 K (Kreislaufextraktion für Punktproben).

Für Vergleichszwecke wurden die Extraktionsbedingungen nach der Erprobungsphase weitgehend konstant gehalten. Der Durchsatz für Seewasser und Extraktionsmittel in der Anlage waren mit 500 l/h und 50 l/h eingestellt; die dazu nötige Pumpenleistung der Dosierpumpen betrug 25 % und 35 %. Die Druckhalteventile öffneten bei 2,4 bar auf der Seewasserseite und bei 1,4 bar auf der Hexanseite. Es wurde ohne Gegendruck an den Separatormausgängen gearbeitet. Für jede Probe wurden jeweils 5 l destillativ und adsorptiv gereinigtes n-Hexan, gespiked mit d-10 Anthrazen, eingesetzt. Als begrenzend für die Extraktion erwiesen sich allein die Verluste an Extraktionsmittel während des Betriebs. Sie betrugen bei der Einwegextraktion bei 20 °C und im Kreislauf bei 25 °C jeweils etwa 100 ml/h (oder 200 ml pro t Seewasser). Die Beurteilung der Extraktionseffizienz und die Entscheidung, ob vorwiegend Lösungsmittelverdampfung oder mangelnde Separierung nach der Extraktion zu den Verlusten geführt haben, kann erst nach der Aufarbeitung im Labor erfolgen.

2.3.8.4 Gesammeltes Probenmaterial

Neben den Extrakten aus Testläufen wurden die in Tab. 2.2 zusammengestellten Seewasserextrakte gewonnen.

Zusätzlich wurden Aerosolproben in Schnitten und eine Regenwasserprobe im Bereich der ITC gesammelt (Abschn. 2.3.5). Seewasser-, Regen- und Aerosolproben sollen im Labor mit gaschromatographischen und massenspektrometrischen Methoden untersucht werden.

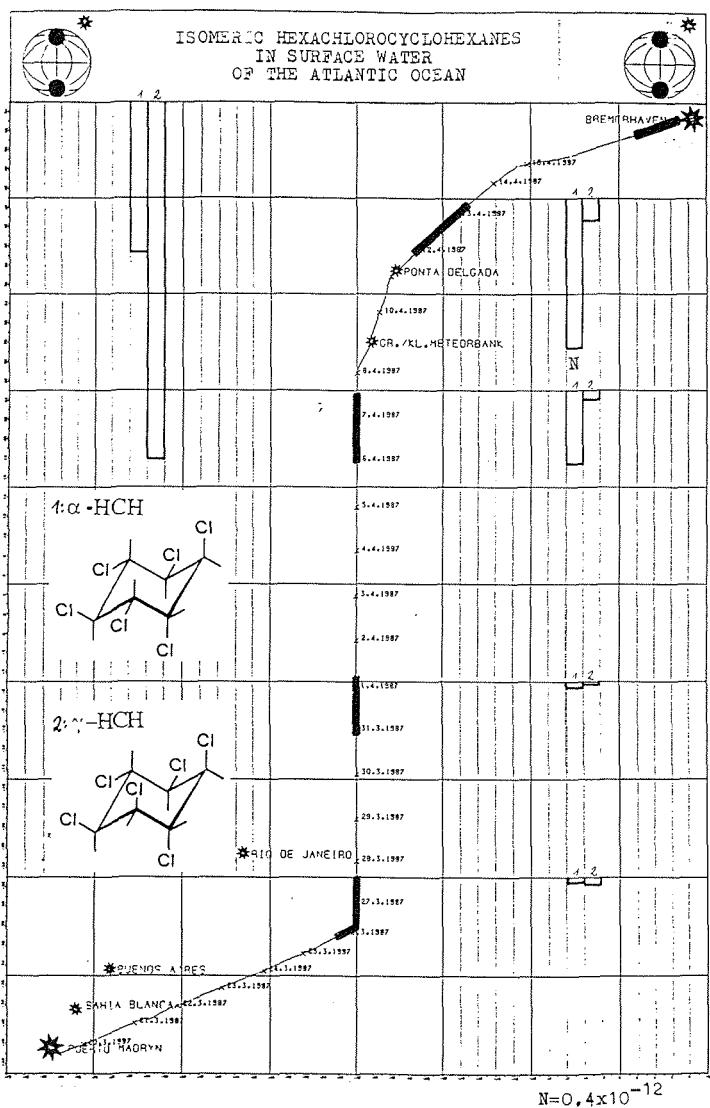


Abb. 2.3: Konzentration von α - und γ - Hexachlorcyclohexan (ng/l)

Fig. 2.3: Concentration of α - and γ - hexachlorocyclohexan (ng/l)

Tab. 2.2: Zusammenstellung der gewonnenen Seewasserextrakte zur Bestimmung organischer Spurenstoffe im Seewasser.

Tab. 2.2: Compilation of the seawater samples for that determination of organic elements.

Probennahmezeit (GMT)	Extrahierte SW-Menge (t)	Probenart	Beschreibung
24.3./11:45	0,4	Punkt	Oberfläche (20 m), südl.Brasilstrom
26.3./11:00-21:00	7,2	Schnitt	südl.Rosssbreiten
27.3./10:30-01:00			Oberfläche (10 m), südl.Brasilstrom
29.3./10:30	0,4	Punkt	südl.Rosssbreiten
			Oberfläche (20 m), mittl.Brasilstrom
31.3./10:00-16:40	6,0	Schnitt	SO-Passat
01.4./10:00-16:40			Oberfläche (10 m), nördl.Brasilstrom
03.4./10:20	0,6	Punkt	SO-Passat
05.4./07:10	0,4	Punkt	Boden (3780 m), Mittelatlant. Rücken
			Oberfläche (20 m), Guinea-Gegenstrom
06.4./12:15-19:00	6,0	Schnitt	NO-Passat
07.4./09:45-22:45			Oberfläche (10 m)
09.4./7:45	0,4	Punkt	Kanarenstrom
			NO-Passat
12.4./9:00-18:20	9,0	Schnitt	Oberfläche (20 m), Golfstrom
13.4./9:00-18:20			Nördl.Rosssbreite
15.4./5:30	0,4	Punkt	Oberfläche (10 m), Golfstrom
			Westwinde
17.4./16:00-	9,0	Schnitt	Oberfläche (20 m), Südl.Nordsee
18.4./-10:00			Westwinde

2.3.9. Untersuchungen anorganischer Spurenstoffe auf dem Atlantik (J. Völkening)

Auf dem Fahrtabschnitt ANT V/5 sollen Süd-/Nord-Konzentrationsprofile unterschiedlicher anorganischer Spurenstoffe im Aerosol und im Oberflächenwasser bestimmt werden.

2.3.9.1 Nichtmetallspezies

Für die Bestimmung von Halogeniden, besonders verschiedener Iodspezies im Aerosol über dem Atlantik wurden kontinuierlich Filter aus Cellulose-Nitrat besaugt. Um auch gasförmige Verbindungen zu erfassen, wurde bei einem Teil der Probennahmen hinter den Filter eine alkalische Absorptionslösung nachgeschaltet. Die analytische Bestimmung der Proben erfolgt in unserem Labor an der Universität Regensburg mit ionenchromatographischen Verfahren sowie der massenspektrometrischen Isotopenverdünnungsanalyse (MS-IVA). Diese Untersuchungen dienen zur Identifizierung und Quantifizierung verschiedener Iodspezies in der Luft. Außerdem soll über den Chloridgehalt der maritime Anteil bei gleichzeitig besaugten Filtern für Metallanalysen bestimmt werden. Um Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen den Konzentrationen dieser Stoffe im Aerosol und im Oberflächenwasser zu erhalten, erfolgten parallel zur Filterbesaugung Seewasserprobennahmen.

Zur Ergänzung bereits auf früheren Fahrtabschnitten von FS "Polarstern" durchgeföhrter Untersuchungen wurden in der ITC Niederschlagsproben gesammelt. Diese werden ebenfalls in Regensburg mittels der MS-IVA bzw. ionenchromatographischer Verfahren auf Nitrat- und Halogenidspuren analysiert.

2.3.9.2 Metallspurenanalyse

Zur Ermittlung der Konzentrationen der Metalle Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Cd und Pb im Aerosol über dem Atlantik erfolgte eine kontinuierliche Besaugung von Membranfiltern aus Cellulose-Nitrat mit 30-50 m³ Luft zur Gewinnung der Proben. Bei einem Teil der beaufschlagten Filter wurden an Bord mittels der Inversvoltammetrie die Elemente Pb und Cd bestimmt. Der größere Teil der Proben wurde lediglich aufgearbeitet und wird in Regensburg auf die oben genannten Elemente mittels der MS-IVA analysiert.

Unter Berücksichtigung bereits auf früheren Fahrtabschnitten von "Polarstern" durchgeföhrter Arbeiten sollen Aussagen über die globale Verteilung von Schwermetallen über dem Atlantik gewonnen werden. Zur Identifizierung von Quellen dient die Bestimmung verschiedener Leitelemente, z.B. Fe für den Krustenanteil oder Chlorid für den maritimen Einfluß. Mit den so erhaltenen Daten sollen Kenntnisse über globale Transportmechanismen dieser Elemente von ihren Hauptquellen in der Nordhemisphäre gewonnen werden.

Zur analytischen Bestimmung der Aerosolproben erfolgte ein saurer Aufschluß des auf dem Filter deponierten Materials. Dazu wurden die Filter mit 8 ml einer 20%igen Salpetersäure für 4 Stunden bei 70-80 °C ausgelaugt. Nach Entnahme von 200µl für die voltammetrische Bestimmung wurde der Rest der Lösung für die weitere Verarbeitung und massenspektrometrische Messung der Proben in Regensburg zurückgestellt. Für die voltammetrische Bestimmung von Pb und Cd kam eine rotierende Scheibenelektrode aus Glaskohlenstoff zum Einsatz. Die Voranreicherungszeit betrug 1800 s bei -1 V, für die anschließende voltammetrische Messung wurde der Spannungsbereich von -1 V bis -0,1 V mit 4 mV/s durchfahren. Die Oxidationspotentiale lagen bei ca. -0,62 V für Cd und -0,43 V für Pb. Zur Ermittlung des Gehaltes wurden 2 Standardadditionen durchgeführt. Die gemessenen Gehalte zeigt die Tabelle 2.3.

Tab. 2.3 Pb- und Cd-Gehalte im Aerosol über dem Atlantik

Tab. 2.3: Pb and Cd content of the aerosol across the Atlantic Ocean

Probennahmegebiet	Pb [ng/m ³]	Cd [pg/m ³]	
37° S/47° W bis 22° S/30° W	0,6-0,3	58-20	Abnahme der Konzentration bei zunehmender Entfernung vom Kontinent
22° S/30° W bis 12° S/30° W	0,3-0,1	n.n.	keine sichtbare Abscheidung auf dem Filter
12° S/30° W bis 07° N/30° W	0,4-0,6	20	Abscheidung geringer Mengen Mineralstaub
07° N/30° W bis 20° N/30° W	2,1-4,4	40-60	Abscheidung großer Mengen Mineralstaub
20° N/30° W bis 40° N/21° W	0,5-0,7	20-40	keine bis geringe sichtbare Abscheidungen

Die hohen Gehalte zwischen 7° N und 20° N sind auf verfrachteten Mineralstaub besonders aus der Sahara zurückzuführen. Weitergehende Interpretationen erscheinen dagegen erst sinnvoll, wenn die Proben auch auf die übrigen Elemente analysiert worden sind.

Parallel zu den Aerosolproben wurden mit einem Wasserschöpfer aus Teflon genommene Oberflächenwasserproben mit Hilfe der Inversvoltammetrie auf die Elemente Pb und Cd analysiert. Die eingesetzte Probenmenge lag bei 50-60 g, die Anreicherungszeiten betrugen je nach Gehalt der Proben 1800-3000 s.

Die übrigen experimentellen Parameter entsprechen denen der Aerosolanalysen. Die für verschiedene Gebiete ermittelten Konzentrationen sind in Tab. 2.4 zusammengestellt.

Tab. 2.4: Pb- und Cd-Konzentration im atlantischen Oberflächenwasser

Tab. 2.4: Pb and Cd content of near nerface samples of the Atlantic Ocean

Probennahmegebiet	[ng/kg] Pb	[ng/kg] Cd
39° S/54° W	36	3
37° S/48° W	25	2
31° S/32° W bis	4,4-26,7	0,4-0,8; 1,5
21° N/30° W		
29° N/28° W bis	60,1-72,4	0,8-2,5
40° N/21° W		
46° N/15° W bis	28,0-28,5	5,9-7,4
48° N/11° W		

Die Cd-Bestimmung war nicht in allen Proben möglich. Der Cd-Peak war durch eine breite Intensität, wahrscheinlich bedingt durch organisches Material oder Komplexbildung überlagert. Hier ist durch Bestrahlung der Proben mit UV-Licht eine Beseitigung der Störung zu erwarten. Entsprechende Untersuchungen sollen im Labor durchgeführt werden.

2.3.10 Untersuchung von Schwermetallen und chlorierten Kohlenwasserstoffen im Neuston und Biologie des Neustons. (A. Bosselmann, M. Schulz-Baldes, V. Weigelt)

2.3.10.1 Zielsetzung

Mit Hilfe des Neustons als Bioindikatororganismen soll die großräumige horizontale Verteilung von meist anthropogenen Spurenstoffen (Schwermetalle und chlorierte Kohlenwasserstoffe) dargestellt werden, wobei die Anreicherung in den Organismen aus dem Wasser und über die Nahrungskette die Analytik erleichtert.

Auf dem Schnitt von Puerto Madryn (Argentinien) nach Bremerhaven werden zahlreiche Wasserkörper (Falklandstrom, Brasilstrom, Südäquatorialstrom, Äquatorialer Gegenstrom, Nordäquatorialstrom, Kanarenstrom, Portugalstrom und Golfstrom) berührt. Dabei ist der Vergleich von Nord- und Südhalbkugel von besonderem Interesse.

Das Neuston wurde aus folgenden Gründen ausgewählt. Die oberen 10 cm des Meeres bilden ein Habitat mit zusätzlichen physikalisch-chemischen Einflüssen, wie z. B. intensiver UV-Einstrahlung, atmosphärischem Eintrag von Spurenstoffen und Prozessen an der Wasser/Luft-Grenzschicht. Die spezielle Tiergemeinschaft des Neustons gewährleistet kontinuierlich und über weite Strecken in ihrer Zusammensetzung ähnliche Fänge, die gute Voraussetzungen für einen geographischen Vergleich bieten.

Zur weiteren Ergänzung der Organismenproben wurden für eine Schwermetallanalyse (Cadmium und Blei) Wasserproben gezogen.

2.3.10.2 Material und Methoden: Neustonarbeiten

Für den Neustonfang wurde ein Aluminium-Neustonschlitten verwendet, an den 6 Netze in 3 Gruppen montiert waren. Die Netzöffnungen betragen 30x15 cm. Jede Gruppe bestand aus 2 Netzen, das obere Netz fischte von 0-8 cm Wassertiefe, das untere Netz von 10-25 cm Wassertiefe. Es wurden eingesetzt:

Für biologische und organisch-chemische Arbeiten je ein Obernetz von 47 Mikron Maschenweite mit einem Gaze-Netzbecher und je ein Unternetz von 500 Mikron Maschenweite mit einem Aluminium-Netzbecher;
für anorganisch-chemische Arbeiten ein Ober- und Unternetz von 500 Mikron Maschenweite und entsprechende Netzbecher.

Der Neustonschlitten wurde etwa 20 m seitlich des Schiffs über einen Kranbalken bei einer Geschwindigkeit von 4 kn über 30 min gefahren.

Zu Vergleichszwecken wurden einige Vertikalhols mit dem RMT (rectangular midwater trawl, 500 Mikron Maschenweite) von 0 bis 500 m Tiefe genommen. Die Verarbeitung der Proben entsprach den unten geschilderten Prozeduren.

Die Verarbeitung der Neustonfänge richtete sich an den verschiedenen Fragestellungen aus. Für die anorganisch-chemischen Untersuchungen wurden einzelne Individuen unmittelbar nach dem Fang unter dem Binokular aussortiert und nach unterschiedlichen systematischen Organisationsstufen gruppiert. Die Individuen wurden in vorgereinigten Kunststoffgefäßen tiefgefroren. Nach Gefriertrocknung und Säureaufschluß wird im Labor eine Analyse auf die Elemente Blei, Cadmium, Chrom, Eisen, Kupfer, Nickel und Phosphor erfolgen.

Für die organisch-chemischen Untersuchungen wurde der Fang in eine Edelstahlschüssel überführt und unter rückstandsanalytischen Gesichtspunkten über ein Edelstahlsieb (Maschenweite 125 Mikron) konzentriert und in eine vorgereinigte Metalldose gefüllt. Die Dose wurde bei -30 °C tiefgefroren. Im Labor soll eine Aufarbeitung der Proben durch Fettabtrennung und Isolierung der lipophilen chlorierten Kohlenwasserstoffe erfolgen, die dann kapillar-gas-chromatographisch charakterisiert werden.

Für die biologischen Untersuchungen wurde aus den einzelnen Fängen ein repräsentativer Querschnitt der Organismen lebend aussortiert und bestimmt. Bei dieser qualitativen Analyse wurde besonderes Augenmerk auf das Vorkommen von Indikatororganismen für unterschiedliche Wassermassen gelegt. Das zahlenmäßige Auftreten der unterschiedlichen Taxa wurde notiert, aufgeschlüsselt nach extrem häufigem, sehr häufigem, häufigem und vereinzeltem Vorkommen. Der Rest der Probe wurde für eine spätere, quantitative Analyse im Labor sowie als Anschauungsmaterial für Unterrichtszwecke in gepuffertem Formaldehyd (4 %) fixiert.

2.3.10.3 Material und Methoden: Wasserproben

Zur Wasserprobennahme wurde ein Vollteflon-Wasserschöpfer "Mercos" (Firma Hydrobios, Kiel) verwendet, der bei ganz langsamer Fahrt voraus vom Bugausleger (8 m vor dem Schiffsbug, 14 m über der Wasseroberfläche) mit einer Edelstahlhandwinde und einem 5 mm Kevlarseil eingesetzt und in ca. 3 m Wassertiefe ausgelöst wurde. Die beiden 500 ml Teflonflaschen waren 4 Tage lang in halbkonzentrierter Salpetersäure bei 70 °C vorgereinigt und an Bord 24 h lang mit Salpetersäure im Rückfluß ausgedämpft worden. Nach Spülung mit Milli-Q-Wasser wurden in den Flaschen 0,5 ml Salzsäure suprapur vorgelegt. An 2 Stationen wurden parallel zu den Proben vom Bugausleger bei einem Schlauchbooteinsatz handgeschöpfte Proben in ca. 1 km Entfernung von der "Polarstern" gewonnen.

Die Wasserproben wurden an Bord von Herrn J. Völkening (Universität Regensburg) direkt durch Inversvoltammetrie (PAR Modell 384 A mit Rotel-2 Drehelektrode) bei 30 min Anreicherungszeit und 2 Standardadditionen auf die Metalle Blei und Cadmium analysiert (Abschn. 2.3.9).

2.3.10.4 Ergebnisse: Neustonarbeiten (Schwermetalle)

An 45 Stationen wurden in der Morgen- und Abenddämmerung Neustonproben zwischen Puerto Madryn und Eingang Englischer Kanal gesammelt. Für die Schwermetallarbeiten wurden insgesamt 480 Proben gewonnen und dabei die in Tab. 2.5 aufgeführten Tiergruppen unterschieden:

Tab. 2.5: Tiergruppen der Neustonfänge zwischen Puerto Madryn und Englischem Kanal für die Analyse von Schwermetallen.

Tierstamm	Gruppe	Probenzahl
COELENTERATA	Medusae	19
	Siphonophora	29
	Velella velella	9
	Porpita porpita	14
	Physalia spec.	2
PLATHELMINTHA	Acnidaria	2
	Turbellaria	1
ANNELIDA	Polychaeta	3
MOLLUSCA	Pteropoda	27
	Heteropoda	14
	Janthina spec.	7
	Glaucus spec.	2
	Cephalopoda	11
CRUSTACEA	Copepoda	35
	Pontellidae	34
	Ostracoda	1
	Lepas spec.	1
	Stomatopoda juv.	4
	Mysidacea	24
	Amphipoda	13
	Hyperidae	37
	Phronima spec.	4
	Luzifer spec.	12
	Isopoda	11
	Euphausiacea	18
	Decapoda natantia	5
	Decapoda reptantia	4
INSECTA	Decapoda reptantia juv.	3
	Halobates micans	21
CHAETOGNATHA	Chaetognatha	27
TUNICATA	Thaliacea	23
VERTEBRATA	Myctophida juv.	15
	Scomberesox saurus juv.	12
	Exocoetus spec. juv.	10
	Coryphaena equiselis juv.	2
	unbestimmte Fischlarven	24

2.3.10.5 Ergebnisse: Neustonarbeiten (Biologie)

Bei der biologischen Untersuchung der Neustonfänge konnte zwischen 78 verschiedenen Taxa differenziert werden, wovon 32 Arten und 17 Gattungen bestimmt werden konnten. Im Neuston stellt sich die Gruppe der Crustaceen als arten- und individuenreichste Gruppe dar. Insbesondere Copepoden und Hyperiiden, aber auch Mysidaceen und Euphausiaceen traten in zum Teil hohen Dichten auf. Verschiedene Hydromedusen, Siphonophoren, Salpen und Chaetognathen waren ebenfalls an den meisten Stationen häufig. Zahlmäßig weniger bedeutend waren pelagische Polychaeten, Appendicularien, juvenile Cephalopoden und Fischeier und -larven. Von den Molluscen wurden besonders die Thecosomata (Flügelschnecken) nahezu regelmäßig angetroffen. Bei dieser Gruppe konnten 16 Arten identifiziert werden, die sich nach den vorläufigen Ergebnissen anscheinend gut als Indikatororganismen für unterschiedliche Wassermassen eignen. Von den in der Literatur oft als Indikatorarten beschriebenen Chaetognathen konnten 5 Arten bestimmt werden. Deren Vorkommen entlang des Stationsprofils lässt jedoch keine eindeutige Differenzierung unterschiedlicher Wassermassen erkennen. Eine bessere Differenzierung ist nach einer quantitativen Analyse der Fänge zu erwarten.

Auffällig war das Vorkommen der Larven einiger Benthosorganismen im Neuston an einzelnen Stationen. So traten z. B. Bipinnarialarven von Seesternen an 5 Stationen (bei 30° W zwischen 25.44° S und 17.19° S) bei Wassertiefen von 4000-5000 m extrem häufig auf (Einzugsgebiet des Brasilstroms). Außerdem wurden Larven von bodenlebenden Bivalviern, Gastropoden, Polychaeten, Decapoden, Ophiuroiden, Echinoiden und Acrania gefunden.

2.3.10.6 Ergebnisse: Wasserproben

An 14 Stationen wurden Wasserproben über den Bugausleger gezogen, zusätzlich an 2 Stationen Proben vom Schlauchboot aus. Die Ergebnisse sind in der Tab. 2.6 zusammengestellt (s. Abschn. 2.3.9).

2.3.11 Determination of low molecular weight halocarbons in seawater (E. Fogelqvist)

The programme of the ANT V/5 work on low molecular weight halocarbons in seawater is part of a project which will continue later on this year in the Arctic Ocean during the "Polarstern" cruise ARK IV/3 in co-operation with Mr. M. Krysell, Dept. of Analytical and Marine Chemistry, University of Göteborg, Sweden.

Tab. 2.6: Ergebnisse der Untersuchung von Wasserproben auf den Gehalt an Cadmium und Blei. Die Probennahme erfolgte über den Bugausleger, bei 2 Proben (Sch.) vom Schlauchboot aus.

Tab. 2.6: Cd and Pb content of sea water samples.

Station	Breite	Länge	Cadmium (ng/kg)(pmol/kg)		Blei (ng/kg) (nmol/kg)
1	39.21° S	53.50° W	3	26	26,0 0,17
3	37.12° S	48.11° W	2	18	25,0 0,12
6	34.31° S	40.47° W	0,8	7	- -
10	31.01° S	32.21° W	0,8	7	26,0 0,13
14	24.03° S	29.56° W	0,4	3	26,7 0,13
18	15.13° S	30.00° W	0,7	6	18,6 0,09
22	06.25° S	30.00° W	1,5	13	25,7 0,13
26	03.48° S	29.59° W	0,7	6	15,2 0,07
26 Schl.	03.48° S	29.59° W	0,5	4	14,4 0,07
29	12.03° N	30.00° W	-	-	21,3 0,10
33	21.26° N	30.00° W	0,5	4	19,8 0,10
37	29.40° N	28.24° W	0,8	7	64,0 0,31
37 Schl.	29.40° N	28.24° W	-	-	60,1 0,29
40	40.59° N	21.11° W	2,5	22	72,4 0,35
43	46.04° N	15.00° W	5,9	51	28,0 0,14
45	48.19° N	11.42° W	7,4	64	28,5 0,14

2.3.11.1 Background

The occurrence of low molecular weight halogenated hydrocarbons (halocarbons) in seawater has anthropogenic as well as biogenic sources. The anthropogenic halocarbons, originating from industrial uses mainly in the Northern Hemisphere, are discharged into the environment through evaporation into the atmosphere and through effluent waters. The transport to remote areas like the Southern Atlantic Ocean is mainly atmospheric, and an exchange between air and seawater occurs. One part of the survey during the "Polarstern" cruise ANT V/5 has been to study the surface water concentrations for the comparison with the atmospheric burden investigated by others.

The biogenic halocarbons, of which two brominated methanes were measured, are known to be produced by benthic algae. They are also detectable in near-shore waters. However, the most abundant of them, bromoform, has also been found in open-ocean seawater remote from land, the concentrations being related to high biological activity.

The seawater concentrations of the following halocarbons were determined; carbon tetrachloride, 1,1, 1-trichloroethane (methyl-chloroform), trichloroethylene, perchloroethylene, bromoform and dibromochloromethane.

2.3.11.2 Methodology

Seawater was drawn into glass syringes from different sources. After making an intercomparison between surface water sampled in different ways during cruising, it was decided that the most practical way, preventing the water to be contaminated by ambient air, was to take the samples from a constantly flowing seawater tap in the laboratory. Most of the samples were taken this way, but at several occasions other opportunities arose. Whenever the Girard samplers were used for other purposes, seawater was also taken for the halocarbon determinations. At some occasions water was taken by a bucket. Sampling the deep waters by setting out a Rosetta sampler with Niskin bottles, although it was not included in the programme for the cruise, was kindly offered at five occasions, once down to 1000 m.

The halocarbons were extracted from the seawater into n-pentane in a segmented flow system directly coupled to a gas chromatograph. After separation of the two phases in a membrane separator, the extract passed a loop in an injection valve. An amount of 25 µl of the extract was injected directly into a fused silica column in the gas chromatograph, the halogenated compounds were then detected by an electron capture detector and recorded in an integrator. Duplicate samples were taken at about 30 occasions in order to control the precision in the sampling procedure. Each sample was analysed at least twice.

2.3.11.3 Results

A total of about 100 sampling sites were analysed. A preliminary interpretation of the data gives the following observations:

1. As expected are the concentration levels in open ocean surface waters low compared to coastal areas. This is valid for the anthropogenic as well as the biogenic halocarbons studied.
2. The concentrations of anthropogenic halocarbons in the mid Atlantic from 30° S to 30° N are very low, which is in agreement with the atmospheric results obtained during the cruise. A slight elevation could be noted at about 10° N as well as South.
3. Dibromochloromethane appeared in concentrations about 2 % of the bromoform concentration, and was not detectable in the open ocean. On the shelves of South America and of Europe, however, where the influence from benthic algae is notable, both brominated compounds were detected at higher concentration levels.

4. The concentrations of the halocarbons are lower in deeper waters. The deepest water column sampled (to 1000 m depth) showed a decline down to levels close to the detection limits below a few hundred meters depth. Another depth profile, not far from the slope of the European shelf, shows a maximum in the concentrations of anthropogenic halocarbons between 20 and 50 m depth, while the biogenic bromoform has its highest concentration at 10 m depth.
5. At one occasion extremely high values of methylchloroform and per-chloroethylene were noticed at 5 and 10 m depth in samples taken both through the seawater tap and the Niskin samplers. It was obviously a very local feature, and of all different activities going on in the ship like "Polarstern", it may have been caused by ourselves.

2.3.12. Gehalt an Dimethylsulphoniumpropionat (DMSP) im Phytoplankton (G.O. Kirst, M.I.B. Meyer)

Ziel der Untersuchungen war die quantitative Bestimmung von DMSP im Plankton des Oberflächenwassers. DMSP gilt als Vorläufer für das Dimethylsulfid (DMS), die mengenmäßig wichtigste flüchtige Schwefelverbindung der Ozeane. Die Korrelation zwischen DMSP-Gehalt und Artenspektrum des Phytoplanktons wird ebenfalls untersucht, da sich die Artenzusammensetzung während des Schnittes durch die verschiedenen Klimazonen von der Süd- zur Nordhemisphäre in charakteristischer Weise ändert. In Vorversuchen mit Laborkulturen einiger typischer Vertreter des Phytoplanktons war festgestellt worden, daß DMSP in sehr unterschiedlichen Mengen von den einzelnen Arten akkumuliert wird.

Alle wesentlichen Punkte unseres Arbeitsprogrammes konnten während der Fahrt durchgeführt werden. Zusätzlich zu Schöpfproben des Oberflächenwassers wurden drei Tiefenprofile (0-150 m Tiefe) sowie ein Tagesgang (8 Proben; alle 2 Stunden von 6:30 bis 20:30 Uhr) untersucht. Insgesamt wurden von 107 Proben der DMSP-Gehalt quantitativ bestimmt, über 700 Gaschromatogramme ausgewertet und 200 Planktonproben für die spätere Aufarbeitung fixiert. Eine vergleichende Untersuchung zu Beginn der Fahrt ergab, daß die Entnahme aus der bordeigenen Meerwasserversorgung bzw. der Zapfstelle am Bugstrahlruder für die Planktonproben nicht so gut geeignet waren wie das direkte Schöpfen mit dem Eimer.

2.3.12.1 Probennahme

Die Probennahme wurde standardmäßig wie folgt durchgeführt: Tägliches Schöpfen mit dem Eimer am Bug um 8:30, 12:30 und 16:30 Uhr. Für die Gaschromatographie wurden 2-4 l, bei niedrigem Gehalt 6 l, Meerwasser durch ein Whatman GF/C-Filter filtriert, das Filter 2 h im verschlossenen Gefäß mit 25%iger NaOH inkubiert und das gebildete DMS-Gas mit dem Gaschromatographen quantitativ nachgewiesen. Hierbei hat sich die hohe Nachweisempfindlichkeit des Flammenphotometer-Detektors (FPD) für Schwefel besonders gut bewährt.

Für die Chlorophyllbestimmungen wurden zweimal je 3 l Meerwasser pro Probe filtriert und die Filter bei -30 °C in einem verschlossenen Plastikrörchen für die spätere Auswertung im Labor tiefgefroren. Ebenso wurden Meerwasserproben für spätere Salinitäts- und Ionenbestimmungen gesammelt. Zur Feststellung der Organismenzahl und Artenzusammensetzung wurden je zwei 200-ml-Proben mit Formalin bzw. Lugol'scher Lösung fixiert. Dank des ruhigen Verlaufs der Überfahrt war es möglich, jede Probe sofort nach der Entnahme qualitativ mikroskopisch auf ihren Artengehalt zu überprüfen.

2.3.12.2 Ergebnisse und Schlußfolgerung

Aufgrund der raschen gaschromatographischen Auswertung ist es möglich, erste Ergebnisse mit den Befunden anderer Arbeitsgruppen zu vergleichen. Die Messungen des DMSP-Gehaltes bezogen auf Plankton in 1 l Meerwasser stimmen mit den Resultaten anderer Arbeitsgruppen (ATP-Bestimmungen, s. Abschn. 2.3.13, DMS-Gehalt im Meerwasser und in der Atmosphäre, s. Abschn. 2.3.7) gut überein. Erwartungsgemäß sind die Werte im Küstenbereich nach dem Auslaufen aus Puerto Madryn zunächst hoch (Bereich 5-12 nmol/l (Organismen in 1 l Meerwasser), nehmen dann aber nördlich von 33° S rasch bis auf sehr geringe Konzentrationen ab (ca. 0,2-0,4 mol/l). Im Bereich von 0-12° N steigen die Konzentrationen infolge der höheren Planktendichte, bedingt durch die äquatorialen Gegenströmungen, wieder an (2,5-5 nmol/l). Es folgt eine erneute Abnahme (0,3-0,5 nmol/l) bis zur Meteorbank, die sich wieder mit dem niedrigen Planktongehalt in diesen Meeresgebieten korrelieren läßt. Die einsetzende, z.T. sehr starke Zunahme (bis auf 22 nmol/l) vor den Azoren (ab 32° N) und auf der Strecke bis zum Englischen Kanal zeigt an, daß die planktonreichen Gewässer des Nordatlantik erreicht worden sind. Ähnlich gute Übereinstimmungen der Messungen des ATP-Gehaltes und des freien DMS-Gehaltes im Meerwasser gibt es bei der Auswertung der Tiefenprofile: Nach der hohen Konzentration im Oberflächenwasser war ein Maximum bei 50 m (1. und 2. Profil) bzw. 50-80 m (3. Profil; Meteorbank) Tiefe zu beobachten.

Die bereits jetzt vorliegenden Meßdaten zeigen einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem DMSP-Gehalt des Planktons und dem freien DMS im Meerwasser. Damit wird die These vom biogenen Ursprung des DMS weiter gestützt.

2.3.13 Bestimmung des Biomassekohlenstoffs im Mikroplankton des Oberflächenwassers (ATP-Methode) (R. Ernst, T. Bluszcz)

2.3.13.1 Zielsetzung

Mit der Bestimmung von Adenosintriphosphat (ATP) in dem mit einem 0,2 µm Filter abfiltrierbaren Mikroplankton sollten die Biomasseverhältnisse des Phytoplanktons während der gesamten Reise ermittelt werden. Die Untersuchungen sollen einen Anschluß an entsprechende Arbeiten liefern, die bereits in der Antarktis abgelaufen sind und Bezugsgrößen für die mit der Bestimmung von DMSP (Abschn. 2.3.12) und von DMS (Abschn. 2.3.7) befaßten Arbeitsgruppen liefern.

2.3.13.2 Probennahme

Proben von der Wasseroberfläche wurden mit der Schlagpütz entnommen; parallel hierzu wurden zur Kontrolle zweimal Oberflächenproben vom Schlauchboot aus geschöpft. An drei Stationen wurden ATP-Tiefenprofile bis zu 15 m Wassertiefe bestimmt. Hierzu wurde ein Rosettenschöpfer eingesetzt.

2.3.13.3 Untersuchungsmethode

Für eine Doppelbestimmung wurden zweimal 250 ml Meerwasser zunächst durch eine Sieb mit 500 µm Maschenweite gegeben und dann durch ein 0,22 µm Milliporefilter filtriert. Das Filter wurde in 7 ml kochenden Trispuffer vom pH 7,75 gegeben und 5 s gekocht. Danach wurde in ein graduiertes 10 ml Reagenz-Schliffglas überführt, mit ca. 3 ml Trispuffer aufgefüllt und in ein Eisbad gestellt. Vor der Messung wurden die Proben auf Raumtemperatur gebracht; je 0,1 ml Luciferin/Luciferase-Reagenz und Trispufferextrakt wurden vermischt und die Lumineszenz in einem Turner-Luminometer gemessen. Die Kalibrierung erfolgte durch zweifachen inneren ATP-Standard.

2.3.13.4 Ergebnisse

Ausgehend von Puerto Madryn ergab sich ein leichter Abfall der Werte im Bereich von 50-100 ng/l ATP bis 5° S. Dann erfolgte ein Anstieg auf ca. 250 ng/l bis etwa 15° N, von wo an ein Abfall bis zur Meteorbank beobachtet wurde. Von hier ab erfolgte ein Anstieg auf über 250 ng/l der von den Azoren nochmals stark bis zu ATP-Werten von bis zu 700 ng/l anstieg bis 48° N, wo die Messungen beendet wurden. In der gleichen Reihenfolge entsprechen diese ATP-Werte einem Biomasse kohlenstoffgehalt von 13-25 mg/m³, 63 mg/m³ und dann maximal von 175 mg/m³. Die mit dem Schlauchboot erhaltenen Wasserproben zeigten gute Übereinstimmung mit den mit der Schlagpütz genommenen Proben. Die gemessenen ATP-Gehalte lassen eine Korrelation mit den DMSP-Werten erkennen (s. Abschnitt 2.3.12). Dies gilt auch für die Tiefenprofile. Die ATP-Profile von 2 Stationen sind in Abb. 2.4 wiedergegeben.

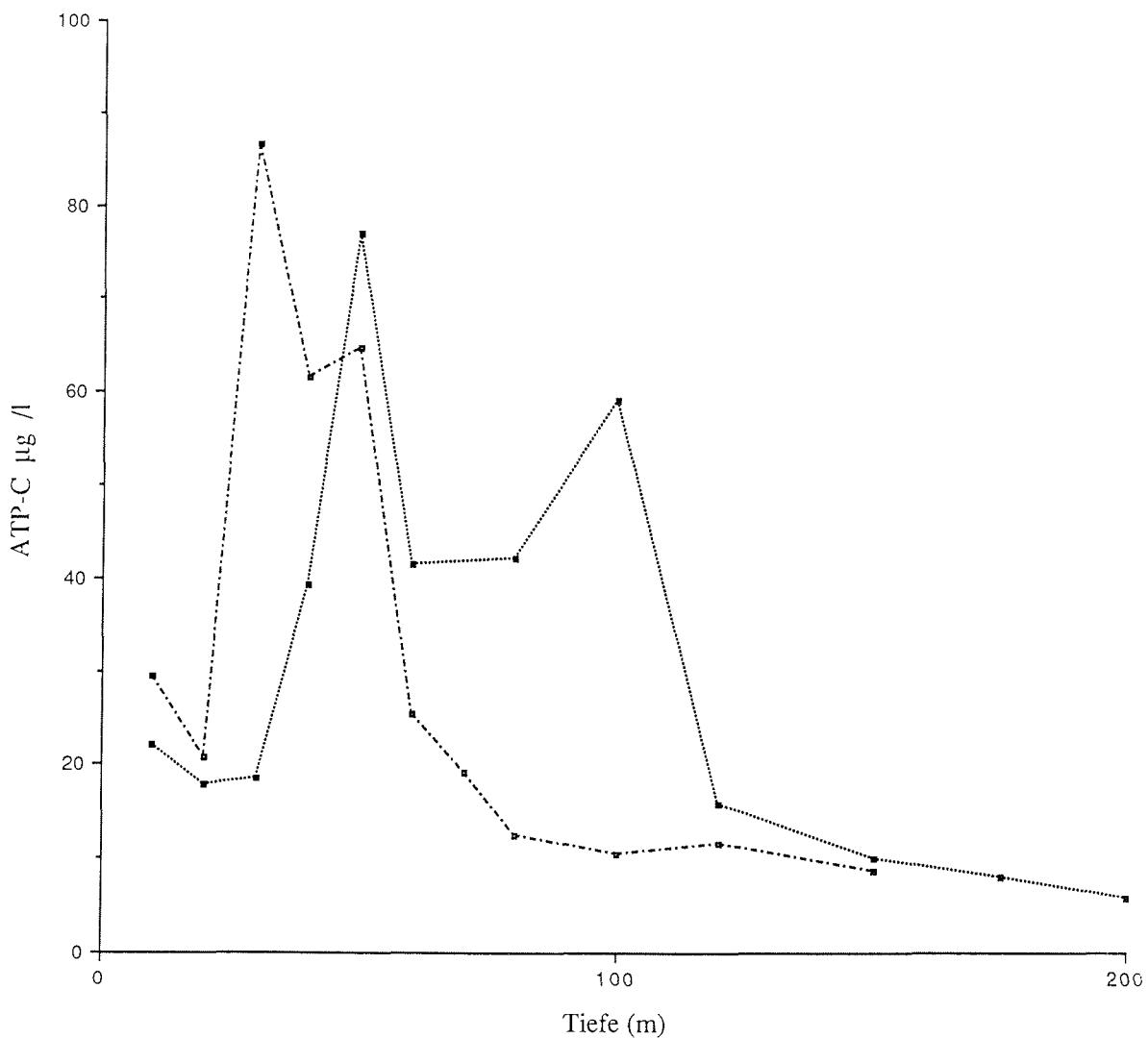


Abb. 2.4: ATP Profile für Station 03:50.1° N 30:00.5° W
und für Station 29:44.0° N 28:22.0° W
als Biomassenkohlenstoff ($\mu\text{g/l}$)

Fig.: 2.4: ATP-profiles at station 03:50.1° N 30:00.5° W
and at station 29:44.0° N 28:22.0° W
as biomass carbon ($\mu\text{g/l}$)

2.3.14 Bestimmung von ATP in Zooplanktonorganismen (T. Bluszcz, R. Ernst, W. Ernst)

2.3.14.1 Zielsetzung

Der ATP-Gehalt von Zooplankton aus unterschiedlichen Breiten sollte bestimmt werden, um ATP/Biomasseverhältnisse aus einfach durchzuführenden ATP-Messungen abschätzen zu können. Mit den Ergebnissen dieser Reise sollen die mit antarktischem Zooplankton erhaltenen Resultate ergänzt werden.

2.3.14.2 Untersuchungsmethode

Einzelne Organismen aus Neustonfängen werden nach der Gewichtsbestimmung in siedendem Trispuffer von pH 7,75 homogenisiert; das Homogenisat wird 10 s am Sieden gehalten und danach sofort im Eisbad gekühlt. Nach Auffüllung auf geeignete Volumina wird der ATP-Gehalt, wie unter Abschn. 2.3.13.3 beschrieben, bestimmt. Außer der Feuchtgewichtsrelation wird auch das ATP-Kohlenstoffverhältnis bestimmt.

2.3.14.3 Ergebnisse

Die insgesamt 96 Einzeluntersuchungen verteilen sich folgendermaßen auf verschiedene Klassen:

Amphipoda	45
Pteropoda	18
Copepoda	14
Decapoda	8
Euphausiacea	5
Hydrozoa	4
Cephalopoda	2

Die gefundenen ATP-Gehalte werden nach Art und Größe, bzw. C-Gehalt der Tiere sowie in Abhängigkeit von der geographischen Breite dargestellt. Insgesamt liegen die ATP-Gehalte im Bereich von 0,4-2,9 µg/mg Feuchtgewicht.

2.3.15. Vorkommen und Verteilung von organischen Halogenverbindungen in Fischen und Krustazeen (W. Ernst, T. Bluszcz, R. Ernst)

2.3.15.1 Zielsetzung

Mit der Bestimmung organischer Halogenverbindungen soll, im Anschluß an entsprechende Untersuchungen in der Antarktis, die Verbreitung anthropogener persistenter Verbindungen im Süd- und Nordatlantik untersucht werden.

den. Neben der Feststellung der generellen Kontamination durch diese Stoffe sollen in Verbindung mit den Analysen der Wasserinhaltsstoffe Aussagen über Bioakkumulationsvorgänge in der Nahrungskette gewonnen werden.

2.3.15.2 Probennahme

Fischfänge wurden mit einem modifizierten RMT in verschiedenen Tiefen durchgeführt. Sowohl in Tiefen bis 500 m als auch beim Abfischen der oberen Wasserschicht konnten nur geringe Ausbeuten, vorwiegend an Krustazeen und kleineren Fischen, Leuchtsardinen, Holzmakrele und Hornhecht, erzielt werden. Eine Reihe von Jungfischen konnten auch aus den Neustonfängen gewonnen werden. Insgesamt wurden 85 Tierproben für die Analyse von Umweltchemikalien isoliert und bei -30 °C eingefroren.

2.3.15.3 Untersuchungsmethoden und Ergebnisse

Die gefrorenen Proben werden mit wasserfreiem Natriumsulfat vermahlen; das erhaltene Mahlgut wird mit n-Hexan/Aceton extrahiert und nach der Abtrennung der Lipide an Florisil vorgetrennt, konzentriert und gaschromatographisch analysiert.

Die vorläufige Untersuchung einiger Proben, die bei 36° S gefangen wurden, ergab um Größenordnungen niedrigere Gehalte an Halogenverbindungen als in Fischen aus der Nordsee. Polychlorierte Biphenyle konnten bisher nicht entdeckt werden. Eine eingehende analytische Bearbeitung wird an Land erfolgen.

2.3.16 Container-Hälterung von antarktischen Fischen, Krill und benthischen Invertebraten (S. Hain)

Die seit den Fahrtabschnitten ANT V/3 und V/4 laufende Hälterung von marinen Organismen aus dem Bereich des östlichen Weddellmeeres wurde fortgesetzt. Die Pflegearbeiten und Fütterungsintervalle bei den Fischen sowie den benthischen Mollusken und Brachiopoden wurden beibehalten, nur die tägliche Futtermenge (Algensuspension) des Krill wurde etwas erhöht.

Größere Aufmerksamkeit wurde der Kontrolle und Wartung der Kühleinrichtungen der 3 temperaturregulierten Labor-Container, vor allem während der Überquerung der tropischen Breiten, gewidmet. Durch bauliche Veränderungen an der Frischluftzufuhr und der Entfernung aller Wärmequellen aus dem Container-Raum konnte trotz stark erhöhter Außentemperaturen eine Erwärmung der Container verhindert und die Wassertemperaturen in den Aquarien bei 0 bis +0,5 °C konstant gehalten werden. Obwohl die Hältungsdauer mittlerweile 6 Monate beträgt, sind die Tiere in guter Verfassung. Verluste traten während der Rückreise nicht auf. Bei Gastropoden-Arten der Familie Muricidae und Naticidae konnten sowohl Ablaich-Vorgänge (Anlegen

von Eigelegen) sowie das Schlüpfen von Juvenilen aus Eikapseln beobachtet und photographisch dokumentiert werden.

Die auf den letzten Fahrtabschnitten gesammelten Erfahrungen in Bezug auf die Hälterung der antarktischen Fische und benthischen Invertebraten wurde in ausführlichen Berichten festgehalten, die als methodische Grundlage für zukünftige Untersuchungen an lebendem antarktischem Tiermaterial dienen sollen.

2.3.17 Measurement of air-borne radioactivity and cosmic radiation (Ch. Samuelsson)

2.3.17.1 Air-borne Radioactivity

The intention with this part of the programme was:

- a) to take filtered air samples, volume about 10 m³, and analyze them on board for the short-lived radon daughters ^{218}Po , ^{214}Pb and $^{214}\text{Bi}/^{214}\text{Po}$;
- b) to filter large volumes of air on a daily 24-hour basis for evaluation at home, focussing on the long-lived radon decay products ^{210}Pb and ^{218}Po

Programme a) and b) can be seen both observations as such, and as giving complementary information to other measurements within the atmospheric chemistry programme. The short-lived daughters (a) indicate the age of the air mass (i.e. since the air-mass left land) and the ratio $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$ bears information on the mean residence time for the aerosol sampled.

Due to electronic equipment failure only part b) has been successfully carried through, and in the following only these 24-hours samples will be discussed under this heading.

The sampling point is situated on the roof of the AWI-container on the upper Peildeck. An outdoor Andersen sampler with a constant-flow commutator-free pump system is used. As the ship exhausts are no contamination problem the sampling pump has work continuously irrespective of stand-stills, wind-directions etc. Hitherto no samples have been spoiled due to equipment failure or other reasons. The only potential disadvantage with the sampler is that the filter has to be changed outdoors, which can be a bit difficult in very stormy weather.

Very few measurements, if any, of the long-lived radon daughters (^{210}Pb and ^{210}Po) over the South Atlantic Ocean have been published. We hope to fill this gap of knowledge even if we don't expect any great differences compared to other sea air-mass levels. The $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$ results from the northern part of

this cruise will support our earlier measurements onboard "Ymer" (Arctic 1980), "Gauss" (Baltic 1983) and "Polarstern" (Arctic 1984).

At home some of the filters will also be analyzed for other radionuclides than $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$. The Sahara dust contaminated filters will accordingly be characterized by gamma-spectrometric measurements prior to the filter-destructive $^{210}\text{Pb}/^{210}\text{Po}$ -analysis. PIXI-analysis of the stable elements is also thought of. In the air samples from the 'European' part of the cruise we will specifically look for traces of resuspended radioactivity from the Chernobyl accident, mainly ^{134}Cs and ^{137}Cs .

2.3.17.2 Cosmic Radiation

The cosmic radiation intensity has been observed with a spherical three inch diameter NaI-crystal, situated in 'Arbeitszimmer' A 113 on the A-deck. By logarithmic depression electronics absorbed energies up to about 50 MeV can be observed. The cosmic radiation originates mainly from our own galaxy and is at sea level observed as myon electrons depositing energies in the NaI-crystal in the interval about 3 to 46 MeV. The lower part of the spectrum gives signals from the natural activities, e.g. ^{40}K and ^{208}Tl .

In the southern hemisphere three spectra have been gathered daily, two on day-times (2x5 hours) and one nightly (1x12 hours). At northern latitudes one 24 hour accumulation has been analyzed daily.

The cosmic radiation intensities have been preliminary evaluated onboard. Corrected to a standard air density of 1.2187 kg/m^3 ($P = 1013 \text{ mbar}$, $T = 15^\circ\text{C}$, R.H. = 80 %) the initial cosmic pulse rate at latitude 35° S was about 1.62 counts per second (cps). At the equator the value was reduced to about 1.46 cps, i.e. -10 %. At latitude 40° N the count rate 1.62 cps was reached again. The trend with equatorial minimum is expected and is caused by the earth magnetic field, influencing the incoming cosmic radiation cascades. No short-time (hours) pulse showers or other anomalies have been observed. Of the about 50 spectra taken only one has been lost, presumably due to a pump crash giving heavy noise through the stabilized 220 V net.

2.3.18 Untersuchungen zu Magnetfeldmessungen vom fahrenden Schiff mit dem GEK (Geomagnetischer Elektro-Kinetograph) (T. Knutz, U. Deutschmann)

Die Fahrtroute von ANT V/5 bot eine ideale Voraussetzung, Magnetfeldmessungen vom fahrenden Schiff aus durchzuführen. Mit dem eingesetzten System sollte versucht werden, die Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes in Abhängigkeit von der geographischen Breite zu erfassen. Als besonders günstig für die geplanten Versuche stellte sich das Überfahren eines großen Breitengradbereiches bei konstantem Kurs, sowie die Überquerung des magnetischen Äquators (Vorzeichen-Umkehr der Vertikalkomponente), dar.

Das eingesetzte Meßsystem arbeitet nach dem magneto-induktiven Prinzip, d.h. in einem durch ein Magnetfeld, in dieser Anwendung die Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes, bewegten Leiter, wird eine Spannung induziert. Hierzu wird jeweils backbords und steuerbords ein Kabel ca. 40 m hinter dem fahrenden Schiff geschleppt. Mittels Silber-/Silberchloridelektroden wird ein Potential, induziert durch das von Backbord nach Steuerbord verlaufende Steuerbordkabel, stromlos abgegriffen. Das der Schiffs geschwindigkeit über Grund, dem Abstand der Elektroden und dem Erdmagnetfeld (Vertikalkomponente) proportionale Meßsignal, wird mit einem x-t-Schreiber analog aufgezeichnet.

Während der gesamten Reise sind die Funktion des Meßprinzips und die Abhängigkeit des Meßsignals von den einzelnen Systemparametern untersucht worden. Zur besseren Erfassung und Beurteilung der Auswirkungen von Variationen des Systemaufbaus auf das Meßsignal, wurde ein zweites, unverändertes System parallel betrieben. Als optimale Lösung ergab sich der oben beschriebene Aufbau, wobei das induzierende Kabel über Deck geführt wurde.

Die Schiffs geschwindigkeit über Grund errechnete sich aus Positionen von Indas-Satellitenfixen und aus Positionen, ermittelt mit dem GPS-Navigations system.

Das Meßsystem kam vom 20.03.1987 (Position: 41° S, 59° W) bis zum 15.04.1987 (Position: 48° 55' N, 11° 13' W) permanent zum Einsatz. Parallel zum GEK-System registrierte ein Echolot die Tiefenstrukturen, um in der späteren Auswertung eventuelle Einflüsse von Tiefenänderungen auf das Meßsignal analysieren zu können. Bereits während der Reise konnte eine erste Auswertung der registrierten Daten erstellt werden.

Das wesentlichste registrierte Merkmal war eine Signalumkehr beim Passieren des magnetischen Äquators auf Position 6° 30' N 30° W. Diese Position ist in guter Übereinstimmung mit den Darstellungen in einer Veröffentlichung der 'International Association of Geomagnetism and Aeronomy' von 1982.

In Abb. 2.5 ist die ermittelte Breitenabhängigkeit der Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes mit einer Auflösung von 12 h in micro-Tesla (10 micro-Tesla = 1 cm) aufgetragen. Aus dieser Darstellung ist der größere Gradient der Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes nördlich des Äquators deutlich zu erkennen.

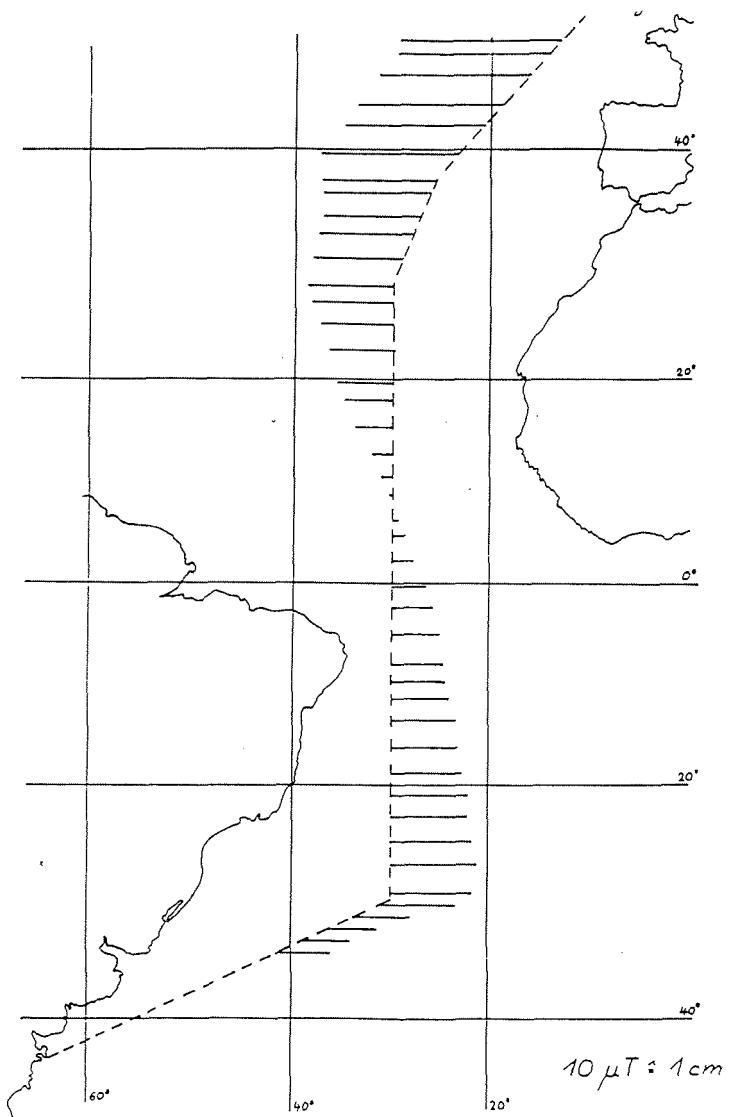


Abb. 2.5: Vertikalkomponente des Erdmagnetfeldes

Fig. 2.5: Vertical component of the earth's magnetic field

2.3.19 Bestimmung von Acetonitril in mariner Luft (S. Hamm)

Auf dem Fahrtabschnitt ANT V/5 wurde Acetonitril (CH_3CN) in maritimer Luft bestimmt. Dazu wurde über eine Sammelleitung, die an der Reeling des Peildecks montiert war, Luft mit Hilfe einer Metallfaltenbalgpumpe angesaugt und in Glas- bzw. Stahlbehälter gepreßt. Aus diesen Behältern wurden Luftvolumina zwischen 1 und 1,5 l entnommen, mit dem im Trockenlabor aufgebauten gaschromatographischen System kryogen angereichert, chromatographisch getrennt und mit einem stickstoffspezifischen Detektor analysiert. Im Schnitt wurden am Tag etwa 6 Proben zwischen 8 Uhr morgens und 1 Uhr nachts gezogen. Daneben wurde eine Reihe von Tests zur Verifizierung der Methode durchgeführt. Während das Sammeln von Luftproben schon kurz nach Fahrtbeginn in Angriff genommen wurde, konnten die Analysen erst nach einer Woche begonnen werden. Bedingt wurde dies zum einen dadurch, daß die Analysengeräte erst am Vorabend der Abfahrt zugänglich waren und der Aufbau etwa drei Tage in Anspruch nahm; zum anderen dadurch, daß der stickstoffspezifische Detektor in seiner Empfindlichkeit durch das Rollen und Vibrieren des Schiffes stark beeinträchtigt wurde. Erst nach Verbesserung der Dämpfung des Gerätes sowie Optimierung der Detektorparameter auf die "Schiffsbedingungen", konnten die Analysen mit gegenüber dem Institutslabor verminderter, jedoch ausreichender Empfindlichkeit aufgenommen werden.

Acetonitril konnte sowohl in der süd- als auch in der nordhemisphärischen Luft nachgewiesen werden. Dabei zeigte sich eine breitenabhängige Veränderung der Mischungsverhältnisse, wobei ein Maximum in den niederen Breiten um den Äquator erkennbar wurde. Dies deutet auf einen erheblichen Eintrag der Substanz in die troposphärische Luft durch Verbrennung von Biomasse in den tropischen Regionen nördlich und südlich des Äquators hin. Neben einer Neugewichtung der Quellstärken werden sich vermutlich noch andere Konsequenzen für das Acetonitrilbudget der Atmosphäre aus den erhaltenen Daten ergeben. Weitere, detaillierte Analysen der Daten hinsichtlich Herkunft der vermessenen Luftmassen, Korrelation mit anderen Parametern etc. müssen jedoch noch erfolgen, um weitergehende Schlüssefolgerungen aus der erhaltenen Acetonitrilverteilung ziehen zu können.

2.3.20 Gelöster und partikulärer organischer Kohlenstoff (DOC und POC) im Oberflächenwasser (E.A. Salas)

Zur Erweiterung der Kenntnisse über den globalen Kohlenstoffkreislauf soll im Rahmen dieser Forschungsreise der Gehalt an gelöstem und partikulärem organischen Kohlenstoff im Oberflächenwasser untersucht werden. Die Erfassung der verschiedenen Wasserkörper nord- und südhemisphärischer Gebeite kann Auskunft über ihre Funktion als Quellen oder Senken für Kohlenstoff geben.

Um eine geographisch gleichmäßige Verteilung der Probenpunkte zu erreichen, wurde in einem Abstand von etwa 100 km Wasser geschöpft. Hierbei wurden gleichzeitig die tagesperiodischen Schwankungen erfaßt. Täglich wurden 4-5 Proben des Oberflächenwassers entnommen. Dies erfolgte mit ei-

nem verzinkten Aluminiumeimer vom Bug des Schiffes aus. Eine Kontamination der Probe wurde damit ausgeschlossen. Zusätzlich wurden 4 Proben mit dem Gerard-Wasserschöpfer aus 40 m Tiefe und eine aus 3788 m Tiefe an verschiedenen Stationen entnommen. An drei weiteren Stationen konnten durch den Einsatz des Rosettenschöpfers 2 Tiefenprofile von 0-200 m Tiefe und eins bis 1000 m Tiefe beprobt werden. Die Wasserproben wurden gleich nach der Probennahme in einer Glasfiltrationsapparatur durch einen Glasfaserfilter mit einem Durchmesser von 25 mm und einer Porengröße von 0,45 µm filtriert. Dabei wird die gelöste von der partikulären Fraktion getrennt. Definitionsgemäß handelt es sich bei den im Filter zurückgehaltenen Bestandteilen um den partikulären Kohlenstoff (POC). Im Filtrat befindet sich die gelöste Form (DOC). 100 ml des Filtrats wurden in zugeschmolzenen Glasampullen bei -10 °C aufbewahrt. Der Filterrückstand wurde bei Zimmertemperatur gelagert.

Die Auswertung der Proben erfolgt im Geol.-Paläont. Institut der Universität Hamburg.

ANHANG

A.1 Stationsliste ANT V/4 (27.12.1986 - 12.03.1987)

Stat: No	Date Datum 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position		Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment applied Arbeiten/Geräte
652	27.12.	13:01	37°22,1'S	18°04,2'E	4442	275°	4,5	PRM z.W.
	27.12.	13:18				181,5°	10,8	PRM, SB,SEG
	28.12.	-11:00	40°59,6'S	18°00,6'E	4930	229°	11,3	Ende 1.Profil Beginn 2.Profil
	30.12.	-06:30	46°02,6'S	09°56,1'E	4660	214°	10,9	Ende 2.Profil Beginn 3.Profil
	31.12.	- 06:52		49°57,4'S 06°00,2'E	3665	214°	4,5	Ende
3.Profil								
653	31.12.	09:10	50°08,1'S	05°47,2'E	3782	215°	1,5	VA PF1 z.W.
	31.12.	-10:52	50°09,5'S	05°46,4'E	3779	214°	0,8	
654	31.12.	11:45	50°09,8'S	05°45,7'E	3783	199°	4,0	PRM
	01.01.	-11:36	54°03,2'S	03°32,4'E	1845	238°	4,5	
655	01.01.	15:43	54°31,6'S	03°20,0'E	611	290°	stop	VA B z.W.
	01.01.	-16:36	54°32,05'S	03°20,0'E	625	275°	stop	
656	01.01.	17:10	54°32,2'S	03°18,7'E	630	250°	4,0/9,6	PRM
	03.01.	-05:58	60°28,0'S	02°30,3'E	5386	184°	3,8	
657	03.01.	06:38	60°29,3'S	02°30,5'E	5397	184°	stop	VA z.W.
	03.01.	-07:03	60°29,3'S	02°30,8'E				
658	03.01.	07:26	60°29,5'S	02°30,7'E	5397	194°	4,3	PRM
	04.01.	-05:55	64°23,6'S	00°22,4'E	4438	194°	4,5	
	04.01.	13:40	61°30,0'S	01°56,8'E	5380	190°	10,3	OWP
659	04.01.	06:09	64°24,4'S	00°22,2'S	4530	174°	stop	VA Maud3
	04.01.	-10:37	64°24,6'S	00°16,7'E	4412	40°	stop	a.D
660	04.01.	16:11	64°58,6'S	01°59,3'W	5073	225°	stop	VA Maud5
	04.01.	-20:04	64°58,1'S	01°59,2'W	5064	122°	stop	a.D.
661	04.01.	21:40	64°53,1'S	02°29,2'W	5062	220°	0,5	VA WS2 z.W.
	05.01.	-00:24	64°55,0'S	02°32,6'W	5053	170°	0,4	
662	05.01.	00:50	64°55,7'S	02°33 'W	5053	200,7°	4,0	PRM
	06.01.	-05:41	70°04,2'S	07°35'W				SB,SEG
663	07.01.	22:30	70°27,6'S	08°14,4'W	455	300°	9,5	SB,SEG
	07.01.	-23:55	70°22,0'S	08°47,9'W	510	300°	9,8	
664	07.01.	23:55	70°22,0'S	08°47,9'W	510	274°	9,8	SB,SEG
	08.01.	-05:00	70°19,0'S	11°06,3'W	1964		10,1	
665	08.01.	05:00	70°19,0'S	11°06,3'W	1964	263°	10,1	SB,SEG
	08.01.	-11:22	70°38,8'S	13°40,5'W	2659	263°	10,0	
666	08.01.	11:22	70°38,8'S	13°40,5'W	2659	199°	9,9	SB,SEG
	08.01.	-12:23	70°48,0'S	13°50,0'W	2617	197°	10,3	
	08.01.	12:33	70°47,7'S	13°53,6'W	2904	19°	7,3	SB,SEG
	08.01.	-13:52	70°36,6'S	13°42,0'W	2553	262°	9,4	
	08.01.	14:02	70°36,9'S	13°46,1'W	2566	199°	8,9	SB,SEG
	08.01.	-16:24	70°49'S	13°59'W	5222	292°	5,0	
	08.01.	14:30	70°38,3'S	13°47,7'W	2690	205°	3,9	SPARKER
	08.01.	-18:38	70°40,7'S	13°53,8'W	2815	28°	4,8	
	08.01.	16:37	70°49'S	14°02'W	2571	18,3°	4,6	SB,SEG
	08.01.	-19:23	70°37'S	13°49,9'W	2650	div.	6,7	
	08.01.	19:55	70°37'S	13°51'W	2672	232°	6,7/9,5	SB,SEG
	08.01.	-20:57	70°44,2'S	14°18,8'W	2763	235°	10,7	

- 169 -

Stat: No	Date 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position	Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment Arbeiten/Geräte	applied
667	08.01.	20:57	70°44,2'S	14°18,8'W	2763	220°	10,7	SB,SEG
	09.01.	-12:32	72°49,2'S	19°24,6'W	463	160°	10,2	
668	09.01.	13:09	72°52,2'S	19°18,5'W	382	90°	stop	KG
	09.01.	-13:30	72°52,1'S	19°17,7'W	398	90°	0,5	
	09.01.	13:48	72°52,2'S	19°17,7'W	388	85°	stop	KG
	09.01.	-14:06	72°52,2'S	19°18,7'W	392	85°	stop	
669	09.01.	14:22	72°52,2'S	19°18,6'W	397	div.	1,9	
	09.01.	14:38	72°52,1'S	19°22,0'W	407	292°	3,4	RFL
	09.01.	-16:00	72°55,4'S	19°41'W	432	225°	4,4	
	09.01.	14:46	72°52'S	19°24'W	402	292°	3,9	
	09.01.	-16:00	72°55,4'S	19°41'W	432	225°	4,4	
670	09.01.	14:42	72°51,9'S	19°21'W	394	225°	5,0	SEG
	10.01.	-04:00	74°20,9'S	25°24,0'W	500	229°	10,6	SEG
	10.01.	-10:50		74°28,5'S	26°59,9'W	231	205°	7,9 SEG
671	10.01.	17:40	75°30,7'S	27°13,9'W	230	224°	10,3	SB,SEG
	11.01.	-04:10	76°34,6'S	30°29,4'W	268	210°	stop	
672	12.01.	08:00	76°35,2'S	30°32,5'W	259	323°	stop	KG
	12.01.	-08:35	76°35,2'S	30°32,3'W	261	323°	stop	
	12.01.	08:56	76°35,2'S	30°32,3'W	261	323°	stop	RO (249 m)
	12.01.	-09:24	76°35,2'S	30°32,3'W	261	323°	stop	
	12.01.	10:32	76°35,2'S	30°32,3'W	259	323°	stop	RFL
	12.01.	-12:27	76°35,2'S	30°32,3'W	259	323°	stop	
	12.01.	13:41	76°35,3'S	30°32,3'W	258	323°	stop	BG
	12.01.	-13:52	76°35,3'S	30°32,3'W	258	323°	stop	
	12.01.	13:58	76°35,3'S	30°32,3'W	258	323°	stop	BG
	12.01.	-14:08	76°35,3'S	30°32,3'W	258	323°	stop	
	12.01.	15:15	76°36,6'S	30°34,1'W	264	48°	0,5	AGT
	12.01.	-16:07	76°36,0'S	30°33,3'W	241	46°	1,4	
673	13.01.	09:43	76°38,1'S	30°37,8'W	303	81°	stop	BG
	13.01.	-09:55	76°38,1'S	30°37,8'W	303	81°	stop	
	13.01.	10:08	76°38,1'S	30°37,8'W	304	80°	stop	BG
	13.01.	-10:18	76°38,1'S	30°37,8'W	304	80°	stop	
	13.01.	10:49	76°38,1'S	30°37,5'W	304	80°	stop	RO (298 m)
	13.01.	-11:16	76°38,1'S	30°37,5'W	307	81°	stop	
674	13.01.	22:25	76°30,6'S	30°27,5'W	346	275°	10,5	SEG
675	15.01.	13:28	75°51,3'S	36°21,9'W	593	351°	stop	GKG
	15.01.	-13:53	75°51,3'S	36°21,9'W	593	351°	stop	
	15.01.	14:26	75°51,6'S	36°24,2'W	593	351°	stop	GKG
	15.01.	-14:54	75°51,6'S	36°24,2'W	593	358°	stop	
	15.01.	15:11	75°51,5'S	36°23,5'W	590	stop	SL	
	15.01.	-15:36	75°51,5'S	36°23,5'W	589	360°	stop	
	15.01.	16:35	75°51,6'S	36°25,6'W	589	stop	RO (a.Gr.)	
	15.01.	-17:26	75°51,6'S	36°25,6'W	589	360°	stop	
676	16.01.	08:29	75°52,4'S	36°28,3'W	594	7°	stop	RO (569 m)
	16.01.	-09:15	75°52,4'S	36°28,5'W	592	7°	stop	
677	16.01.	09:20	75°52,4'S	36°28,5'W	592	7°	stop	SEG
	17.01.	-14:12	76°29,4'S	31°05'W	352	40°	stop	
678	17.01.	14:12	76°29,4'S	31°05'W	351	40°	stop	KG
	17.01.	-14:31	76°29,4'S	31°05'W	348	40°	stop	
	17.01.	15:06	76°29,8'S	31°07'W	345	41°	stop	SL
	17.01.	-15:40	76°30'S	31°08'W	346	40°	stop	

Stat: No	Date 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position		Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment applied Arbeiten/Geräte
679	17.01.	16:41	76°29,1'S	31°06,4'W	361	360°	5,0	SEG
	17.01.	17:00	76°27,8'S	31°06,4'W	388	360°	5,0	Air z.W.,RFL
	17.01.	17.04						Streamer a.d.W.
	17.01.	19:15	76°16,0'S	31°08,9'W	388	360°	5,0	Air a.D
	17.01.	17:04	76°27,4'S	31°06,4'W	388	360°	5,0	
	17.01.	19:30	76°15,3'S	31°09,7'W	455	340°	2,5	Sparker z.W
		-04:38	75°29,1'S	30°11,9'W	427	21°/90°	5,0	Ende 1.Profil
		-07:36		75°29,1'S 29°12,8'W	424		90°	4,1 Ende 2.
Profil								
	18.01.	11:00	75°29,3'S	27°06,9'W	244	99°	8,3	SEG Ende
680	18.01.	18:36	75°28,3'S	26°54,4'W	219	19°	9,3	SEG
	18.01.	18.50						PRM
		-15:46	73°30,5'S	20°39,4'W	217	47°	5,4	
	19.01.	20:17	72°53,7'S	19°31,2'W	415	30°	10,3	SB
	20.01.	-03:50	72°14,3'S	16°21,0'W	380	57°	10,3	
681	23.01.	10:20	70°34,0'S	07°48,9'W	273	62°	stop	VA A z.W.
	23.01.	-11:04	70°34,2'S	07°49,5'W	28	62°	stop	
682	23.01.	12:32	70°31,6'S	08°00,8'W	221	60°	stop	KG
	23.01.	-12:43	70°31,7'S	08°01,0'W	220	62°	stop	
	23.01.	13:08	70°31,6'S	08°03,0'W	220		stop	KG
	23.01.	-13:25	70°31,6'S	08°03,0'W	222	61°	stop	
	23.01.	13:44	70°31,0'S	07°58,0'W	223	90°		Bodenstreamer
	23.01.	-16:08	70°30,7'S	08°00,3'W	251	40°		
683	23.01.	16:08	70°30,7'S	08°00,3'W	247	45°		SEG
	23.01.	17:12	70°25'S	07°48'W	1320	45°		SB
	23.01.	-21:10	70°05,9'S	06°46,3'W	1956	90°	stop	
684	23.01.	21:10	70°05,9'S	06°46,3'W	1956	90°	stop	KG
	23.01.	-22:09	70°06,2'S	06°46,8'W	1996	90°	stop	
685	23.01.	22:50	70°07,4'S	06°50,6'W	1739	242°	4,5	PRM
	24.01.	-08:11	70°09,5'S	10°05,1'W	2085	260°	2,5	
	24.01.	13:17	70°22,3'S	12°33,7'W	2270	120°	0,9	SB Ende
686	24.01.	13:25	70°22,6'S	12°33,7'W	2270	120°	0,1	
	24.01.	-14:56	70°22,8'S	12°35,3'W	2264	101°	stop	KG
	24.01.	15:15	70°22,8'S	12°35,4'W	2265	101°	stop	SL
	24.01.	-16:35	70°22,9'S	12°37,9'W	2282	101°	stop	
687	24.01.	18:10	70°19,8'S	12°40,6'W	2403	336°	2,0	Profilfahrt SB,SEG
	25.01.	03:34	70°06,6'S	13°46,9'W	4041	202°	1,6	Streamer z. W.
	25.01.	05:30	70°15,4'S	14°00,8'W	4358	146°	5,4/9,8	Streamer a.d.W.
	25.01.	-07:50	70°32,9'S	13°24,3'W		146°		Ende 2.Profil
688	25.01.	08:00	70°32,9'S	13°24,3'W	2362	101°	stop	Ende Profilfahrt
	25.01.	-09:22	70°33,2'S	13°23,4'W	2362	100°	stop	KG
	25.01.	09:51	70°33,3'S	13°23,3'W	2363	100°	stop	
	25.01.	-11:11	70°33,3'S	13°22,5'W	2358	100°	stop	SL
689	25.01.	11:11	70°33,3'S	13°22,5'W	2358	133°	5,4	SB, SEG
	25.01.	-13:37	70°47,5'S	12°36,6'W	2107	65°	0,8	
690	25.01.	13:38	70°47,5'S	12°36,6'W	2115	64°	stop	SL
	25.01.	-14:37	70°47,5'S	12°38,6'W	2109	65°	stop	
	25.01.	14:54	70°46,8'S	12°38,8'W	2112	66°	stop	GKG
	25.01.	-15:58	70°46,8'S	12°38,4'W	2115	70°	stop	
691	25.01.	16:10	70°47,2'S	12°37,9'W	2078	157°	8,4	SB,SEG
	25.01.	-19:06	71°14,1'S	12°00,8'W	185	160°	7,4	

Stat: No	Date 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position		Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment applied Arbeiten/Geräte
692	25.01.	19:13	71°14,6'S	12°00,9'W	182	226°	2,0	AGT
	25:01	-19:55		71°15,1'S	12°02,9'W	202	210°	0,5-1,0
693	25.01.	20:33	71°14,6'S	11°59,6'W	166	330°	2,0	Sparker z.W. Handstreamer z.w
	25.01.	22:17	71°07,5'S	12°11,3'W	594	330°	5,0	PRM z.W.
	26.01.	06:30	70°49,1'S	13°59,7'W	2522	345°	5,0	Überlaufen Zielpunkt
	26.01.	07:15	70°46,0'S	14°03,0'W	3012	345°	2,2	
	26.01.	07:44	70°45,1'S	14°04,8'W	3365	335°	2,2	PRM a.D.
694	26.01.	08:30	70°49,3'S	13°59,3'W	2504	125°	stop	RO (2443 m)
	26.01.	-10:27	70°49,7'S	13°57,8'W	2493	135°	stop	
	26.01.	10:36	70°49,8'S	13°57,8'W	2494	135°	stop	KG
	26.01.	-11:58	70°50,1'S	13°56,7'W	2533	135°	stop	
	26.01.	12:27	70°50,1'S	13°55,9'W	2541	136°	stop	SL
	26.01.	-13:36	70°50,1'S	13°55,1'W			2550	135° stop
695	26.01.	14:00	70°50'S	13°53,5'W	2780	5°	5,0	Profilfahrt, PRM
z.W.	26.01.	16:41	70°25,7'S	13°47,0'W	2925	10°/42°	10,0	Ende 1. Profilkurs
	26.01.	17:00	70°23,3'S	13°40,5'W	2962	42°/19°	10,1	Ende Profil 1-2
	26.01.	17:43	70°16,7'S	13°33,7'W	4244	19°	10,1	Ende Profil 2-3, Drehkreis
	26.01.	17:55	70°16,7'S	13°33,7'W	4253	288°	9,5	Profil 3-4
	26.01.	-18:10:	70°15,9'S	13°41,2'W	4342	288°	10,1	Drehkreis
	26.01.	18:21	70°15,9'S	13°41,2'W	4343	199°	9,0	Profil 4-5
	26.01.	-19:15	70°24,7'S	13°50,0'W	2998	199°	10,0	Drehkreis
	26.01.	19:26	70°24,9'S	13°50,0'W	2998	284°	9,3	Profil 5-6
	26.01.	-19:34	70°24,4'S	13°53,5'W	3781	284°	10,3	Drehkreis
	26.01.	19:43	70°24,3'S	13°54,3'W	3952	18°	9,6	Profil 6-7
	26.01.	-20:28	70°17,0'S	13°46,3'W	3448	288°	10,26	Drehkreis
	26.01.	20:37	70°17,3'S	13°46,0'W	4365		8,2	Profil 7-8
	26.01.	-20:47	70°16,8'S	13°50,6'W	4363	198°	10,18	Drehkreis
	26.01.	20:56	70°16,7'S	13°50,2'W	4363		8,0	Profil 8-9
	26.01.	-21:40	70°23,9'S	13°56,9'W	4426	287°	10,17	Drehkreis
	26.01.	21:50	70°23,8'S	13°56,9'W	4426		8,1	Profil 9-10
	26.01.	-21:59	70°23,5'S	14°00,6'W	4452	18°	10,05	Drehkreis
	26.01.	22:07	70°23,3'S	14°59,6'W	4438	18°	8,36	Profil 10-11
	26.01.	-22:41	70°18,0'S	13°54,2'W	4363	287°	10,11	Drehkreis
	26.01.	22:51	70°18,1'S	13°55,0'W	4364	287°	8,74	Profil 11-12
	26.01.	-22:58	70°17,8'S	13°58,6'W	4381	198°	10,23	Drehkreis
	26.01.	23:07	70°17,8'S	13°57,2'W	4370	198°	8,67	Profil 12-13
	27.01.	-01:25	70°40,3'S	14°19,5'W	2902	222°	10,05	
	27.01.	01:25	70°40,3'S	14°19,5'W	2902	222°	10,05	Profil 13-14
	27.01.	-01:57	70°43,9'S	14°30,0'W	2623	313°	9,81	Drehkreis
	27.01.	02:09	70°43,7'S	14°30,6'W	2331	313°	9,81	Profil 14-15
	27.01.	-02:17	70°42,9'S	14°32,6'W	2725	41°	9,75	Drehkreis
	27.01.	02:32	70°43,0'S	14°32,5'W	2869	41°	10,18	Profil 15-16
	27.01.	-03:01	70°39,3'S	14°22,6'W	3919	18°	10,20	
	27.01.	03:01	70°39,3'S	14°22,6'W	3919	18°	10,20	Profil 16-17
	27.01.	-05:08	70°19,4'S	14°03,2'W	4387	18°	10,1	Drehkreis
	27.01.	05:19	70°19,4'S	14°03,2'W	4389	289°	9,4	Profil 17-18
	27.01.	-05:27	70°19,0'S	14°06,7'W	4387	289°	10,2	Drehkreis
	27.01.	05:38	70°19,0'S	14°06,7'W	4388	198°	9,5	Profil 18-19
	27.01.	-07:43	70°38,7'S	14°26,0'W	3911	198°/221°	9,7	Drehkreis

Stat: No	Date 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position	Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment applied Arbeiten/Geräte
695	27.01.	07:43	70°38,7'S	14°26,0'W	3911	198°/221°	9,7 Profil 19-20
		-08:11	70°42,5'S	14°35,8'W	2790	313°	10,0 Drehkreis
	27.01.	08:22	70°42,3'S	14°35,5'W	3054	310°	9,67 Profil 20-21
		-08:30	70°41,4'S	14°38,8'W	2854	41°	10,22 Drehkreis
	27.01.	08:42	70°41,4'S	14°38,2'W	2852	40°	9,52 Profil 21-22
		-09:08	70°37,9'S	14°29,5'W	1371	18°	10,10 Profil 22-23
	27.01.	09:08	70°37,9'S	14°29,5'W	1371	18°	10,10 Profil 22-23
		-10:00	70°29,6'S	14°21,0'W	4336	145°	10,13 Abbruch Profil 22-23, Drehkreis
	27.01.	10:08	70°29,6'S	14°18,3'W	4168	146°	9,57 Profil 22A-23A
		-11:20	70°39,2'S	13°57,4'W	2906	140°	8,06 Anlaufen "SEDCO"
	27.01.	11:30	70°39,8'S	13°55,6'W	2882	130°	3,0 Hieven PRM
	27.01.	11:58	70°40,8'S	13°53,5'W	2434	146°	3,43 PRM a.D.
696	27.01.	19:21	70°43,6'S	13°51,1'W	2953	50°	~ 3,0 PRM z.W.
		27.01.	20:00	70°41,2'S	13°55,7'W	2921	320° 8,5 Profilfahrt:
							PRM,SB,SEG
	27.01.	-21:24	70°30,0'S	14°21,2'W	4309	331°	10,21 Ende Profil
		27.01.	21:27	70°29,6'S	14°21,0'W	4338	18° 10,07 Profil 22-23
			-22:19	70°21,0'S	14°12,5'W	4397	289° 10,10 Drehkreis
	27.01.	22:29	70°21,1'S	14°13,6'W	4397		9,10 Profil 23-24
		-22:35	70°20,9'S	14°16,0'W	4401	289°	9,51 Drehen ü.Bug
	27.01.	22:35	70°20,9'S	14°16,0'W	4401	198°	8,11 Profil 24-25
	28.01.	-00:20	70°37,4'S	14°32,7'W	4265	211°	10,13 Profil 25-26
	28.01.	00:20	70°37,4'S	14°32,7'W	4265	211°	10,13 Profil 25-26
	28.01.	-00:46	70°41'S	14°41'W	2908	311°	9,98 Drehkreis
	28.01.	00:58	70°41'S	14°40'W	3089	311°	9,71 Profil 26-27
	28.01.	-01:05	70°40'S	14°44'W	3089	41°	9,56 Drehkreis
	28.01.	01:18	70°40'S	14°44'W	3073	41°	9,50 Profil 27-28
	28.01.	-01:40	70°36,7'S	14°35,9'W	4311	18°	9,78
	28.01.	01:40	70°36,7'S	14°35,9'W	4311	18°	9,78 Profil 28-29
	28.01.	-03:08	70°23,0'S	14°22,4'W	4401	284°	9,90 Drehkreis
	28.01.	03:21	70°22,8'S	14°22,4'W	4480	284°	9,90 Profil 29-30
	28.01.	-03:28	70°22,7'S	14°25,9'W	4439	198°	9,75 Drehkreis
	28.01.	03:39	70°22,7'S	14°25,8'W	4100	198°	9,60 Profil 30-31
	28.01.	-05:02	70°36,2'S	14°39,3'W	4314	198°	10,1 Profil 31-32
	28.01.	05:02	70°36,2'S	14°39,3'W	4314	221°	10,1 Profil 31-32
	28.01.	-05:23	70°39,0'S	14°46,7'W	3100	221°	10,4 Drehkreis
	28.01.	05:36	70°39,0'S	14°46,7'W	3103	311°	9,2 Profil 32-33
	28.01.	-05:44	70°38,2'S	14°49,5'W	3231	311°	10,1 Drehkreis
	28.01.	05:56	70°38,2'S	14°49,5'W	3226	40°	9,3 Profil 33-34
	28.01.	-06:19	70°35,5'S	14°42,7'W	4343	40°	9,6 Drehkreis
	28.01.	06:19	70°35,5'S	14°42,7'W	4343	19°	9,6 Profil 34-35
	28.01.	-07:19	70°26,4'S	14°33,5'W	4477	19°	9,7 Drehkreis
	28.01.	07:30	70°26,4'S	14°33,4'W	4479	288°	9,3 Profil 35-36
	28.01.	-07:36	70°26,2'S 14°37,4'W	4492	288°	9,9 Drehkreis	
	28.01.	07:48	70°26,0'S	14°37,1'W	4489	198°	8,9 Profil 36-37
		-08:43	70°35,3'S	14°46,4'W	4012	223°	10,23 Profil 37-38
	28.01.	08:43	70°35,3'S	14°46,4'W	4012	223°	10,23 Profil 37-38
	28.01.	-09:01	70°37,2'S	14°53,0'W	3350	312°	10,09 Drehkreis
	28.01.	09:03	70°37,2'S	14°53,0'W	3353	312°	8,55 Profil 38-39
	28.01.	-09:10	70°36,5'S	14°55,0'W	3844	41°	9,90 Drehkreis
	28.01.	09:25	70°36,5'S	14°54,8'W	3820	41°	9,90 Profil 39-40

Stat: No	Date: Datum 1986	Time: Uhrzeit (GmT)	Position	Depth: Lottiefe (m)	Heading: Kurs	Speed: Geschwindig- keit	Station: Equipment Arbeiten/Geräte
696	28.01.	-09:43	70°34,1'S 14°49,1'W	4476	18°	9,62	
	28.01.	09:43	70°34,1'S	14°49,1'W	4476	18°	Profil 40-41
	28.01.	-10:12	70°29,6'S	14°44,6'W	4492	288°	Drehkreis
	28.01.	10:23	70°29,8'S	14°44,5'W	4490	288°	Profil 41-42
	28.01.	-10:30	70°29,3'S	14°48,6'W	4535	197°	Drehkreis
	28.01.	10:41	70°29,3'S	14°48,1'W	4527	197°	Profil 42-43
	28.01.	-11:08	70°33,6'S	14°52,4'W	4502	220°	10,27
	28.01.	11:08	70°33,6'S	14°52,4'W	4502	220°	10,27
	28.01.	-11:31	70°36,6'S	14°59,7'W	4241	132°	Drehkreis
	28.01.	11:35	70°37,2'S	14°59,4'W	4164	132°	Profil 44-45
	28.01.	-12:46	70°44,8'S	14°32,4'W	2641	223°	Drehkreis
	28.01.	12:58	70°44,8'S	14°32,4'W	2598	223°	Profil 45-46
	28.01.	-13:06	70°46'S	14°35'W	2549	223°	Drehkreis
	28.01.	13:20	70°45,6'S	13°35,3'W	2597	311,5°	Profil 46-47
697	28.01.	-14:39	70°36,8'S	15°05,3'W	4392	40°	Drehkreis
	28.01.	14:52	70°36,8'S	15°05,3'W	4375	40°	Profil 47-48
	28.01.	-15:24	70°32,8'S	14°55,2'W	4538	37°	9,43
	28.01.	15:24	70°32,8'S	14°55,2'W	4538	37°	Profil 48-1
	28.01.	-15:40	70°31,0'S	14,51,0'W			
698	28.01.	16:15	70°29,6'S	14°47,7'W	4527	40°	stop
	28.01.	-19:24	70°29,6'S	14°50,0'W	4537	30°	stop
	28.01.	19:31	70°29,6'S	14°50,1'W	4538	30°	GKG
	28.01.	-21:54	70°30,3'S	14°50,5'W	4533	30°	stop
699	28.01.	23:30	70°29,5'S	14°57,8'W	4580	290°	2,47
	29.01.	-20:45	70°09,8'S 20°00,4'W	4594	280°		Beginn Profilfahrt
							RFL, PRM, SB, SEG
							5,11 Ende
	29.01.	21:22	70°09,9'S	19°58,6'W	4594	139°	Profil 1-2,
	31.01.	04:53	71°45,1'S	18°58,0'W	4052	281°	Drehkreis
							Profil 2-3
							Überlaufen
							Stationspositionen
	31.01.	-08:15	71°42,7'S	19°47,7'W	4283	287°	1,47
700	31.01.	10:57	71°44,2'S	19°14,1'W	4163	315°	ende Profilfahrt
	31.01.	-13:54	71°43,5'S	19°14,4'W	4175	325°	RO (a.Gr.)
	31.01.	13:58	71°43,5'S	19°14,4'W	4175	325°	stop
	31.01.	-14:03	71°43,5'S	19°14,4'W	4175	325°	RO (a.Gr.)
	31.01.	14:08	71°43,4'S	19°14,5'W	4175	325°	stop
	31.01.	-16:14	71°43,1'S	19°15,4'W	4175	325°	GKG
	31.01.	16:40	71°43,1'S	19°15,5'W	4176	325°	stop
	31.01.	-18:35	71°43,3'S	19°16,8'W	4179	325°	SL
	31.01.	19:00	71°42,8'S	19°18,5'W	4190	323°	10,0
							Profilfahrt PRM, SB, SEG, Anfang
701	01.02.	-01:04	70°55,9'S	21°09,6'W	4368	182°	9,5
	01.02.	01:18	70°55,9'S	21°09,6'W	4359	182°	Drehkreis
	01.02.	06:05	71°45,0'S	21°14,9'W	4252	182°	Profil WAYPT 2/3
							Überlaufen
							Stationsposition
	01.02.	-06:32	71°49,6'S	21°15,5'W	4216	182°	Ende Profilfahrt
	01.02.	07:39	71°45,0'S	21°14,3'W	4258	260°	SL
	01.02.	-09:42	71°45,5'S	21°16,0'W	4253	250°	stop
	01.02.	10:00	71°45,5'S	21°16,0'W	4252	250°	stop
	01.02.	-12:43	71°45,5'S	21°16,9'W	4247	246°	KG
702	01.02.	12:49	71°45,5'S	21°17'W	4247	246°	stop
	01.02.	-15:53	71°46,3'S	21°17,1'W	4245	260°	RO (a.Gr.)

- 174 -

Stat: No	Date: Datum 1986	Time: Uhrzeit (GmT)	Position		Depth: Lottiefe (m)	Heading: Kurs	Speed: Geschwindig- keit	Station: Equipment applied Arbeiten/Geräte
702	01.02.	16:04	71°46,1'S	21°16,9'W	4245	25°	1,7	Setzen Streamer
	01.02.	16:52	71°45,0'S	21°15,1'W	4258	20°	3,0-5,0	Überlaufen alte Stationsposition, Drehkreis
	01.02.	18:36	71°45,0'S	21°14,9'W	4258	152°	5,0	Beginn Profilfahrt, RFL, SB, SEG
703	02.02.	-09:00	72°34,0'S	19°01,9'W	2692	70°	4,8	Ende Profilfahrt
02.02.	10:40	72°33,5'S	18°47,6'W	2109	135°	0,02	GKG	
02.02.	-11:38	72°33,1'S	18°46,9'W	2131	135°	stop		
02.02.	12:03	72°33,1'S	18°47,7'W	2151	285°	stop	SL	
02.02.	12:37	72°33,3'S	18°47,4'W	2136	285°	stop	neue	
Positionierung								
	02.02.	-13:38	72°33'S	18°48'W	2159	285°	stop	
704	02.02.	18:21	72°52,6'S	19°11,9'W	423	287°	1,5	AGT
	02.02.	-19:24	72°52,4'S	19°15,4'W	386	284°	0,6	
705	02.02.	20:38	72°52,6'S	19°11,6'W	413	280°	0,8	Boomer
	02.02.	-21:22	72°51,9'S	19°17,5'W	383		3,5	
706	02.02.	22:20	72°52,8'S	19°15,1'W	421	280°	2,0	Profilfahrt RFL, Profil 1/2
	03.02.	-02:14	72°45'S	20°00'W	2812	298°	5,0	Drehkreis
03.02.	02:42	72°45'S	20°00'W	2816	201°	5,0	Profil 2/3	
03.02.	-12:38	73°30'S	21°01'W	232	270°	5,1		
03.02.	12:38	73°30'S	21°01'W	232	270°	5,1	Profil 3/4	
03.02.	-15:52	73°30'S	22°00'W	1089	289°	5,1		
03.02.	15:52	73°30'S	22°00'W	1089	289°	5,1	Profil 4/5	
03.02.	-19:53	73°23,6'S	23°04,6'W	2674	295°	4,8	Überlaufen Stationsposition, Ende Profilfahrt	
707	03.02.	73°23,8	23°04,9'	2588	130°	stop	Position nach Seabeam-Raum	
	03.02.	20:56	73°23,8'	23°05,3'W	2600	90°	stop	KL
03.02.	21:01	73°23,7'	23°04,7'W	2598			Sat fly nach INDAS	
03.02.	-22:30	73°24,1'S	23°05,1'W	2618	90°	stop		
03.02.	23:11	73°24,2'	23°05,3'W	2615	90°	stop	GKG	
04.02.	-00:30	73°24,2'	23°05,2'W	2614	90°	stop		
708	04.02.	00:42	73°24,6'S	23°06,3'W	2411	216°	9,10	SB, SEG, Profil 1/2
04.02.	-07:11	74°15,5'S	25°18,9'W	500	216°	10,0		
04.02.	07:11	74°15,5'S	25°18,9'W	500	199°	10,0	Profil 2/3	
04.02.	-15:30	75°30,1'S	26°59,6'W	224	131°	stop		
709	05.02.	00:00	75°29,8'S	27°00,8'W	227	320°	2,4	RFL, Profil 1/2
05.02.	-04:20	75°16,0'S	27°56,1'W	433	320°	5,0	Air gun ein, Sparker z.W., Drehkreis	
05.02.	04:40	75°16,2'	27°55,6'W	430	225°	5,0	Profil 2/3	
05.02.	-05:41	75°19,7'S	28°09,6'W	408	225°	5,0	Drehkreis	
05.02.	06:03	75°19,7'S	28°09,6'W	406	135°	5,2	Profil 2/3	
05.02.	-09:30	75°32,0'S	27°20,3'W	239	123°	3,0	Profilende	
710	05.02.	18:20	75°29,8'S	27°00,8'W	226	339°	10,2	SEG-Profil
05.02.	-19:22	75°20,2'S	27°14,5'W	275	340°	6,1		
711	05.02.	19:29	75°20,0'S	27°15,3'W	279	215°	stop	GKG
05.02.	-19:40	75°20,1'S	27°15,3'W	278	215°	stop		
712	05.02.	20:21	75°18,6'S	27°14,8'W	289	10°	2,59	gr. Streamer ausgebracht RFL
05.02.	20:35	75°18,1'S	27°14,2'W	288	10°	4,02	Profil 2/3	

- 175 -

Stat: No	Date Datum 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position	Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment Arbeiten/Geräte
712	06.02.	-02:15	74°50'S	27°15'W	452	360°	4,7 Drehkreis
	06.02.	03:05	74°50'S	27°15'W	453	226°	4,6 Profil 3/4
	06.02.	-19:48	75°50'0"S	31°14,3'W	566	226°	4,6 Drehkreis
	06.02.	20:25	75°48,1'S	31°08,7'W	523	10°	5,1 Profil 4/5
	06.02.	-02:00	75°25,5'S	30°17,5'W	427	20°	4,8 Drehkreis
	06.02.	02:28	75°25,5'S	30°19,5'W	429		4,9 Profil 5/6
	06.02.	-09:10	75°52,2'S	31°02,5'W	476	214°	4,5 Profilende
713	06.02.	11:50	76°00,1'S	29°59,1'W	472	92°	stop RO (a.Gr.)
	06.02.	-12:25	75°59,9'S	30°04,5'W	474	101°	stop
714	06.02.	12:25	75°59,9'S	30°04,5'W	474	270°	10,0 SEG, Profil WP 2/3
	06.02.	-14:19		76°00,1'S 31°01,7'W	458		div. 3,1
715	06.02.	14:32	75°59,9'S	30°59,9'W	458	110	stop RO (a.Gr.)
	06.02.	-15:04	75°59,9'S	31°00,3'W	459	110	stop
716	06.02.	15:04	75°59,9'S	31°00,3'W	459	270°	3,7 SEG, Profil WP 3/4
	06.02.	-16:57	76°00,0'S	31°59,5'W	751	270°	4,3
717	07.02.	17:10	76°00,0'S	32°00,7'W	751	40°	stop RO (a.Gr.)
	07.02.	-17:49	76°00,0'S	32°00,9'W	750	40°	stop
718	07.02.	17:55	76°00,0'S	32°01,2'W	749	270°	2,0 SEG, Profil 4/5
	07.02.	-20:45	75°59,7'S	33°01,0'W	749		0,3
719	07.02.	20:55	75°59,6'S	33°01,6'W	749	60°	stop RO
	07.02.	-21:17	75°59,2'S	33°01,4'W	749	60°	stop
	07.02.	21:28	75°59,0'S	33°01,3'W	749	60°	stop RO
	07.02.	-22:19	75°59,2'S	32°59,5'W	749	60°	stop
720	07.02.	22:26	75°59,2'S	32°59,4'W	750	75°	stop KG
	07.02.	-22:51	75°59,1'S	32°58,8'W	750	75°	stop
	07.02.	23:29	75°58,8'S	32°59,3'W	751	67°	stop SL
	07.02.	-00:09		75°58,7'S 32°58,7'W	751	67°	stop
721	07.02.	00:09	75°59'S	32°59'W	751	270°	3,5 SEG, Profil 5/6
	08.02.	-03:24		75°58,8'S 34°01,5'W	752	103°	stop
722	08.02.	03:24	75°58,8'S	34°01,5'W	752	103°	stop RO (a.Gr.)
	08.02.	-04:11	75°58,7'S	34°01,4'W	751	103°	stop
723	08.02.	04:20	75°58,6'S	33°59,7'W	752	30°	2,2-9,0 SEG, Profil 6/7
	08.02.	-15:30		74°40,1'S 30°59,4'W	524		12° 3,5
724	08.02.	15:36	74°40,1'S	30°59,4'W	524	190°	stop RO (a.Gr.)
	08.02.	-16:09	74°40,4'S	30°58,6'W	516	186°	stop
725	08.02.	16:20	74°40,3'S	30°57,3'W	514	270°	5,8 SEG, Profil 7/8
	08.02.	-18:21	74°40,0'S	31°59,6'W	607	240°	5,8
726	08.02.	18:25	74°40,2'S	32°00,6'W	607	185°	stop RO (a.Gr.)
	08.02.	-19:03	74°40,1'S	31°59,5'W	613	170°	stop
	08.02.	19:14	74°40,1'S	31°59,5'W	613	170°	stop SL
	08.02.	-19:30	74°40,0'S	31°59,5'W	614	170°	stop
	08.02.	19:48	74°39,8'S	31°59,5'W	610	170°	stop GKG
	08.02.	-20:08	74°39,3'S	31°57,4'W	615	170°	stop
727	08.02.	21:00	74°38,7'S	31°56,5'W	615	260°	5,0 SEG, Profil 8/9
	08.02.	-22:10	74°39,9'S	32°28,7'W	607	158°	stop
728	08.02.	22:10	74°39,9'S	32°28,7'W	607	158°	stop RO
	08.02.	-22:48	74°39,2'S	32°29,0'W	606	158°	stop
729	08.02.	22:48	74°39,2'S	32°29,0'W	606	158°	SEG, Profil 9/10
	08.02.	-24:00	74°39,6'S	33°00,1'W	605	270°	stop
730	09.02.	00:20	74°40'S	32°58'W	614	62°	stop RO
	09.02.	-00:54	74°40'S	32°58'W	617	62°	stop
	09.02.	-02:30	74°40'S	33°31'W	590	42°	stop SEG, Profil 10/11

Stat: No	Date Datum 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position		Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment Arbeiten/Geräte
731	09.02.	06:04	74°37,7'S	33°30,6'W	607	102°	stop	RO (588 m)
	09.02.	-06:40		74°37,3'S 33°30,9'W	611	104°	stop	
732	09.02.	06:55	74°37,6'S	33°32,8'W	604	220°	6,0	SEG, Profil 11/12
	09.02.	-09:10	74°39,1'S	34°00,3'W				
733	09.02.	09:10	74°39,1'S	34°00,3'W		205°	1,0	Verankerung S
z.W.								
	09.02.	-09:38	74°38,7'S	34°07,8'W	550			
734	09.02.	10:01	74°38,5'S	34°08,7'W	549	68°	stop	RO
	09.02.	-10:35	74°38,6'S	34°09,5'W	553	68°	stop	
735	09.02.	10:50	74°38,6'S	34°11,5'W	549	240°	4,5	SEG, Profil 12/13
	09.02.	-12:15		74°37,8'S 34°38,1'W	526		200°	4,0
736	09.02.	12:23	74°37,8'S	34°38'W	526	180°	stop	RO
	09.02.	-13:08		74°37,8'S 34°40,6'W	523		180°	stop
737	09.02.	13:08	74°37,8'S	34°40,6'W	523	247°	2,0	SEG, Profil 13/14
	09.02.	-14:05	74°40,8'S	35°02'W	500	288°	1,2	
738	09.02.	14:23	74°40,6'S	35°04,2'W	496	117°	0,14	Versuch Aufnahme
	09.02.	-19:20		74°40,1'S 35°04,8'W	495		205°	stop
Verankerung								
	09.02.	19:28	74°40,6'S	35°05,0'W	495	195°	stop	RO (480 m)
	09.02.	-19:59	74°40,5'S	35°05,1'W	496	195°	stop	
	09.02.	20:11	74°40,7'S	35°05,2'W	495	195°	stop	KG
	09.02.	-20:29	74°40,6'S	35°05,1'W	494	195°	stop	
	09.02.	20:51	74°40,7'S	35°05,0'W	495	195°	stop	SL
	09.02.	-21:08	74°40,7'S	35°05,1'W	496	195°	stop	
	09.02.	21:28	74°40,6'S	35°03,8'W	501	225°	0,8	AGT
	09.02.	-22:42	74°40,6'S	35°03,3'W	499	225°	0,5	
739	09.02.	23:00	74°40,5'S	35°04,4'W	499	div.	6,7	SEG, Profil 14/15
	10.02.	-02:10	74°39,8'S	36°00,7'W	421	div.	7,9	
	10.02.	02:10	74°39,8'S	36°00,7'W	421	div.	8,5	Profil 15/16
	10.02.	-04:09	74°39,5'S	37°00,3'W	372	97°	stop	
740	10.02.	06:04	74°39,5'S	36°59,9'W	373	62°	stop	RO (352 m)
	10.02.	-06:30	74°39,5'S	36°59,8'W	373	58°	stop	
	10.02.	06:35	74°39,5'S	36°59,8'W	373	58°	stop	SL
	10.02.	-06:50	74°39,5'S	36°59,2'W	373	56°	stop	
	10.02.	07:13	74°39,5'S	36°59,0'W	373	56°	stop	GKG
	10.02.	-07:27	74°39,5'S	36°59,1'W	373	58°	stop	
741	10.02.	07:47	74°40,0'S	36°56,7'W	375	110°	6,6	SEG, Profil 16/17
	10.02.	-10:00	74°39,7'S	36°01,9'W	420	div.	7,0	
742	10.02.	10:08	74°39,7'S	36°01,9'W	420	230°	stop	RO
	10.02.	-10:36	74°39,4'S	36°01,2'W	419	230°	stop	
743	10.02.	10:45	74°39,0'S	36°01,5'W	422	30°	7,5	SEG, Profil 1/2
	10.02.	-13:42	74°29,9'S	35°30,6'W		50°	stop	
744	10.02.	13:42	74°30'S	35°30,9'W	628	50°	stop	RO
	10.02.	-14:21		74°30'S 35°31,0'W	642		50°	stop
745	10.02.	14:21	74°30'S	35°31,0'W	643	div.	0,9	SEG, Profil 2/3
	10.02.	-15:17	74°27'S	35°31,0'W		div.	3,2	
746	10.02.	16:02	74°27,3'S	35°31,8'W	960	65°	stop	RO (864 m)
	10.02.	-16:52	74°27,3'S	35°32,8'W	975	93°	stop	
747	10.02.	17:00	74°27,1'S	35°29,0'W	999	10°	5,8	Profilfahrt
	10.02.	-17:33		74°25'S 35°30'W	1219		113°	0,2
748	10.02.	17:38	74°25'S	35°30'W	1219	113°	stop	GKG
	10.02.	-18:14		74°25,1'S 35°30,7'W	1213		101°	stop
	10.02.	18:40	74°25,1'S	35°30,2'W	1127	101°	stop	SL
	10.02.	-19:11	74°25,1'S	35°31,0'W	1117	103°	stop	

Stat: No	Date Datum 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position	Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment Arbeiten/Geräte
748	10.02.	19:55	74°25,2'S	35°31,4'W	1108	106°	stop RO (1075 m)
	10.02.	-20:48	74°25,3'S	35°31,6'W	1103	108°	stop
749	10.02.	20:50	74°25,2'S	35°31,3'W	1127	47°	6,5 Profilfahrt
	10.02.	-21:45		74°22,5'S 35°30,5'W	1353		3,2
750	10.02.	21:48	74°22,5'S	35°30,5'W	1348	190°	stop RO (1309 m)
	10.02.	-22:45	74°22,5'S	35°30,5'W	1348	190°	stop
751	10.02.	22:50	74°22,5'S	35°30,3'W	1400	div.	7,0 Profilfahrt
	10.02.	-23:30		74°21,2'S 35°29,7'W	1421	div.	stop
752	10.02.	23:29	74°21,2'S	35°29,7'W	1422	190°	stop RO
	11.02.	-00:27		74°21,3'S 35°27,8'W	1422	190°	stop
753	11.02.	06:30	74°20,0'S	35°30,4'W	1530	106°	stop RO (defekt)
	11.02.	-06:40		74°19,9'S 35°30,5'W	1539	110°	stop
	11.02.	06:58	74°19,9'S	35°30,5'W	1544	115°	stop Verankerung "D"
	11.02.	-08:27		74°19,5'S 35°31,4'W	1570		stop z.W.
	11.02.	09:05	74°19,4'S	35°29,9'W	1560	120°	stop RO (1524 m)
	11.02.	-10:16		74°18,9'S 35°30,0'W	1585	120°	stop
754	11.02.	10:25	74°18,9'S	35°30,0'W	1585	div.	4,5 Profilfahrt
	11.02.	-10:50	74°17,7'S	35°30,5'W	1670		
755	11.02.	10:50	74°17,7'S	35°30,5'W	1670	280°	stop RO
	11.02.	-11:52		74°17,2'S 35°29,4'W	1694	280°	stop
756	11.02.	11:55	74°17,2'S	35°29,4'W	1694	div.	1,0 Profilfahrt
	11.02.	-12:28		74°15,9'S 35°30'W	1786	div.	3,5
757	11.02.	12:28	74°15,9'S	35°30'W	1786	181°	stop RO
	11.02.	-13:53		74°15,1'S 35°29,4'W	1806	181°	stop
	11.02.	13:58	74°15'S	35°29,4'W	1809	181°	stop GKG
	11.02.	-14:59		74°14,8'S 35°29,2'W	1821	179°	stop
	11.02.	15:22	74°14,7'S	35°29,2'W	1823	179°	stop SL
	11.02.	-16:10		74°14,6'S 35°29,6'W	1835	180°	stop
758	11.02.	16:42	74°12,7'S	35°29,3'W	1915	88°	stop RO
	11.02.	-17:55		74°12,6'S 35°30,5'W	1918	85°	stop
759	11.02.	18:04	74°12,4'S	35°29,6'W	1929	357°	4,3 Profilfahrt
759	11.02.	-18:32	74°10,6'S	35°31,0'W	1975	156°	stop
760	11.02.	18:32	74°10,6'S	35°31,0'W	1975	156°	stop RO (1937 m)
	11.02.	-19:49		74°10,9'S 35°30,3'W	1976	160°	stop
	11.02.	19:57	74°11,0'S	35°30,3'W	1976	92°	stop SL
	11.02.	-20:57		74°10,9'S 35°29,6'W	1979	95°	stop
	11.02.	21:10	74°10,9'S	35°29,6'W	1981	71°	stop KG (1941 m)
	11.02.	-22:13		74°10,9'S 35°28,9'W	1982	95°	stop
761	11.02.	22:25	74°10,9'S	35°28,9'W	1982	270°	3,5 Profilfahrt
	12.02.	-05:10:		74°11,0'S 36°34,9'W	1595	61°	stop
762	12.02.	06:11	74°10,9'S	36°35,1'W	1607	107°	stop GKG
	12.02.	-07:17		74°10,9'S 36°35,7'W	1629	107°	stop
	12.02.	07:41	74°10,9'S	36°35,7'W	1650	107°	stop SL
	12.02.	-09:05		74°10,8'S 36°35,9'W	1670	107°	stop
763	12.02.	09:10	74°10,8'S	36°35,9'W	1670	107°	6,5 Profilfahrt
	12.02.	-11:34		74°08,0'S 35°29,6'W	2095	130°	stop
764	12.02.	11:48	74°08,0'S	35°29,5'W	2095	130°	stop RO
	12.02.	-13:14		74°07,5'S 35°27,7'W	2109	110°	stop
765	12.02.	13:14	74°07,7'S	35°27,7'W	2109		7,5 Profilfahrt
	12.02.	-15:06		73°59,7'S 35°09,9'W	2335	116°	stop
766	12.02.	15:12	73°59,7'S	35°09,9'W	2335	116°	stop SL
	12.02.	-16:21	73°59,4'S	35°09,4'W	2345	128°	stop
	12.02.	16:40	73°59,3'S	35°09,3'W	2348	127°	stop GKG
	12.02.	-17:54		73°59,2'S 35°09,3'W	2357	121°	stop

- 178-

Stat: No	Date Datum 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position		Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment applied Arbeiten/Geräte
767	12.02.	18:08	73°59,4'S	35°09,4'W	2349	270°	5,3	Profilfahrt
	12.02.	-21:04		73°57,7'S 35°55,2'W	2108	126°	stop	
768	12.02.	21:04	73°57,7'S	35°55,2'W	2108	126°	stop	KG
	12.02.	-22:05	73°58,3'S	35°55,3'W	2072	126°	stop	
	12.02.	22:28	73°58,4'S	35°55,7'W	2068	126°	stop	SL
	12.02.	-23:23	73°58,3'S	35°55,3'W	2055	126°	stop	
769	12.02.	23:30	73°58,3'S	35°55,3'W	2055	126°	stop	Profil 1/2
	13.02.	-00:44	73°56,6'S	35°30,3'W	2388	6°	7,3	
	13.02.	00:44	73°56,6'S	35°30,3'W	2388	6°	7,3	Profil 2/3
	13.02.	-01:40	73°52,2'S	35°27'W	2299	90°	2,0	
	13.02.	01:40	73°52,2'S	35°26,5'W	2299	90°	1,0	Profil 3/4
	13.02.	-01:57	73°52,5'S	35°25,8'W	2318	179°	7,2	
	13.02.	01:57	73°52,5'S	35°25,3'W	2318	div.	3,2	Profil 4/5
	13.02.	-03:07	73°59,9'S	35°26,8'W	2360	147°	7,6	
	13.02.	03:07	73°59,9'S	35°26,8'W	2360	188°	7,6	Profil 5/6
	13.02.	-03:55	74°05,3'S	35°34,6'W	2175	234°	7,2	
	13.02.	03:55	74°05,3'S	35°34,6'W	2175	234°	7,2	Profil 6/7
	13.02.	-04:15	74°06,0'S	35°41,7'W	2135	228°	4,3	
770	13.02.	06:05	74°06,0'S	35°39,6'W	2142	100°	stop	RO (2170 m)
	13.02.	-07:28	74°05,3'S	35°40,1'W	2162	85°	stop	
771	13.02.	08:01	74°05,3'S	35°42,8'W	2163	135°	stop	RO (2136 m)
	13.02.	-09:20	74°05,5'S	35°44,3'W	2162	140°	stop	
772	13.02.	10:25	74°04,7'S	35°43,1'W	2193	200°	stop	RO (2169)
	13.02.	-11:41	74°04,9'S	35°42,8'W	2183	216°	stop	
773	13.02.	13:27	74°03,8'S	35°45,3'W	2194	196°	stop	RO
	13.02.	-14:40	74°03,9'S	35°43,8'W	2201	245°	stop	
774	13.02.	15:50	74°03,5'S	35°47,5'W	2035	203°	stop	RO (2014 m)
	13.02.	-17:02		74°03,5'S 35°46,0'W	2091	210°	stop	
775	13.02.	18:24	74°02,7'S	35°49,8'W	1771	199°	stop	RO (18880 m)
	13.02.	-19:48	74°03,1'S	35°49,3'W	1968	220°	stop	
776	13.02.	20:19	74°02,2'S	35°51,6'W	1947	200°	stop	RO
	13.02.	-21:48	74°02'S	35°51'W	1940	200°	stop	
777	13.02.	21:50	74°02,8'S	35°52,9'W	1940	div.	3,0	Profilfahrt
	13.02.		73°57,4'S	35°25,8'W	2416	div.	9,5	
	13.02.	23:15	73°57,4'S	35°25,8'W	2416	10°	8,6	Profil 14/15
	14.02.	-00:57	73°48'S	35°19'W	2442	7°	9,2	
	14.02.	00:57	73°48'S	35°19'W	2442	div.	7,2	Profil 15/16
	14.02.	-01:43	73°46'S	35°10,8'W	2738	57°	5,14	
	14.02.	01:43	73°46'S	35°10,8'W	2738	div.	5,14	Profil 16/17
	14.02.	-03:49	73°35,2'S	35°04,4'W	2973	7°	6,44	
	14.02.	03:49	73°35,2'S	35°04,4'W	2973	313°	6,44	Profil 17/18
778	14.02.	06:28	73°28,9'S	35°31,0'W	2872	212°	stop	GKG
	14.02.	-08:14	73°29,2'S	35°31,2'W	2866	228°	stop	
	14.02.	08:29	73°29,2'S	35°31,2'W	2865	220°	stop	SL (2830 m)
	14.02.	-09:47	73°29,6'S	35°30,6'W	2861	220°	stop	
779	14.02.	09:55	73°29,6'S	35°30,8'W	2859	div.	4,5	SB, SEG, Profil- fahrt
	14.02.		73°29,9'S	35°02,1'W	3047	260°	stop	
780	14.02.	11:58	73°29,9'S	35°02,1'W	3047	270°	stop	RO
	14.02.	-13:50	73°30,1'S	35°02,1'W	3043	256°	stop	
781	14.02.	13:50	73°30,1'S	35°02,1'W	3043	90°	3,9	Profil 18/19
	14.02.	-20:00	73°30,0'S	32°00,5'W	2892	270°	stop	
782	14.02.	20:18	73°30,0'S	32°00,5'W	2892	260°	stop	KL
	14.02.	-22:05	73°30,2'S	32°01,8'W	2885	250°	stop	

Stat: No	Date 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position	Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment applied Arbeiten/Geräte
782	14.02.	22:44	73°30,1'S	32°01,9'W	2887	250°	KG
	15.02.	-00:13	73°30'S	32°01,0'W	2892	stop	stop
783	15.02.	00:13	73°30'S	32°01,0'W	2892	16°	2,3 Profil 1/2
	15.02.	-09:20	72°17,8'S	30°50,0'W	3588	3°	5,8
784	15.02.	09:38	72°17,8'S	30°49,8'W	3585	130°	stop RO (3497 m)
	15.02.	-11:52	72°17,5'S	30°49,6'W	3594	95°	stop
	15.02.	11:58	72°17,5'S	30°49,6'W	3592	100°	stop GKG
	15.02.	-14:05	72°17'S	30°49,7'W	3598	stop	stop
785	15.02.	14:05	72°17'S	30°49,5'W	3605	144°	2,8 Profil 2/3
	16.02.	01:54	73°24'S	28°10,9'W	3299	144°	2,7 gr. Streamer z.W.
		02:42					air gun z.W.
	16.02.	-14:28	74°12'S	26°00'W	2470	144°	5,0 Drehkreis
	16.02.	14:57	74°11,5'S	26°03,8'W	2496	244°	5,0 Profil 3/4
	16.02.	-18:32	74°20,0'S	27°00,0'W	2432	244°	5,2 Drehkreis
	16.02.	19:16	74°20,0'S	26°59,8'W	2373	323°	5,0 Profil 4/5
	17.02.	-11:12	73°15,7'S	29°52,9'W	3455	323°	5,0 Bogen
	17.02.	13:48	73°20,3'S	30°12,6'W	3332	142°	4,9 Profil 7/8
	17.02.	-17:27	73°34,7'S	29°35,2'W	3093	142°	5,0 Drehkreis
	17.02.	18:33	73°34,7'S	29°34,4'W	3099	97°	5,0 Profil 8/9
	17.02.	20:45	73°36,1'S	28°59,5'W	3062	96°	5,0 Schnittpunkt Profil 4/5
	18.02.	02:10	73°39,6'S	27°27,0'W	2845	90°	5,0 Schnittpunkt Profil 2/3
	18.02.	-04:15	73°40,7'S	26°51,6'W	2896	97°	5,0 Drehkreis
	18.02.	05:38	73°40,7'S	26°52,1'W	2894	147°	5,0 Profil 9/10
	18.02.	-08:30	73°52,1'S	26°25,5'W	3024	282°	4,9 Drehkreis
	18.02.	09:45	73°49,6'S	26°22,1'W	3082		4,94 Profil 10/11
	18.02.	12:23	73°47,2'S	27°08,0'W	2924		4,68 Schnittpunkt Profil 2/3
	18.02.	17:47	73°42,7'S	28°40,5'W	2870		4,86 Schnittpunkt Profil 4/5, 8/9
785	18.02.	-18:51	73°41,9'S	28°59,9'W	2916	278°	5,0 Bogen 130°
	18.02.	19:41	73°44,3'S	29°08,6'W	2837	147°	5,0 Profil 11/12
	19.02.	-08:47	74°38,4'S	26°56,9'W	524	131°	5,0
	19.02.	09:00	74°38,9'S	26°56,7'W	439	130°	1,5 air gun eingeholt
	19.02.	09:25	74°39,5'S	26°55,5'W	404	130°	1,5 Streamer eingeholt
786	19.02.	09:41	74°39,8'S	26°56,3'W	402		0,5 Verankerung OBS I
	19.02.	-10:03	74°40,1'S	26°57,4'W	397		0,1 z.W.
787	19.02.	10:03	74°40,1'S	26°57,4'W	397		Profilfahrt
	19.02.	-12:23	74°49'S	27°42,7'W	479	236°	3,0
788	19.02.	12:23	74°49'S	27°42,7'W	479	95°	0,1 Verankerung OBS II
	19.02.	-12:35	74°48,8'S	27°47'8'W	479	95°	0,1 z.W.
	19.02.	14:38	74°57,9'S	28°39,0'W			Überlaufen WP 2
	19.02.	15:02	74°58,7'S	28°45,5'W	391	236°	1,9 Schiff gedreht
	19.02.	15:26				56°	Streamer z.W.
	19.02.	15:37	74°58'S	28°42,5'W	419	76°	3,6 Air gun z.W.
	19.02.	15:49	74°57,8'S	28°40,3'W			Magnetometer z.W.
789	19.02.	16:00	74°57,9'S	28°38,6'W	438	100°	2,9 Profilbeginn 2
	19.02.	19:31	74°49,0'S	27°46,8'W	478	50°	4,7 pass. OBS II
	19.02.	22:57	74°00,0'S	26°57,2'W	398	56°	4,85 OBS I quer Stb.
	20.02.	02:25	74°31,1'S	26°07,1'W	514	56°	4,04 Drehen über Stb.
	20.02.	-03:01	74°33,3'S	26°00,5'W	531	221°	5,1
	20.02.	-05:26	74°39,6'S	26°20,4'W	494	221°	3,8 Ende Profil

- 180 -

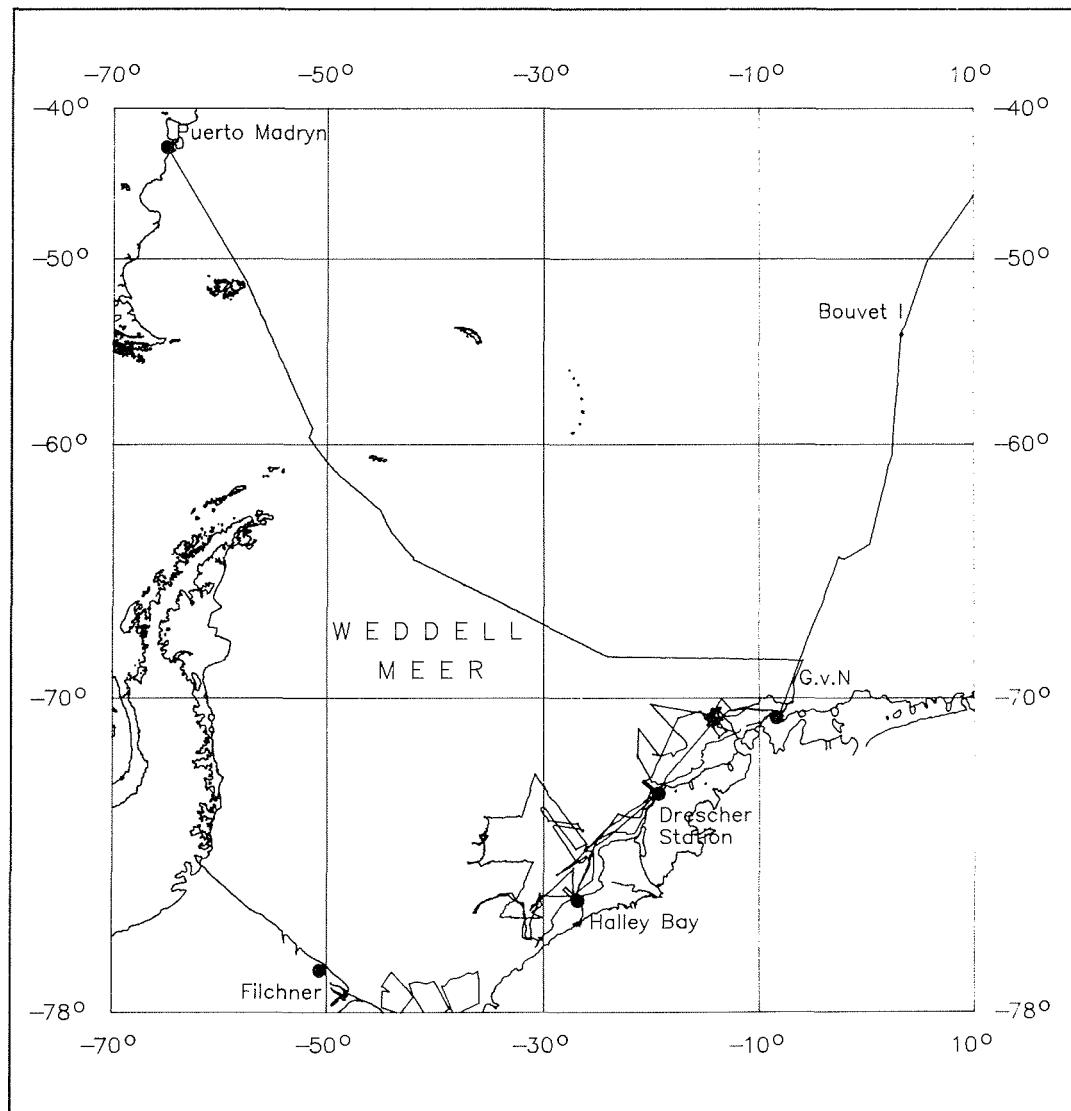
Stat: No	Date Datum 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position	Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment applied Arbeiten/Geräte
789	20.02.	05:46	74°40,0'S	26°24,1'W	482	270°	3,8
	20.02.	-07:03	74°40,2'S	26°41,6'W	445	270°	2,4
790	20.02.	09:10	74°41,0'S	26°55,8'W	390		
	20.02.	-10:57	74°40,5'S	26°57,5'W	392	233°	6,8
791	20.02.	10:57	74°40,5'S	26°57,5'W	392	233°	6,8
	20.02.	-12:43		74°48,6'S 27°47,3'W	480		190°
792	20.02.	12:43	74°48,6'S	27°47,3'W	480	div.	0,8
	20.02.	-13:30	74°49'S	27°48'W	479	100°	0,8
793	20.02.	13:30	74°49'S	27°48'W	479	46°	3,6
	20.02.	-20:50		73°49,1'S 24°10,6'W	1724		80°
794	20.02.	21:08	73°49,1'S	24°10,6'W	1724	80°	stop
	20.02.	-21:57	73°49,2'S	24°12,1'W	1740	81°	stop
	20.02.	22:18	73°49,0'S	24°11,8'W	1743	80°	stop
	20.02.	-23:02	73°49,0'S	24°12,4'W	1757	75°	stop
795	20.02.	23:20	73°48,7'S	24°11,7'W	1751	55°	3,5
	21.02.	-10:40	72°53,6'S	19°36,3'W	430	55°	4,5
796	21.02.	12:42	72°53,3'S	19°06,6'W	415	325°	0,7
	21.02.	-13:51	72°52,5'S	19°11,4'W	418	260°	1,2
797	21.02.	14:24	72°51,1'S	19°20,5'W	387	231°	stop
	21.02.	-14:56	72°51,1'S	19°20,5'W	387		
798	21.02.	16:07	72°52,1'S	19°35,5'W	460	325°	stop
	21.02.	-17:08	72°52,8'S	19°37,5'W	449	255°	stop
799	21.02.	17:08	72°52,8'S	19°37,5'W	449	298°	9,5
	21.02.	-18:42	72°43,8'S	19°53,6'W	2807	340°	stop
800	21.02.	18:45	72°43,8'S	19°53,7'W	2811		stop
	21.02.	-19:42	72°44,6'S	19°55,7'W	2866		stop
801	21.02.	19:58	72°45,3'S	19°58,6'W	2865	311°	7,4
	21.02.	-22:05	72°32,0'S	20°48,6'W	3760	311°	10,1
	21.02.	22:05	72°32,0'S	20°48,6'W	3760	41°	7,8
	21.02.	-22:16	72°31,3'S	20°45,8'W	3596	131°	8,5
	21.02.	22:16	72°31,3'S	30°45,8'W	3596	131°	8,5
	22.02.	-00:14	72°43,7'S	19°57,8'W	2861	43°	8,17
	22.02.	00:14	72°43,7'S	19°57,8'W	2861	43°	8,17
	22.02.	-00:23		72°42,8'S 19°55,0'W	2623	311°	8,46
	22.02.	00:23	72°42,8'S	19°55,0'W	2623	311°	8,46
	22.02.	-02:20		72°30,2'S 20°43,5'W	3475	40°	8,92
	22.02.	02:20	72°30,2'S	20°43,5'W	3475	40°	8,92
	22.02.	-02:28	72°29,3'S	20°41,0'W	3303	131°	7,22
	22.02.	02:28	72°29,3'S	20°41,0'W	3303	131°	7,22
	22.02.	-04:38	72°42,6'S	19°50,0'W	2386	131°	8,2
	22.02.	04:38	72°42,6'S	19°50,0'W	2386	42°	8,2
	22.02.	-04:47	72°41,9'S	19°47,7'W	2641	42°	7,4
	22.02.	04:47	72°41,9'S	19°47,7'W	2641	311°	7,4
	22.02.	-07:09	72°28,6'S	20°40,2'W	3355	311°	7,8
	22.02.	07:09	72°28,6'S	20°40,2'W	3355	155°	7,8
	22.02.	-07:52	72°33,4'S	20°35,8'W	3555	155°	3,3
802	22.02.	08:04	72°33,2'S	20°36,4'W	3495	90°	stop
	22.02.	-10:45	72°34,0'S	20°43,8'W	3708	320°	stop
803	22.02.	11:34	72°34,0'S	20°45,4'W	3752	53°	1,0
	22.02.	-14:00	72°22,5'S	19°54,9'W	3601	85°	0,9
804	22.02.	14:06	72°22,5'S	19°54,9'W	3601	85°	GKG
	22.02.	-16:11		72°23,7'S 19°52,9'W	3593	95°	stop
	22.02.	16:42	72°22,2'S	19°54,8'W	3606	105°	SL

Stat: No	Date 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position		Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment applied Arbeiten/Geräte
804	22.02.	-18:31	72°23,0'S	19°54,3'W	3589	333°	stop	
805	22.02.	19:06	72°22,2'S	19°54,6'W	3604	24°	2,9-10,0	PRM, SB, SEG Profilfahrt 1/2 Drehkreis
	22.02.	-07:08	70°38,0'S	17°30,0'W	4618	24°	9,8	Profil 22/23
	22.02.	07:27	70°37,5'S	17°30,0'W	4614	71°	9,1	
	23.02.	-11:00	70°26,8'S	15°53,1'W	4671	71°	2,5	
806	23.02.	11:06	70°26,7'S	15°52,7'W	4671	71°	1,8	gr. Streamer z.W.
	23.02.	11:40	70°26,9'S	15°52,2'W	4671	71°	1,9	Air gun z.W.
807	23.02.	13:33	70°25,4'S	15°27,5'W	4674	140°	4,6	Profil 23/34
	23.02.	-20:13	70°49,8'S	14°34,3'W	2406	130°	4,5	
	23.02.	20:13	70°49,8'S	14°34,3'W	2406	120°	4,5	Profil 24/25
	24.02.	-02:33	71°12,4'S	13°43,7'W	1770	150°	4,6	Drehkreis
	24.02.	04:47	71°12,5'S	13°43,3'W	1757	52°	4,3	Profil 1/2
	24.02.	-08:37	71°02,8'S	13°04,1'W	1794	56°	4,3	Drehkreis
	24.02.	09:52	71°03,7'S	13°04,5'W	1637	324°		Profil 2/3
	24.02.	-15:05	70°43,4'S	13°49'W	2922	324°	4,9	
	24.02.	15:05	70°43,4'S	13°49'W	2922	324°	4,9	Profil 3/4
	24.02.	-20:18	70°22,7'S	14°33,3'W	4463	330°	5,0	Drehkreis
	24.02.	20:41	70°21,4'S	14°32,0'W	4501	55°	5,0	Profil 4/5
	24.02.	-21:45	70°18,8'S	14°20,4'W	4440	145°	4,5	Drehkreis
	24.02.	22:10	70°19,4'S	14°14,2'W	4413	145°	4,6	Profil 5/6
	25.02.	-03:16	70°41,0'S	13°29,1'W	2696		4,9	Drehkreis
	25.02.	04:51	70°41,0'S	13°29,5'W	2697	249°	4,9	Profil 6/7
	25.02.	-06:16	70°43,4'S	13°49,0'W	2923	249°	4,9	Überlaufen altes Profil
	25.02.	06:16	70°43,4'S	13°49,0'W	2923	24°	4,9	Profil 7/8
	25.02.	-09:30	70°49,9'S	14°34,7'W	2397	237°	4,8	
	25.02.	09:30	70°49,9'S	14°34,7'W	2397	245°	5,0	Profil 8/9
	25.02.	-09:44		70°52,0'S 14°50,3'W	2587	260°	4,1	
	25.02.	10:22	70°51,7'S	14°46,1'W	2452	245°	5,0	Magnetometer ein
	25.02.	12:06						Water gun z. W.
	25.02.	12:13						Air gun a. D.
	25.02.	12:42	70°48,5'S	14°37,1'W	2459	137°	4,3	Profil 2/3
	25.02.	-14:35	70°55,6'S	14°18,5'W	2216	115°	4,4	Ende Profilfahrt, Water gun und Streamer eingeholt
808	25.02.	15:30	70°56,5'S	14°16,1'W	2213	7°	6,0	SB, SEG Profil 3/4
	25.02.	-16:58	70°44,5'S	14°09,2'W	3487	20°	4,3	
809	25.02.	17:05	70°44,6'S	14°09,1'W	3496	140°	0,3	DRG
	25.02.	-19:48		70°46,4'S 14°11,9'W	2652	100°		stop
810	25.02.	20:24	70°47,0'S	14°05,3'W	2835	246°	8,1	Profil 1/2
	25.02.	-21:13	70°50,0'S	14°26,6'W	2370	246°	10,5	Drehkreis
	25.02.	21:13	70°50,0'S	14°26,6'W	2370	115°	10,0	Profil 2/3
	25.02.	-21:21	70°50,7'S	14°22,9'W	2340	115°	10,1	Drehkreis
	25.02.	21:21	70°50,7'S	14°22,9'W	2340	67°	9,8	Profil 3/4
	25.02.	-22:03	70°48,1'S	13°04,7'W	2607	67°	9,8	
	25.02.	22:03	70°48,1'S	13°04,7'W	2607	151°	9,8	Profil 4/5
	25.02.	-22:08	70°48,9'S	14°03,8'W	2578	151°	9,2	
	25.02.	22:08	70°48,9'S	14°03,8'W	2578	246°	9,2	Profil 5/6
	25.02.	-22:45	70°51,5'S	14°21,1'W	2291	246°	10,4	
	25.02.	22:45	70°51,5'S	14°21,1'W	2291	90°	10,4	Profil 6/7
	25.02.	-23:05	70°51,4'S	14°12,1'W	2305	90°	9,9	
	25.02.	23:05	70°51,4'S	14°12,1'W	2305	64°	9,9	Profil 7/8
	25.02.	-23:18	70°50,6'S	14°06,6'W	2465	64°	9,8	

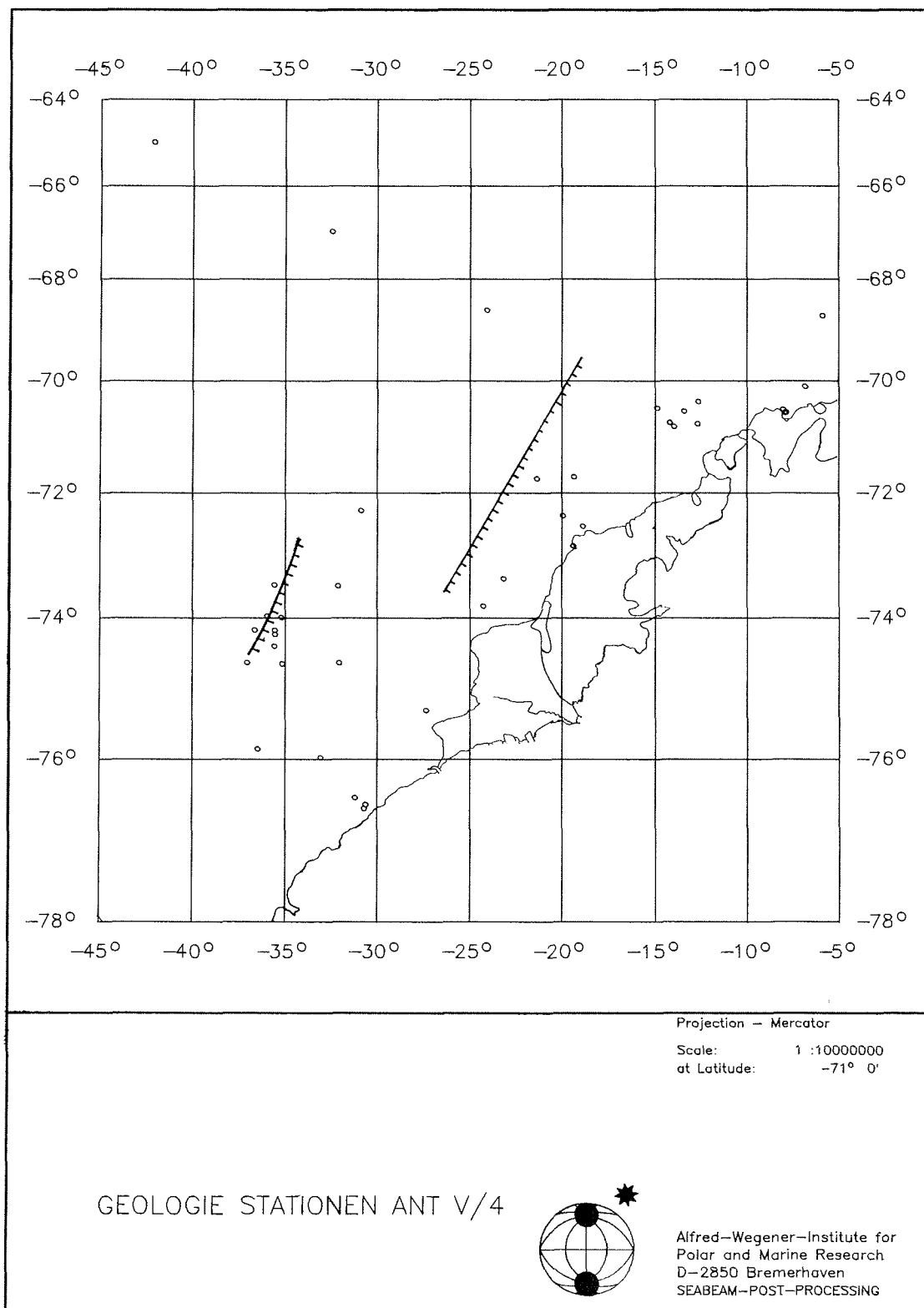
25.02.	23:18	70°50,6'S	14°06,6'W	2465	90°	9,8	Profil	8/9
25.02.	-23:56	70°50,6'S	13°48,6'W	2482	90°	9,8		
25.02.	23:56	70°50,6'S	13°48,6'W	2482	21°	9,8	Profil	9/10
26.02.	-01:18	70°38,0'S	13°34,2'W	2547	21°	9,5		
26.02.	01:18	70°38,0'S	13°34,2'W	2547	58°	9,5	Profil	10/11
26.02.	-01:55	70°35'S	13°20,0'W	2362	58°	9,2		
26.02.	01:55	70°35'S	13°20,0'W	2362	87°	9,2	Profil	11/12
26.02.	-04:35	70°35,5'S	12°06,7'W	1995	87°	9,2		
26.02.	04:35	70°35,5'S	12°06,7'W	1995	56°	9,2	Profil	12/13
26.02.	-07:15	70°20,6'S	11°10,2'W	2104	56°	9,1		
26.02.	07:15	70°20,6'S	11°10,2'W	2104	56°	9,1	Profil	13/14
26.02.	-09:50	70°23,1'S	10°01,7'W	1972	56°	9,0		
26.02.	09:50	70°23,1'S	10°01,7'W	1972	91°	9,0	Profil	14/15
26.02.	-13:14	70°23,5'S	08°48,0'W	507	103°	8,7		
26.02.	13:14	70°23,5'S	08°48,0'W	507	103°	8,7	Profil	15/16
26.02.	-15:42	70°26,5'S	08°10,0'W	462	140°	7,9		
811	26.02.	16:28	70°25,6'S	08°13,4'W	487	355°	stop	Verankerung
	26.02.	-17:10	70°25,8'S	08°17,5'W	465	331°	stop	AWI 202-1 z.W.
812	26.02.	19:04	70°34,2'S	07°50,4'W	268	105°	stop	GKG
	26.02.	-19:16	70°34,2'S	07°50,5'W	269	96°	stop	
813	26.02.	19:44	70°35,1'S	07°56,0'W	163	95°	stop	GKG
	26.02.	-19:51	70°35,1'S	07°56,1'W	161	95°	stop	
814	01.03.	06:50	70°34,6'S	07°49,7'W	280	40°	stop	Versuch Aufnahme
	01.03.	-12:32	70°33,4'S	07°51,4'W	273	div.		Verankerung A mit
								Dredge
815	01.03.	22:12	70°28,2'S	07°52,0'W	572	23°	10,0	SB, SEG Profil
	02.03.	-11:25	68°44,9'S	05°51,7'W	2453	15°	5,07	
816	02.03.	11:42	68°43,7'S	05°49,4'W	2472	70°	stop	SL
	02.03.	-12:56	68°44,1'S	05°52,7'W	2460	10°	stop	
	02.03.	13:11	68°44,4'S	05°53,2'W	2457	15°	stop	GKG
	02.03.	-14:35	68°45,2'S	05°53,3'W	2445	15°	stop	
817	02.03.	14:46	68°45,2'S	05°53,5'W	2442	275°	2,0	PRM, SB, SEG Profil
	02.03.	15:04	68°45,3'S	05°55,9'W	2447	275°	8,5	PRM Ende
	04.03.	06:56	68°37,5'S	23°58,0'W	4801	270°	5,4	
	04.03.	-07:15	68°37,3'S	24°01,0'W	4801	292°	3,0	
								Profilende
818	04.03.	07:28	68°37,1'S	24°01,7'W	4800	30°	stop	RO (4741 m)
	04.03.	-10:50	68°37,2'S	24°02,0'W	4801	50°	stop	
	04.03.	10:57	68°37,3'S	24°02,5'W	4801	50°	stop	GKG
	04.03.	-13:49	68°37,7'S	24°03,3'W	4800	75°	stop	
	04.03.	14:08	68°37,5'S	24°00,7'W	4800	75°	stop	SL
	04.03.	-16:35	68°37,1'S	23°59,3'W	4801	80°	stop	
819	04.03.	17:00	68°36,5'S	24°01,6'W	4801	297°	10,5	PRM, SB, SEG Profil
	04.03.	13:42	67°00,5'S	32°21,0'W	4685	290°	5,0	PRM Ende
	05.03.	-14:04	67°00,1'S	32°23,4'W	4687	270°	3,0	Profilende
820	05:03.	14:15	67°00'S	32°23,5'W	4686	168°	stop	SL
	05.03.	-16:11	66°59,5'S	32°21,5'W	4687	166°	stop	
	05.03.	16:41	66°59,3'S	32°21,6'W	4686	175°	stop	GKG
	05.03.	-19:13	66°59,5'S	32°21,6'W	4687	155°	stop	
	05.03.	19:20	66°59,5'S	32°21,5'W	4687	175°	stop	RO (4629 m)
	05.03.	-22:24	66°59,7'S	32°23,3'W	4689	170°	stop	
821	05.03.	22:55	66°58,9'S	32°26,8'W	4688	295°	6,0	PRM, SB, SEG Profil
	06.03.	12:46	66°00,9'S	37°14,6'W	4687	280°	5,0	PRM Ende
	06.03.	-13:13	66°00,5'S	37°18'W	4624	280°	5,0	Profilende
822	06.03.	13:35	66°00,3'S	37°20,7'W	4689	240°	stop	RO
	06.03.	-16:39	66°59,9'S	37°22,1'W	4688	220°	stop	
823	06.03.	17:00	65°59,3'S	37°24,5'W	4685	297°	4,2-10,0	PRM,SB, SEG Profil
	07.03.	-06:02	65°01,3'S	41°56,2'W	4707	320°	4,5	

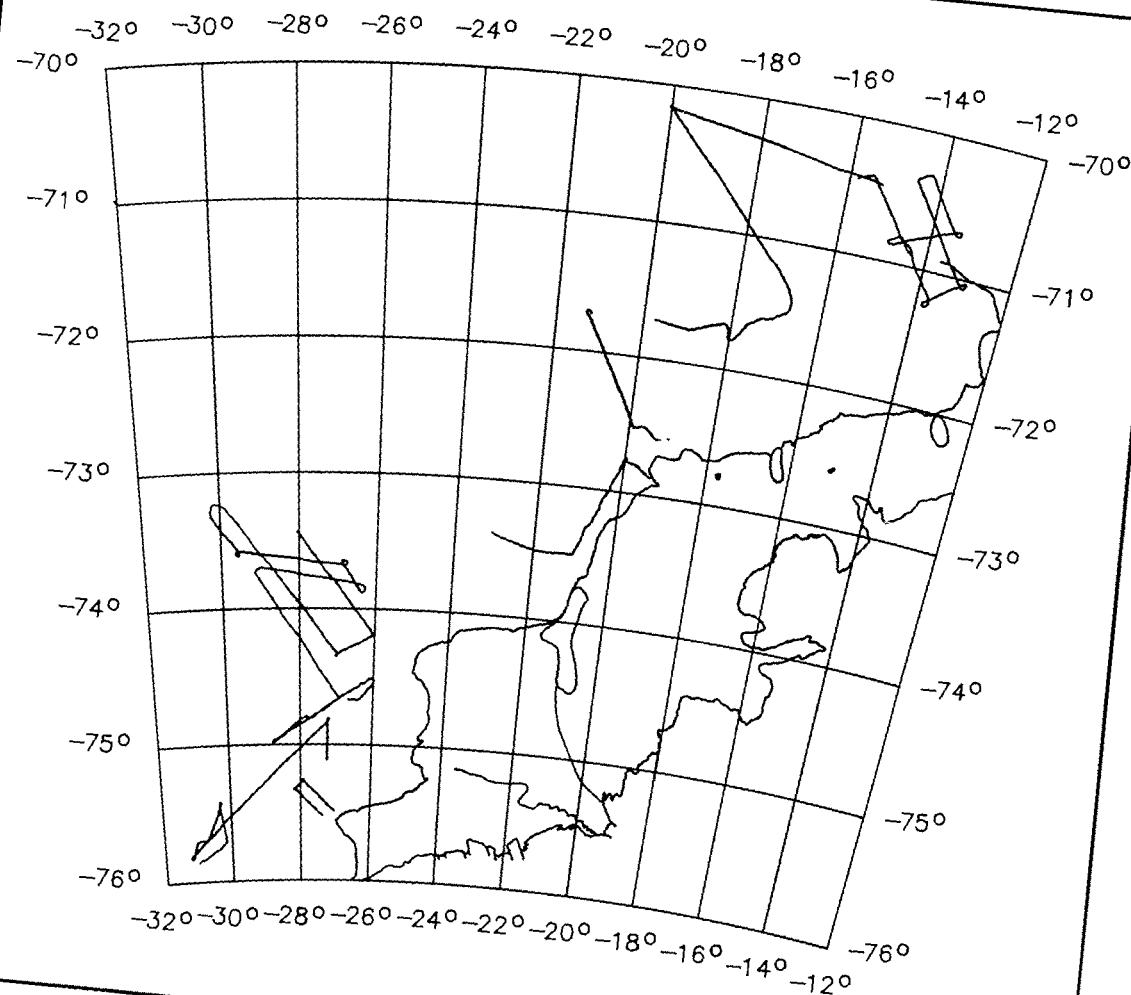
Stat: No	Date 1986	Time Uhrzeit (GmT)	Position		Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station Equipment applied Arbeiten/Geräte
824	07.03.	06:44	65°00,0'S	42°00,0'W	4705	5°	stop	RO (4663 m)
	07.03.	- 09:43		64°59,7'S 42°02,8'W	4701	15°	stop	
	07.03.	09:47	65°59,7'S	42°02,8'W	4701	15°	stop	KG
	07.03.	-12:22	64°59,9'S	42°01,7'W	4701	12°	stop	
825	07.03.	12:49	64°58,5'S	42°00,5'W	4714	15°	5,3	PRM, SB, SEG Profil
	07.03.	-18:33	64°21,0'S	43°11,5'W	4644	322°	4,0	
826	07.03.	19:03	64°19,8'S	43°13,3'W	4643	40°	stop	RO
	07.03.	-21:54	64°19,8'S	43°13,9'W	4642	65°	stop	
827	07.03.	22:00	64°19,7'S	43°14,0'W	4641	320°	5,0	
	08.03.	-02:32	63°51,1'S	43°08,0'W	4600	300°	3,2	
828	08.03.	02:45	63°51,1'S	43°08,1'W	4601	85°	stop	RO
	08.03.	-05:52	63°50,9'S	44°06,9'W	4523	132°	stop	
829	08.03.	06:00	63°50,6'S	44°07,1'W	4501	335°	7,5-10,4	SB, SEG Profil
	08.03.	-08:50	63°25,3'S	44°35,6'W	3878	335°	6,6	
830	08.03.	09:03	63°24,8'S	44°36,4'W	3873	146°	stop	RO (3805 m)
	08.03.	-11:20	63°24,2'S	44°36,4'W	3864	140°	stop	
831	08.03.	11:25	63°24,1'S	44°36,4'W	3877	337°	4,7	SB, SEG Profil
	08.03.	-14:21	62°58,5'S	45°00,9'W	3561	337°	7,1	
832	08.03.	14:36	62°58,2'S	45°01'W	3587	130°	stop	RO
	08.03.	-16:50	62°58,4'S	44°59,9'W	3534	135°	stop	
833	08.03.	17:10	62°57,9'S	45°00,9'W	3574	311°	8,6	PRM, SB, SEG Profil
	09.03.	-10:10	61°10,5'S	49°28,3'W	2953	323°	3,0	
	09.03.	10:50	61°07,8'S	49°26,7'W	2936	360°	3,5	gr. Streamer und 2 air guns ausgebracht
834	09.03.	11:00	61°07,8'S	49°27,5'W	2929	323°	5,0	Profilfahrt
	10.03.	-11:00	59°41,6'S	51°41,7'W	3060		4,8	
a.D.	10.03.	11:50	59°40,9'S	51°42,1'W	3065	div.	2,8	air gun,streamer
835	10.03.	12:00	59°40,2'S	51°41,1'W	3052	20°	8,2	PRM, SB, SEG Profil
	12.03.	-16:27	51°54,9'S	57°13,6'W	318	328°	6,0	

A.1/1: Fahrtroute ANT V/4 26.12.1986 - 16.03.1987



A.1/2





ANT V/4
Seismic Lines

Stereographic Polarprojection
Scale: 1 : 5000000
at Latitude: -73°

Bathymetric Group
Alfred-Wegener Institute for
Polar and Marine Research
D-2850 Bremerhaven

EKSTRÖM-TRAVERSE
24.01.-27.02.1987

9° W

8° W

71° S

72° S

72° 30'S

73° S

Kapp
Norvegia

Søerasen

Halværrücken

BC-2

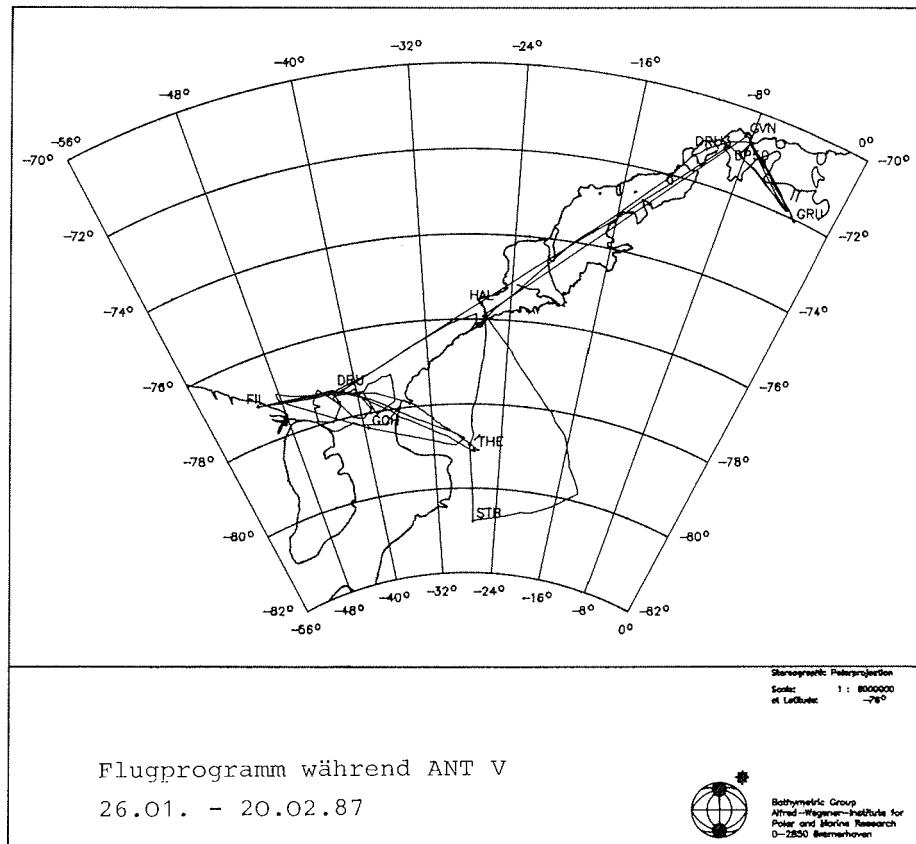
BC-1

270

160
170
180

10
20
30
40
50
70
90
105
125
143
150

- ▲ Georg-von-Neumayer-Station
- ◆ Bohrcamp
- 10-m-Bohrung und/oder Schneeschacht
- 20 KM 20, Entfernung in km ab GvN



Zeit- und Stationsplan ("Schweren Traverse") sowie Teilnehmer der Ekström-Unternehmung 1987

Datum 1987	Ort und Art der Arbeiten	
21.01.	Entladen der Traversen-Ausrüstung an der Eiskante vor GvN	
24.01.	Abfahrt der Schlittenzüge von GvN	
25.01.	Anlegen der Depots bei km 70 und km 105	
27.01.	Ankunft am Depot km 220 und Festlegung der Bohrstelle BC-1, ca. 2 km östl. der Kottas-Trasse	
28.01.	Aufbau und Einrichten des Bohrcamps, Präparieren einer Landepiste und erste Landung von "POLAR 4"	
<u>29.01.-07.02.</u>	Aufenthalt auf Bohrcamp BC-1	
30.01.	Bohrung B 10 bis 41,6 m, erste Bohrerreparatur	
01.02.	Ankunft der Nivellement-Gruppe am Bohrcamp BC-1	
03.02.	Bohrung B 12 bis 46,2 m; Bohrer festgefahren	
06.02.	Bohrer nach mehreren Bergungsversuchen aufgegeben	
08.02.	Schneeprofil und Flachbohrung bei km 180	
09.02.	Schneeprofil und Flachbohrung bei km 160	
10.02.	Schneeprofil und Flachbohrung bei km 143	
12.02.	Schneeschacht und Flachbohrung bei km 125	
13.02.	Flachbohrung bei km 105	
<u>14.02.-26.02.</u>	Aufenthalt auf Bohrcamp BC-2 bei km 70	
15.02.	Einrichtung der Bohrstelle und Beginn der Bohrung B 12	
19.02.	Bohrung B 12 bis 110 m; Flachbohrung bei km 50	
20.02.	Bohrung B 12 bis 107 m; Flachbohrung bei km 90	
22.02.	Bohrung B 12 bis 166 m; Flachbohrung bei km 40	
23.02.	Bohrung B 12 bis 185,5 m; Flachbohrung 15 km westlich des Bohrcamps BC-2	
24.02.	Bohrung B 12 bei 204,1 m abgeschlossen; Flachbohrung 20 östlich des Bohrcamps	km
25.02.	Bohrlochmessungen (Temperatur) und Abbau des Bohrcamps	BC-2
27.02.	Ankunft an GvN und Einschiffung auf FS "Polarstern"	

Teilnehmer:

Bohrgruppe und
Feldglaziologie: K.H. Bässler, C. Drücker, W. Graf, K. Moser, H.Oerter,
O. Reinwarth, H. Rott, J. Tanger, M. Weynand

Geophysik I
(Seismik): N. Kaul , A. Unterschütz

Geophysik II
(Tilt, Gravimetrie): W. Kobarg, R. Torn

Geodäsie Nord: K. Linder, W. Oswald

Geodäsie Mitte: H. Hinze, L. Timmen

Geodäsie Süd: A. Karsten, B. Ritter

Flugeinsätze von "POLAR 2" und "POLAR 4" während ANT V/4

1986

23.12. Ankunft der Flieger bei Halley

1987

- 16.01. "POLAR 2": Flug nach Halley und Filchner
"POLAR 4": Flug nach Halley
- 17.01. Flug von Halley nach Shackleton, Außenlandung "POLAR 2" "POLAR 4" Flug von Halley in die Theron Berge
- 18.01. "POLAR 2" und "POLAR 4" Flug von Halley nach GvN
- 25.01. "POLAR 2" und "POLAR 4" Flug von GvN nach Grunehogna (Außenlandung, Feldlandung)
- 26.01. "POLAR 4" Flug von GvN zum Ritscher-Hochland, GPS-Vermessung, Schneeoberflächen-Erkundung, Messung auf Punkt GPS-1000, Punkte MX 2005 und MX 2006 der Kottas-Trasse gefunden, Druzhnaya 3 gefunden (Außenlandung)
- 27.01. "POLAR 2" Flug von GvN, Photogrammetrie-Erprobung Kapp Norvegia - Druzhnaya 3 und GPS-Vermessung MX 2006 (Außenlandung)
- 28.01. "POLAR 2" Photogrammetrie Kraul-Berge und Eiskante von GvN bis 80 km vor Halley
"POLAR 4" Logistik, Außenlandung im Gebiet von Geodäsie Mitte, GPS-Vermessung des Punktes MX 2005 (Außenlandung), Landung an der Bohrstelle MX 2005 (Außenlandung), Landung bei Grunehogna, Austausch der TRANSIT-Empfänger (Feldlandung)
- 29.01. "POLAR 2" Bildflug Kirwanveggen Teil 1
"POLAR 4" Logistik, Eissituationserkundung Geodäsie Nord, Spaltenerkundung an der Haupttraverse, Erkundung für GPS-Punkte im Einzugsbereich des Ekström-Schelfeises, Feldlandung an der Bohrstelle BC-1, GPS-Messung an der Bohrstelle, Außenlandung beim Punkt an der Trasse
- 30.01. "POLAR 2" muß wegen RMK-Defekts großes Flugprogramm Kirwanveggen - Sverdrup-Fjella - Eiskante abbrechen
"POLAR 4" macht erneut Logistikflug und GPS-Vermessung, Flug von GvN zur Bohrstelle BC-1, auf dem Wege dorthin Versorgung an der Geophysik-Traverse, Feldlandung an der Bohrstelle BC-1, Flug zum GPS-Punkt 1001, Außenlandung und Vermessung, Flug zur Bohrstelle und Übernahme von Eiskernkisten
- 31.01. flugfrei
- 01.02. Erprobungsflug für Datenerfassungsrechner und GPS-Empfänger
- 02.02. "POLAR 4" Logistik-Flug zur Bohrstelle BC-1, Abholung von 6 Kisten mit Eiskernen (Feldlandung)
- 03.02. "POLAR 2" Flug zu Geodäsie-Mitte und anschließend nach Grunehogna, um die Magnetometerdaten zu sichern (Feldlandung), abends zur Bohrstelle um Cord Drücker abzuholen (Feldlandung), Beladen der Flugzeuge für Filchner
- 04.02. "POLAR 2" fliegt von GvN zur Bohrstelle, um Cord Drücker hinzubringen (Feldlandung), abends 18 Uhr Abflug von "POLAR 2" und "POLAR 4" von GvN nach Halley, Übernachtung auf "Polarstern"
- 05.02. "POLAR 2" und "POLAR 4": Weiterflug von Halley nach Filchner (Außenlandung); unterwegs Test der Landepiste bei Druzhnaya 1, Schleifspur (Feldlandung), Erkundung der Eissituation, 16:00 Uhr UTC Landung bei Filchner auf guter Landepiste, Station ok., um 19:30 Uhr UTC lief der Diesel, Stationseröffnung, anschließend zum Tanken nach Druzhnaya 1, dort Anfrage wegen SAR-Flug nach Druzhnaya 2, dabei 4 Schwerverletzte mit Arzt von Druzhnaya 2 nach Druzhnaya 1 geflogen; SAR-Aktion von 23:00 Uhr UTC bis

- 06.02. 10:00 Uhr UTC. Anschließend flugfrei, GPS-Messung bei Filchner auf Parkposition der Flugzeuge um Koordinaten zur Aufdatierung der INS-Laser Navigation zu erhalten
- 07.02. "POLAR 2" und "POLAR 4" Flug nach Druzhnaya zum Tanken, Erkundung Theron-Berge, "POLAR 4" mit 2 Fässern JET-A1 beladen, Flug über die Eisinseln und das ehemalige Grand Chasms nach Theron, Außenlandung nach sorgfältiger Auswahl, weicher Schnee, Vermarkung mit Holzgerüst, Fahnen und Fässern, "POLAR 2" fliegt eher zurück, um einen Neupunkt an der neuen Schelfeiskante Filchner-Ost anzulegen (Fi1055), dort viel Neuschnee, gute Landung, GPS-Position gemessen, Holzgerüst 500 m von der Eiskante entfernt
- 08.02. "POLAR 2" Flug zum Punkt 110, (Außenlandung) 1,5 h. mit INS und Ferngläsern gesucht und nicht gefunden, im GPS-Fenster Weiterflug nach Punkt 131, dort Nachmessung der Position und Erkundung der Eiskante, Drushnaya 2, A- und B-Inlet, Verlängerung (vermutlich) des A-Inlets, neue Spalte bis 130, British-Antarctic-Survey-Spritlager existiert noch
- 09.02. kein Flugwetter, Schneefall und White-out-Situation
- 10.02. "POLAR 2" Flug zu den Punkten 231 und 330, White-out und doppelte Wolken, Weiterflug nach Druzhnaya 1 zum Tanken, GPS-Vermessung des Faßlagers, Koordinatenbestimmung der alten Stationen Ellsworth und Shackelton, Flug über ehemaliges Grand Chasm, Feststellung der Höhe an der neuen Schelfeiskante vor Neupunkt Filchner-Ost, Schelfeiskanten-Höhe 90-100 m mit Flugzeugaltimeter über offenem Wasser festgestellt, GPS-Vermessung des Neupunktes Filchner-Ost, danach Weiterflug in die Theron-Berge, Abbau der Magnetometer-Station, dort keine GPS-Messung mehr möglich, da das GPS-Fenster schon geschlossen war
- 11.02. "POLAR 2" Zunächst Flug zu den Punkten 231 und 330, dort White-out, Rückflug nach Filchner und zum Punkt am östlichen Hemmmen Ice Rise, GPS-Positionsbestimmung auf dem 1986 während Filchner III angelegten Punkt (Außenlandung)
- 12.02. "POLAR 2" fliegt nach Wetterberatung erneut zum Punkt 231, Auffindung in wolkenfreiem Gebiet, Außenlandung auf weicher Schneeoberfläche, GPS-Messung und Vermessung der einen Seite des inneren Dreiecks, Abweichung von 8 cm auf 10 m festgestellt, anschließend Weiterflug noch zum Punkt 330, Außenlandung 10 km entfernt, Punkt mit INS bei schlechter Sicht gesucht und gefunden, GPS-Messung, auch dort inneres Dreick durchgemessen, ebenfalls Seiten gemessen, Abweichungen 8 cm auf 12 m kann aber auch durch Kippen der Stangen erfolgt sein, danach Rückflug nach Filchner.
Damit war das wissenschaftliche Flugprogramm vollständig erfüllt.
- 13.02. Rückflug über Halley nach GvN, "POLAR 4" erkundet als "POLAR 2" bei äußerst schlechter Sicht schon gelandet war, die Hänge und die Umgebung, beim Rückflug von Halley nach GvN (Feldlandung) wird noch ein kurzer Stop in Druzhnaya 3 eingelegt (Feldlandung) und ein Höflichkeitsbesuch abgestattet
- 14.02. flugfrei
- 15.-17.02. Drift, hohe Windgeschwindigkeiten
- 18.02. Logistikflug nach Grunehogna, Abbau der geodätischen Referenzstation Grunehogna mit zwei Flügen von "POLAR 4"
- "POLAR 2" Bildflug über Sverdrup-Fjella - Kirwanveggen 2. Teil
- "POLAR 2" Photogrammetrie-Flug nach Sverdrup-Fjella und Sanae, der zweite Teil des Fluges war kombiniert mit einem weiteren Testflug des Datenerfassungsrechners
- "POLAR 4" Versuch GPS-Messungen an den zu Beginn der Kampagne angelegten Punkten GPS-1000 und T-1001 durchzuführen, wegen extremer White-out Situation war jedoch eine Landung unmöglich, die Punkte wurden gar

nicht gefunden; weiterhin erfolgte ein Flug nach Grunehogna zur Einmessung der Referenzpunkte

- 20.02. Beladen der Flugzeuge
- 21.02. Rückflug über Halley bis
- 23.02. Warten in Halley auf besseres Wetter
- 24.02. Ankunft in Puntas Arenas

A.2 Stationsliste ANT V/5

Date Datum 1987	Stat. No.	Time Uhrzeit GMT	Position	Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station work/ Equipment applied Arbeiten/Geräte
20.03	836	16.05-	41°41,1'S 60°11,8'W	59	64°	12.5	GEK z. W.
		17.50	39°21,3'S 53°50,1'W	4050			GEK a. D.
21.03	837	17.53	39°21,3'S 53°50,1'W	4050	120°	3.5	NS
	838	18.10 - 18.14	39°25,2'S 53°49,0'W	4060	120°	3.0	WP BSR
	839	18.15 -	39°25,4'S 53°58,8'W	4060	120°	2.5	RMT z. W.
		18.40	39°26,9'S 53°46,1'W	4148			RMT a. D.
	840	18.10	39°25,2'S 53°49,0'W	4060			HWS
	841	18.31.- 19.06	39°26,3'S 53°48,1'W	4126	120°	2.5	Ausleger
	842	18.43 -	39°27,2'S 53°45,7'W	4176	120°	2.5	RMT z. W.
		19.46	39°30,9'S 53°41,5'W	4328			RMT a. D.
	843	18.50 -	39°27,7'S 53°45,2'W	4211	120°	2.5	NS z. W.
		19.22	39°29,5'S 53°43,1'W	4080			NS a. D.
	844	19.54	39°30,7'S 53°40,3'W	4332	120°	12.5	GEK z. W.
22.03.	845	11.00	38°03,7'S 50°29,5'W	4991	66°	2.5	GEK a. D., HWS
	846	11.11 -	38°03,9'S 50°28,1'W	4991	69°	2.5	RMT z. W.
		12.14	38°03,5'S 50°25,4'W	3644	69°	2.5	RMT a. D.
	847	11.14 -	38°03,9'S 50°28,0'W	4991	65°	2.5	NS z. W.
		11.47	38°03,7'S 50°26,5'W	4997	69°	2.5	NS a. D.
	848	12.25	38°03,2'S 50°24,3'W	5005	66°	9.2	GEK z. W.
	849	20.30	37°16,5'S 48°20,7'W	5044	65°	13.0	GEK a. D.
	850	21.32 -	37°11,9'S 48°09,6'W	4664	120,5°	3.1	RMT z. W.
		22.40	37°14,7'S 48°08,3'W		120°		RMT a. D.
	851	21.36 -	37°11,9'S 48°09,4'W	4665	120°	3.0	NS z. W.
		22.04	37°11,6'S 48°08,5'W	5051	120°	3.1	NS a.d. W.
	852	21.42 - 22.04	37°12,0'S 48°09,0'W	5051	120°	3.0	MS
	853	22.53	37°14,0'S 48°05,7'W	5056	65°	10.0	GEK z. W.
23.03	854	09.44	36°13,0'S 45°36,0'W	3389	90°	9.5	GEK a. D.
	855	10.05 -	36°13,7'S 45°34,3'W	4954	190°	2.0	RMT z. W.
		11.13	36°15,2'S 45°35,0'W	4960	190°	2.0	RMT a. D.
	856	10.08 -	36°13,8'S 45°34,3'W	4954	190°	2.0	NS z. W.
		10.40	36°14,5'S 45°34,7'W	4957	190°	2.0	NS a. D.
	857	11.30	36°14,8'S 45°33,3'W	4956	65°	10.4	GEK z. W.
	858	20.30	35°25,0'S 43°26,5'W	4832	65°	13.2	GEK a.D.
	859	21.07 -	35°24,4'S 43°21,1'W	4872	185°	2.8	RMT z. W.
		22.16	35°26,7'S 43°24,4'W	4630	182°	2.5	RMT a.D.
	860	21.14 -	35°24,7'S 43°21,5'W	4874	190°	3.0	NS z. W.
		21.50	35°25,7'S 43°23,9'W	4873	180°	2.8	NS a. D.
	861	21.27 -	35°25,2'S 43°21,5'W	4871	190°	3.1	HWS, STB vorn
		21.44	35°25,9'S 43°21,5'W	4872	190°	2.8	HWS Ende
	862	22.32	35°26,2'S 43°22,7'W	4875	65°	10.3	GEK z. W.
24.03.	863	09.43	34°29,9'S 40°51,6'W	4522	65°	9.0	GEK a. D.
	864	10.04 -	34°28,2'S 40°49,3'W	4478	154°	2.0	RMT z. W.
		11.10	34°29,5'S 40°47,6'W	4465	154°	2.0	RMT a. D.
	865	10.09 -	34°28,3'S 40°49,1'W	4474	154°	2.0	NS z. W.
		10.40	34°28,9'S 40°48,3'W	4460	154°	2.0	NS a. D.
	866	11.40 -	34°28,2'S 40°43,9'W	4521	170°	Stop	GES z. W.
		12.08	34°28,0'S 40°43,9'W	4518	170°	Stop	GES a.D
	867	12.08	34°27,8'S 40°43,9'W	4518	170°	Stop	MS
	868	12.16	34°27,7'S 40°43,3'W	4531	65°	9.0	GEK z. W.
	869	20.38	33°43,0'S 38°59,0'W	4324	70°	12.0	GEK a. D.
		20.49	33°44,2'S 38°58,3'W	4337	130°	2.5	RMT z.W.

Date Datum 1987	Stat. No.	Time Uhrzeit GMT	Position		Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station work/ Equipment applied Arbeiten/Geräte
25.03.	869	20.54	33°46,4'S	38°56,6'W	4387	130°	2.5	RMT a. D.
		20.54	33°44,0'S	38°58,3'W	4340	130°	2,6	NS z.W., HWS
		21.28	33°45,6'S	38°57,0'W	4405	135°	2.7	NS a.d. W.
	870	22.15	33°43,7'S	38°54,1'W	4419	65°	10,0	GEK z. W.
	871	01.50	33°25,9'S	38°08,7'W	4474	65°	12,0	HWS
	872	07.47	32°56,5'S	38°51,1'W	4273	100°	7.8	GEK a. D.
	873	08.04	32°57,3'S	38°50,3'W	4264	130°	2.8	RMT z.W.
		09.10	32°59,3'S	36°47,9'W	4244	130°	2.6	RMT a. D.
	874	08.07	32°57,5'S	36°50,1'W	4287	130°	2.8	NS z. W.
		08.39	32°58,4'S	38°50,0'W	4237	130°	2.5	NS a.D.
	875	08.29	32°58,1'S	36°49,3'W	4274	130°	2.5	HWS
	876	09.15	32°59,3'S	36°47,4'W	4237	65°	8.7	GEK z. W.
	877	10.30	32°51,1'S	36°33,4'W	3943	65°	12,5	HWS
	878	20.39	31°56,0'S	34°14,4'W	2668	75°	9.1	GEK a. D.
	879	20.57	31°56,8'S	34°17,5'W	2677	120°	2.5	RMT z.W., HWS
		23.04	31°55,7'S	34°16,5'W	2671	115°	2.2	RMT a. D.
	880	21.00	31°57,0'S	34°17,4'W	2675	115°	2.4	NS z.W.
		21.31	31°55,3'S	34°17,1'W	2661	115°	2.5	NS a. D.
26.03.	881	22.15	31°55,4'S	34°15,2'W	2616	62°	8.7	GEK z. W.
	882	08.00	31°01,0'S	32°21,2'W	2531	80°	4.5	GEK a. D.
	883	08.03	31°00,6'S	32°21,1'W	2532	78°	2.6	RMT z.W.
		09.07	31°00,2'S	32°18,7'W				RMT a. D.
	884	08.06	31°00,1'S	32°21,0'W	2551	78°	2.5	NS z.W
		08.36	31°00,1'S	32°20,0'W	2590	60°	2.5	NS a.D.
	885	08.54	31°00,1'S	32°19,1'W	2606	60°	2.5	HWS
	886	09.16	30°59,2'S	32°19,6'W	2605	360°	0.5	MS
	887	09.26	30°58,2'S	32°19,0'W	2706	60°	10.4	GEK z. W.
	888	10.15	30°54,4'S	32°08,5'W	2968	65°	12,5	HWS
	889	14.16	30°31,7'S	32°17,3'W	4065	65°	12,4	HWS
	890	15.37	30°26,8'S	31°06,5'W	4065	65°	2.5	RMT z. W.
		16.29	30°25,7'S	31°05,0'W	4065		2.2	RMT a. D.
	891	16.52	30°24,0'S	31°01,6'W	4065	65°	12,5	GEK z. W.
	892	18.24	30°16,2'S	30°42,1'W	2756	65°	13,4	HWS
	893	20.35	30°05,8'S	30°14,0'W	3742	65°	6.0	GEK a. D.
	894	20.42	30°05,8'S	30°12,0'W	3468	65°	2.5	RMT z. W.
		21.45	30°05,4'S	30°09,3'W	3507		2.6	RMT a. D.
	895	20.45	30°05,8'S	30°11,9'W	3430	65°	2.5	NS z.W., HWS
27.03.		21.15	30°05,6'S	30°09,7'W	3489	75°	2.6	NS a.D.
	896	22.06	30°04,7'S	30°07,9'W	3692	55°	11,8	GEK z. W.
	897	07.43	28°11,7'S	30°00,7'W	4558	360°	12,5	GEK a. D.
	898	08.03	28°11,0'S	30°00,5'W	4562	30°	2.8	RMT z. W., HWS
		09.11	28°09,9'S	30°00,9'W	4546	60°	2.5	RMT a. D.
	899	08.06	28°10,9'S	30°00,5'W	4564	30°	3.0	NS z. W.
		08.39	28°09,5'S	29°59,8'W	4569	35°	2.5	NS a. D.
	900	09.33	28°07,8'S	30°00,9'W	4602	360°	10,5	GEK z.W.
	901	10.00	28°01,0'S	30°01,1'W	4691	360°	12,5	HWS
	902	18.23	28°21,1'S	29°58,6'W	5468	360°	12,5	HWS
	903	20.57	25°49,0'S	29°55,0'W	5227	360°	12,7	GEK a. D.
	904	21.28	25°45,6'S	29°54,2'W	5101	70°	2.7	RMT z.W.
		22.42	25°44,2'S	29°51,5'W	5312	71°	2.6	RMT a.D.
	905	21.35	25°45,5'S	29°54,0'W	4952	70°	2.6	NS z. W.
		22.10	25°44,5'S	29°52,6'W	5066	70°	2.7	NS a. D.
	906	22.02	25°44,9'S	29°53,1'W	4337	74°	2.6	HWS
	907	22.55	25°42,9'S	29°52,1'W	4718	360°	9.2	GEK z. W.

Date Datum 1987	Stat. No.	Time Uhrzeit GMT	Position		Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station work/ Equipment applied Arbeiten/Geräte
28.03	908	06.50	24°03,8'S	29°57,8'W	3448	55°	5.8	GEK a. D.
	909	07.10 -	24°03,4'S	29°56,9'W	3075	60°	2.5	RMT z. W., HWS
		08.04	24°02,2'S	29°54,8'W	4807	15°	2.7	RMT a. D.
	910	07.15 -	24°03,3'S	29°56,7'W	5344	60°	2.6	NS z. W.
		07.44	24°02,8'S	29°55,5'W	5500	60°	2.6	NS a. D.
	911	08.10 - 08.16	24°01,7'S	29°54,7'W	5306	10°	Stop	MS
	912	08.40	23°55,0'S	29°57,0'W	5280	360°	11.5	GEK z. W.
	913	09.32	23°46,1'S	29°58,4'W	4517	360°	12.9	HWS
	914	17.21	22°09,0'S	30°00,5'W	5108	360°	12.8	HWS
	915	19.28	21°43,7'S	29°59,4'W	5090	360°	10.5	GEK a. D.
	916	19.37 -	21°43,0'S	29°59,0'W	5088	90°	4.0	NS z. W.
		20.06	21°43,0'S	29°48,0'W	5085	90°	3.0	NS a. D., HWS
	917	20.01 -	21°43,2'S	29°58,0'W	5015	86°	3.0	RMT z. W.
		20.28	21°43,1'S	29°56,7'W	5750	85°	3.0	RMT a. D.
	918	20.36	21°42,0'S	29°56,0'W	5080	360°	11.0	GEK z. W.
29.03.	919	06.50	19°36,2'S	30°00,4'W	4767	20°	7.0	GEK a. D.
	920	06.59 -	19°35,8'S	29°59,7'W	4161	80°	4.0	NS z. W.
		07.32	19°35,9'S	29°57,7'W	4782	80°	3.0	NS a. D.
	921	07.15 -	19°35,8'S	29°58,7'W	4772	80°	3.0	RMT z. W.
		07.55	19°35,9'S	29°56,7'W	4218	80°	3.0	RMT a. D.
	922	08.09	19°33,8'S	29°58,0'W	4362	360°	10.3	GEK z. W.
	923	09.17	19°22,9'S	30°00,0'W	4773	360°	10.2	GEK a. D.
	924	09.31	19°21,7'S	29°59,7'W	4778	130°	2.7	HWS
	925	09.32 -	19°21,7'S	29°59,7'W	4778	130°	Stop	GES z. W.
		09.58	19°23,0'S	29°58,0'W	4778	130°	Stop	GES a. D., GEK z. W.
	926	17.30	17°51,7'S	29°59,4'W	4780	360°	12.9	HWS
	927	17.32	17°50,9'S	29°59,5'W	4787	360°	12.9	HWS
	928	20.10	17°18,0'S	30°00,9'W	4830	360°	9.8	GEK a. D.
	929	20.23 -	17°17,8'S	30°00,3'W	4836	140°	3.9	NS z. W.
		20.54	17°19,0'S	30°00,1'W	4827	140°	3.0	NS a. D.
	930	20.30 -	17°17,8'S	30°00,3'W	4827	140°	3.1	RMT z. W.
		21.12	17°19,5'S	29°58,8'W	4849	130°	3.0	RMT a. D., HWS
	931	21.18	17°19,0'S	29°58,7'W	4849	360°	9.4	GEK z. W.
30.03.	931	06.50	15°15,6'S	29°59,8'W	4918	360°	8.5	GEK a. D.
	932	07.02 -	15°15,5'S	30°00,1'W	5013	360°	4.0	NS z. W.
		07.31	15°13,7'S	29°59,8'W	5348	360°	4.0	NS a. D.
	933	07.40 -	15°13,4'S	29°59,6'W	5399	360°	3.0	NS z. W.
		07.55	15°12,4'S	29°59,7'W	5438	360°	3.0	NS a. D.
	934	07.57 - 07.59	15°12,5'S	29°59,6'W	5362	360°	Stop	MS
	935	08.04	15°11,9'S	29°59,6'W	5013	360°	10.5	GEK z. W.
	936	09.33	14°54,3'S	30°00,9'W	5068	360°	12.9	HWS
	937	17.06	13°16,5'S	29°59,7'W	5399	360°	13.0	HWS
	938	19.27	12°47,6'S	29°58,8'W	5358	360°	10.5	GEK a. D.
	939	19.33 -	12°47,0'S	29°58,4'W	5330	63°	3.0	RMT z. W.
		20.35	12°46,4'S	29°55,9'W	5390	64°	3.0	RMT a. D.
	940	20.49 -	12°46,0'S	29°55,0'W	5398	60°	4.0	NS z. W., HWS
		21.21	12°45,7'S	29°55,2'W	5355	360°	4.0	NS a. D.
	941	21.27	12°45,0'S	29°55,3'W	5389	355°	10.0	GEK z. W.
	942	06.48	10°52,5'S	30°00,0'W	5339	360°	8.3	GEK a. D.
	943	07.00 -	10°51,7'S	29°59,7'W	5320	40°	4.0	NS z. W.
		07.33	10°50,3'S	29°58,3'W	5341	35°	4.0	NS a. D.
	944	07.39	10°49,3'S	29°58,3'W	5339	360°	12.1	GEK, z. W.
	945	09.38	10°24,6'S	30°00,3'W	5312	360°	12.9	HWS
	946	19.53-	08°23,7'S	29°59,5'W	5368	50°	3.9	NS z.W.
		20.24	08°22,8'S	29°58,0'W	5370	50°	4.1	NS a.D.

Date Datum 1987	Stat. No.	Time Uhrzeit GMT	Position	Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station work/ Equipment applied Arbeiten/Geräte
01.04.	947	19.59	08°23,5'S 29°59,3'W	5368	50°	4.0	GEK a. D.
	948	20.30 -	08°22,6'S 29°57,8'W	5244	30°	3.0	RMT z. W.
	20.57		08°21,0'S 29°59,7'W	5370	30°	3.0	RMT a. D.
	949	21.10	08°19,9'S 30°00,0'W	5368	360°	7.6	GEK z. W.
	950	06.50	06°26,0'S 30°00,9'W	5250	15°	7.0	GEK a. D.
	951	07.00 -	06°25,0'S 30°00,6'W	5210	42°	4.0	NS z. W.
	7.31		06°24,4'S 30°40,0'W	5240	45°	3.8	NS a. D.
	952	07.42 -	06°24,3'S 29°59,3'W	5139	80°	0.1	RO z. W., MS
	07.52		06°24,4'S 29°59,3'W	5132	80°	0.5	RO a. D.
	953	07.58	06°29,9'S 29°59,1'W	5146	360°	10.5	GEK z. W.
	954	08.45	06°14,6'S 30°01,5'W	5256	360°	13.1	HWS
	955	09.30	06°05,9'S 30°01,8'W	4582	360°	12.7	HWS
	956	17.21	04°29,1'S 29°59,6'W	4813	360°	13.1	HWS
	957	17.33	04°26,1'S 29°59,5'W	4800	360°	13.1	HWS
02.04	958	20.07	03°54,1'S 30°01,0'W	4760	360°	11.5	GEK a. D.
	959	20.25 -	03°53,3'S 30°00,7'W	4762	50°	4.0	NS z. W.
	20.57		03°52,3'S 29°59,8'W	4760	40°	4.0	NS a. D.
	960	21.15	03°50,0'S 29°58,8'W	4816	360°	12.5	GEK z. W.
	961	21.15	03°50,0'S 29°58,8'W	4816	360°	12.5	HWS
	962	06.51	01°37,9'S 30°00,6'W	4942	360°	6.5	GEK a. D.
	963	07.00 -	01°37,5'S 30°00,4'W	4942	30°	3.9	NS z. W.
	07.33		01°36,8'S 29°59,7'W	4942	13°	3.8	NS a. D., HWS
	964	07.43 -	01°35,4'S 29°59,5'W	4943	30°	3.0	RMT z. W.
	08.09		01°35,1'S 29°59,8'W	4942	360°	3.0	RMT a. D.
	965	08.13	01°34,6'S 29°59,9'W	4944	360°	10.5	GEK z. W.
	966	09.39	01°15,2'S 30°00,3'W	4323	360°	14.7	HWS
	967	19.37	01°11,1'S 29°59,7'W	3138	360°	12.0	GEK a. D.
	968	19.54 -	01°13,2'S 29°59,6'W	3684	54°	4.0	NS z. W.
03.04	20.35		01°15,5'S 29°57,0'W	4340	50°	4.0	NS a. D.
	969	20.39	01°15,9'S 29°57,2'W	5680	360°	10.7	GEK z. W.
	970	00.45	02°18,9'N 30°00,1'W	3748	360°	14.7	HWS
	971	06.51	03°46,8'N 29°59,4'W	3781	360°	4.0	GEK a. D.
	972	07.00 -	03°47,4'N 29°59,5'W	3782	360°	4.0	NS z. W.
	07.30		03°49,8'N 29°59,6'W	3779	360°	4.0	NS a. D., HWS
	973	07.37 -	03°50,0'N 29°59,6'W	3778	360°	Stop	RO z. W.
	07.53		03°49,8'N 30°00,2'W	3779	360°	Stop	RO a. D.
	974	08.05 -	03°50,0'N 30°00,3'W	3780	10°	Stop	GES z. W.
	12.05		03°46,8'N 30°00,4'W	3780	10°	Stop	GES a. D.
	975	08.33 -	03°50,6'N 30°00,4'W	3781	10°	Stop	Schlauchboot z. W.
	09.05		03°51,5'N 30°00,4'W	3780	10°	Stop	Schlauchboot a. D.
	976	09.18	03°51,9'N 30°00,4'W	3781	5°	Stop	MS
	977	12.15	03°51,8'N 30°00,4'W	3698	360°	2.4	GEK z. W.
04.04.	978	20.50	05°37,7'N 30°00,1'W	3760	360°	12.6	HWS
	979	06.50	07°32,0'N 30°01,9'W	4200	360°	5.8	GEK a. D.
	980	07.00 -	07°32,7'N 30°01,8'W	4244	10°	4.0	NS z. W.
	07.31		07°34,4'N 30°01,9'W	4498	17°	4.1	NS a. D.
	981	07.38	07°35,2'N 30°01,7'W	4509	10°	11.4	GEK z. W.
	982	08.05	07°40,1'N 30°00,7'W	4582	10°	12.5	HWS
	983	09.40	08°01,0'N 29°58,9'W	4235	360°	12,2	HWS
	984	19.00	09°56,0'N 30°00,9'W	5205	360°	9.9	HWS
	985	19.21	09°58,0'N 30°00,9'W	5279	360°	5.5	GEK a. d.
	986	19.25 -	09°58,0'N 30°00,9'W	5317	360°	4.0	NS z. W.
	19.55		10°00,9'N 30°00,8'W	5381	360°	4.1	NS a. D.
	986	20.10	10°06,3'N 30°00,7'W	5365	360°	6.3	GEK z. W.

Date Datum 1987	Stat. No.	Time Uhrzeit GMT	Position	Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station work/ Equipment applied Arbeiten/Geräte
05.04.	987	01.37	11°09,7'N 30°00,3'W	5746	360°	12.5	HWS
	988	05.48	12°00,5'N 30°00,7'W	5802	360°	10.7	GEK a. D.
	989	06.05 -	12°01,5'N 30°00,8'W	4989	360°	3.1	RMT z. W.
		06.30	12°02,7'N 30°00,9'W	5800	360°	3.0	RMT a. D.
	990	06.35 -	12°04,5'N 30°00,9'W	5800	360°	4.0	NS z. W.
		07.00	12°04,6'N 30°00,9'W	5800	360°	4.0	NS a. D.
	991	07.05 -	12°04,8'N 30°00,9'W	5803	35°	Stop	GES z. W., MS
		07.36	12°04,8'N 30°00,8'W	5800	35°	Stop	GES a. D.
	992	07.43	12°05,3'N 30°00,5'W	5804	360°	10.6	GEK z. W.
	993	09.29	12°27,2'N 30°00,1'W	5754	360°	12.9	HWS
	994	17.30	14°06,3'N 30°00,7'W	5091	360°	12.6	HWS
	994	20.16	14°40,8'N 30°00,1'W	5376	360°	7.0	GEK a. D.
	995	20.26 -	14°41,8'N 30°00,1'W	5355	360°	4.0	NS z. W.
		20.59	14°44,7'N 30°00,1'W	5345	360°	4.0	NS a. D.
	996	20.59	14°44,8'N 30°00,1'W	5345	360°	10.6	GEK z. W., HWS
	997	01.00	15°36,3'N 30°00,1'W	5323	360°	11.9	HWS
	997	06.51	16°45,2'N 29°59,6'W	4960	360°	5.2	GEK a. D.
	998	07.00 -	16°46,0'N 29°59,6'W	4958	340°	4.0	NS z. W.
		07.30	16°47,0'N 30°01,5'W	4650	270°	4.1	NS a. D.
06.04	999	07.38	16°48,4'N 30°01,3'W	4650	360°	11.5	GEK z. W.
	1000	07.55	16°53,0'N 30°00,8'W	4731	360°	13.0	HWS
	1001	09.40	17°14,8'N 30°00,0'W	4830	360°	13.2	HWS
	1002	13.26	18°04,4'N 29°59,7'W	4539	360°	12.7	HWS
	1003	17.49	18°59,9'N 30°00,0'W	4809	340°	6.9	GEK a. D.
	1004	18.03 -	19°00,3'N 30°00,0'W	4776	323°	2.8	HEST z. W.
		19.35	19°04,9'N 30°03,8'W	4605	320°	4.5	HEST a. D.
	1005	18.15 -	19°00,7'N 30°00,8'W	4759	325°	4.0	NS z. W.
		18.40	19°01,8'N 30°01,8'W	4726	328°	4.0	NS a. D.
	1005	19.42	19°05,3'N 30°03,7'W	4610	360°	11.4	GEK z. W.
	1006	21.30	19°27,6'N 29°59,5'W	4707	360°	13.3	HWS
	1007	01.00	20°11,2'N 29°59,9'W	4187	360°	13.2	HWS
	1008	06.50	21°24,5'N 30°00,0'W	4150			GEK a. D.
	1009	07.05 -	21°25,0'N 30°00,0'W	4049	350°	4.1	RMT z. W.
		08.13	21°31,2'N 30°00,0'W	4863	355°	3.5	RMT a. D.
07.04.	1010	07.11 -	21°25,4'N 30°00,0'W	4884	350°	4.1	NS z. W., HWS
		07.53	21°27,6'N 30°00,5'W	4886	350°	4.1	NS a. D.
	1011	08.15	21°32,0'N 30°00,5'W	4836	360°	Stop	MS
	1012	08.20	21°32,0'N 30°00,5'W	4813	360°	9.3	GEK z. W.
	1013	09.30	21°45,7'N 30°00,1'W	4923	360°	13.5	HWS
	1014	19.30	23°47,1'N 30°00,4'W	5572	360°	12.8	GEK a. D.
	1015	19.50 -	23°48,8'N 30°00,6'W	5119	350°	4.0	NS z. W., HWS
		20.24	23°51,8'N 29°59,7'W	5343	360°	4.1	NS a. D.
	1016	20.34	23°53,6'N 29°59,8'W	5631	360°	12.1	GEK z. W.
	1017	01.00	24°45,2'N 30°00,9'W	5720	360°	12.3	HWS
	1018	06.51	25°59,0'N 30°00,1'W	5715	360°	4.0	GEK a. D.
	1019	07.58 -	25°59,7'N 30°00,0'W	5671	360°	4.0	NS z. W.
		07.30	26°01,6'N 30°00,7'W	5560	360°	4.0	NS a. D.
	1020	07.35	26°01,0'N 30°00,1'W	5443	360°	6.2	GEK z. W.
	1021	0927	26°23,1'N 30°00,5'W	5645	360°	11.1	HWS
	1022	19.31	27°59,0'N 29°26,3'W	5100	360°	11.2	GEK a. D.
	1023	20.25 -	28°07,8'N 29°21,0'W	5104	360°	4.0	NS z. W., HWS
		20.56	28°09,7'N 29°20,8'W	5091	360°	4.0	NS a. D.
	1024	21.10	28°10,0'N 29°21,0'W	5080	28°	11.0	GEK z. W.
	1025	21.20	28°12,6'N 29°19,2'W	4916	28°	11.0	HWS

Date Datum 1987	Stat. No.	Time Uhrzeit GMT	Position		Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station work/ Equipment applied Arbeiten/Geräte
09.04.	1026	06.43	29°40,0'N	28°25,0'W	594	340°	2.6	GEK a. D.
	1027	06.59	29°40,0'N	28°25,5'W	583	355°	3.9	NS z. W.
		07.29	29°40,7'N	28°24,1'W	580	360°	4.0	NS a. D.
	1028	07.42	29°41,1'N	28°24,1'W	83	345°	0.9	GES z. W., HWS
		08.12	29°41,4'N	28°24,3'W	83	345°	0.8	GES a. D.
	1029	08.20	29°41,5'N	28°24,3'W	283	345°	0.8	Schlauchboot z. W., MS
		08.51	29°40,5'N	28°24,0'W	283	345°	1.2	Schlauchboot a. D.
	1030	08.30	29°40,4'N	28°24,0'W	283	345°	0.6	Ro z. W.
		08.46	29°40,5'N	28°24,0'W	283	345°	0.8	RO a. D.
	1031	09.33	29°40,8'N	28°22,4'W	298	15°	4.0	RMT (HEST) z. W., HWS
		10.30	29°42,9'N	28°22,4'W	289	15°	3.0	RMT a. D.
	1032	10.36	29°43,1'N	28°22,3'W	290	15°	4.0	RMT (HEST) z. W.
		11.55	29°46,2'N	28°22,3'W	303	330°	4.0	RMT (HEST) a. D.
	1033	12.04	29°46,9'N	28°22,8'W	301	330°	4.0	RMT (HEST) z. W.
		14.10	29°50,2'N	28°28,6'W	293			RMT (HEST) a. D.
	1034	14.12	29°51,4'N	28°28,3'W	291	360°	4.0	RMT (HEST) z. W.
		15.40	29°55,1'N	28°30,4'W	286	355°	4.0	RMT (HEST) a. D.
	1035	15.45	29°55,4'N	28°30,4'W	285	355°	4.5	RMT (HEST) z. W.
		16.49	29°58,8'N	28°31,6'W	278			RMT (HEST) a. D.
	1036	17.24	30°02,5'N	28°30,7'W	299	16°	9.8	HWS
	1037	17.24	30°02,5'N	28°30,7'W	299	16°	9.8	GEK z. W.
	1038	19.58	30°27,8'N	28°21,4'W	4225	17°	10.0	GEK a. D.
	1039	20.25	30°31,9'N	28°22,0'W	4324	360°	4.0	NS z. W.
		20.58	30°33,7'N	28°21,5'W	4421	20°	4.2	NS a. D.
	1040	21.13	30°35,0'N	28°21,4'W	4442	17°		GEK z. W.
10.04.	1041	06.54	32°16,0'N	27°40,8'W	6541	16°	4.7	GEK a. D.
	1042	06.59	32°16,3'N	27°40,8'W	1856	16°	4.0	NS z. W.
		07.30	32°18,5'N	27°40,1'W	1800	16°	4.1	NS a. D.
	1043	07.36	32°19,2'N	27°39,9'W	1806	16°	8.4	GEK z. W.
	1044	08.10	32°24,3'N	27°38,2'W	1360	16°	11.2	HWS
	1045	09.50	32°42,2'N	27°33,9'W	3197	20°	11.2	HWS
	1046	19.44	34°19,3'N	26°53,1'W	4231	15°	10.3	HWS
11.04.	1047	08.30	36°25,3'N	26°12,9'W	3591	17°	10.3	HWS
	1048	09.00	36°30,2'N	26°10,1'W	3348	17°	10.3	HWS
12.04.	1049	08.30	38°51,4'N	23°38,9'W	3535	42°	14.4	HWS
	1050	08.37	38°52,9'N	23°37,0'W	3530	42°	14.4	GEK z. W.
	1051	16.05	40°14,0'N	22°08,0'W	4195	42°	12.4	HWS
	1052	18.29	40°37,1'N	21°38,6'W	3492	42°	13.3	HWS
	1053	20.53	40°58,6'N	21°11,3'W	3151	52°	4.0	NS z. W.
		21.24	40°59,8'N	21°09,7'W	3998	52°	4.0	NS a. D.
	1054	21.34	40°59,7'N	21°09,9'W	3154	50°	Stop	MS
	1055	21.40	40°59,9'N	21°09,8'W	2831	40°	4.0	GEK z. W.
13.04.	1056	06.24	42°28,0'N	19°27,0'W	4390	42°	6.2	GEK a. D.
	1057	06.25	42°28,1'N	19°26,8'W	4390	42°	4.0	NS z. W.
		06.57	42°28,6'N	19°25,7'W	4390	42°	4.0	NS a. D.
	1058	07.10	42°30,0'N	19°23,8'W	4371	42°	12.2	GEK z. W., HWS
	1059	09.00	42°47,1'N	19°01,9'W	4072	42°	13.2	HWS
	1060	16.30	44°03,8'N	17°30,1'W	4180	42°	13.5	HWS
	1061	19.17	44°30,6'N	16°55,1'W	4273	43°	13.7	HWS
	1062	19.29	44°32,0'N	16°53,9'W	4296	43°	13.6	GEK a. D.
	1063	20.26	44°40,5'N	15°43,5'W	4347	40°	4.0	Ns z. W.
		20.57	44°41,3'N	16°41,8'W	4340	42°	4.0	NS a. D.
	1064	21.00	44°41,5'N	16°41,5'W	4370	42°	6.0	GEK z. W.
14.04.	1065	05.32	46°01,0'N	15°03,8'W	4664	42°	10.5	HWS
	1066	05.48	46°02,1'N	15°03,1'W	4339	42°	6.8	GEK a. D.

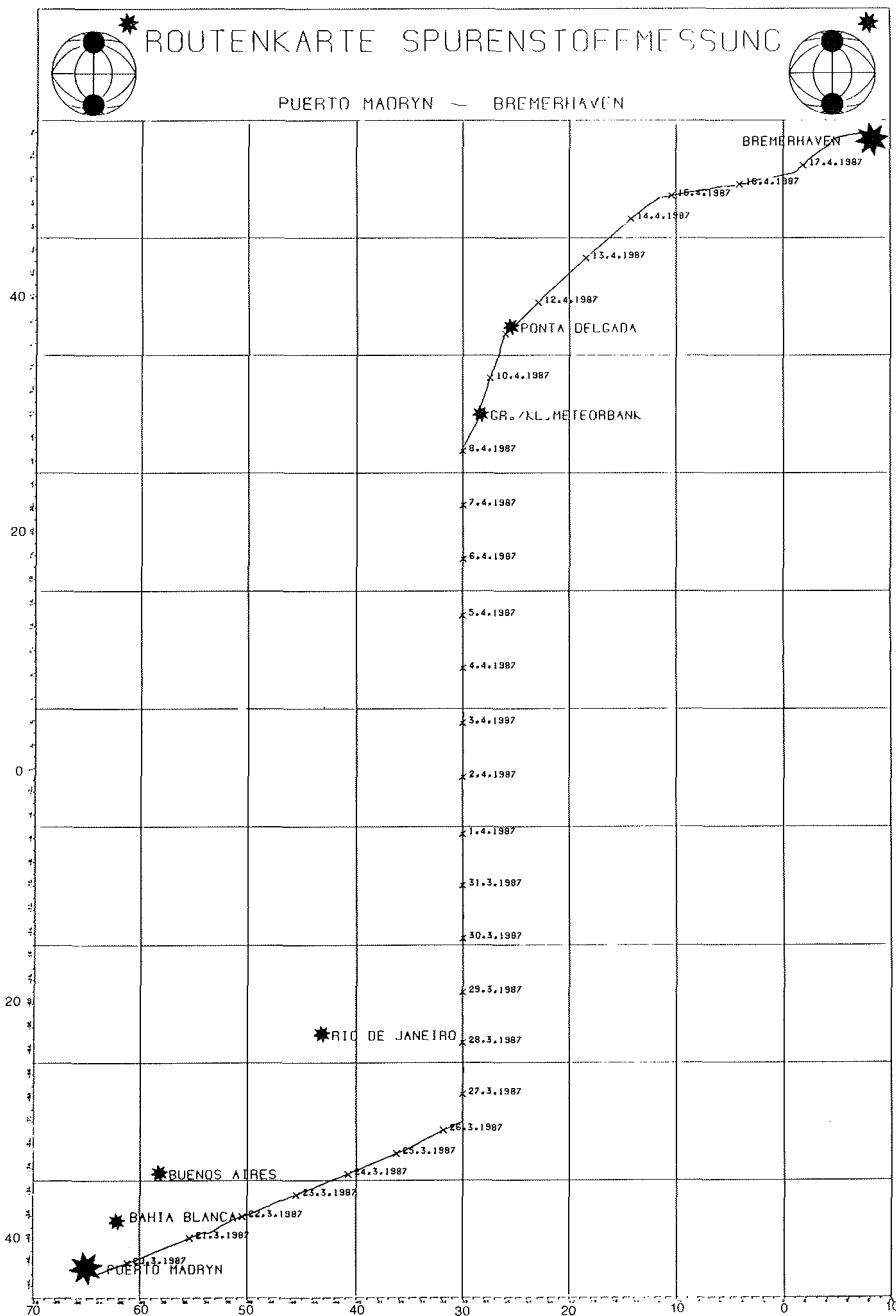
Date Datum 1987	Stat. No.	Time Uhrzeit GMT	Position	Depth Lottiefe (m)	Heading Kurs	Speed Geschwindig- keit	Station work/ Equipment applied Arbeiten/Geräte
	1067	06.00 -	46°02,8'N 15°00,5'W	4244	42°	4.1	NS z. W.
		06.30	46°03,7'N 14°58,9'W	4204	80°	3.7	NS a. D.
	1068	06.34 -	46°03,7'N 14°58,7'W	4222	85°	0.3	RO z. W., MS
		07.21	46°03,5'N 14°59,3'W	4226	85°	Stop	RO a. D.
	1069	07.38	46°04,0'N 14°58,8'W	3952	42°	10.8	GEK z. W., HWS
	1070	09.30	46°21,6'N 14°34,3'W	4295	42°	10.8	HWS
	1071	15.00	47°03,1'N 13°38,0'W	4576	44°	10.5	GEK a. D.
	1072	15.08 -	47°03,2'N 13°38,3'W	4733	44°	4.0	RMT (HEST) z. W.
		16.21	47°05,5'N 13°35,8'W	3505	44°	4.0	RMT (HEST) a. D.
	1073	15.28	47°03,8'N 13°37,8'W	4733	44°	3.8	HWS
	1074	16.32	47°05,9'N 13°35,3'W	4730	44°	8.5	GEK z. W.
	1075	18.50	47°20,0'N 13°14,9'W	4665	44°	9.1	GEK a. D.
	1076	17.31	47°11,6'N 13°27,1'W	4699	44°	8.9	HWS
	1077	19.28 -	47°23,4'N 13°10,1'W	4666	45°	4.0	NS z. W., HWS
		19.59	47°25,2'N 13°09,6'W	4135	45°	4.0	NS a. D.
15.04.	1078	04.37	48°15,9'N 11°45,5'W	2521	42°	10.2	GEK a. D., Mess. beendet
	1079	05.02 -	48°18,2'N 11°42,6'W	2918	42°	4.0	NS z. W.
		05.30	48°19,2'N 11°41,0'W	3157	57°	3.3	NS a. D.
	1080	05.37 -	48°19,3'N 11°40,9'W	3111	320°	1.0	GES z. W., MS
		06.05	48°19,3'N 11°41,6'W	3096	320°	0.6	GES a. D.
	10.81	06.12 -	48°19,3'N 11°41,6'W	3090	60°	0.4	RO z. W.
		06.32	49°19,4'N 11°41,3'W	3045	60°	0.7	RO a. D.
	1082	06.23	48°19,0'N 11°41,5'W	3038	60°	0.8	HWS
	1082	07.30	48°24,1'N 11°29,3'W	3595	75°	10.6	HWS
	1083	15.17	48°45,6'N 09°31,6'W	159	76°	10.8	HWS
	1083	17.17	48°52,8'N 08°57,5'W	146	81°	10.6	HWS

Abkürzungen

BSR	Bugstrahlruder
GEK	Geomagnetischer Elektro Kinetograph
GES	Gerard-Schöpfer
HEST	Fischnetz
HWS	Hand-Wasser-Schöpfer
MS	Mercos-Schöpfer
NS	Neuston
RMT	Rectangular Midwater Trawl
RO	CTD-Rosette
WP	Wasser-Probe
z. W.	zu Wasser
a. D.	an Deck

Anhang A.2

POLARSTERN CRUISE ANTARCTIC V/5



B Fahrtteilnehmer/Participants

B.1 ANT V/4

Name name	Vorname first name	Institut institute
Bässler	Karl-Heinz	AWI
Beyer	Reinhold	IUH
Bullister	John	WHOI
Damske	Detlev	BGR
Drücker	Cord	AWI
Graf	Wolfgang	GSF
Grindel	Andreas	IFAG
Hain	Stefan	AWI
Henriet	Jean Pierre	RUG
Hinze	Heinrich	IEH
Jokat	Wilfried	AWI
Jokwer	Gustav	HLTS
Karsten	Achim	FHH
Kaul	Norbert	AWI
Kobarg	Wolfgang	AWI
Koehler	Herbert	SWA
Krause	Reinhard	AWI
Kuhn	Gerhard	AWI
Leibing	Holger	AWI
Lensch	Norbert	AWI
Lindström	Volker	HSW
Lindner	Klaus	GIK
Menßen	Klaus	HSW
Miller	Georg	AWI
Miller	Heinz	AWI
Moons	Anne-Marie	RUG
Moser	Klaus	IUH
Muhle	Heiko	HLTS
Müller	Norbert	AWI
Neubauer	Johann	IACR
Niederjasper	Fred	AWI
Oerter	Hans	GSF
Oesterhus	Sven	GIB
Oswald	Wolfgang	UBW
Ehrhardt	H.	IEH
Radlinger	Wolfgang	HSW
Reinwarth	Oskar	BAW
Ritter	Bernt	IFV
Rott	Helmut	IMGI
Rutgers v.d. Loeff	Michiel	AWI
Schenke	Hans Werner	AWI
Schlüter	Michaeal	AWI
Schönhofe	Georg	HLTS

Schuster	Friedrich	AWI
Sußebach	Jürgen	SWA
Sturm	Klaus	AWI
Tanger	Joachim	HLTS
Timmen	Ludger	IEH
Tonn	Rainer	AWI
Unterschütz	Axel	AWI
van Heuverswyn	Erwin	RUG
Völkening	Joachim	IACR
Wasserthal	Claus	HSW
Weynand	Markus	AWI
		DHI

B.2 ANT V/5

Name name	Vorname first name	Institut institute
Behr	Heinz Dieter	MOH
Bingemer	Heinz	MPIC
Bluczez	Thaddäus	AWI
Bosselmann	Annette	AWI
Bürgermeister	Stephan	IFMG
Drebning	Wolfgang	AWI
Ernst	Ruth	AWI
Ernst	Wolfgang	AWI
Fogelqvist	Elisabet	ILMR
Gilge	Stephan	ICH2
Gravemhorst	Gode	BKG
Hain	Stefan	AWI
Hamm	Stephan	MPIC
Kirst	Gunter	UB
Knut	Thorsten	IfMR
Meyer	Marion	UB
Ochsenhirt	Wolf-Thilo	SWA
Qi	Li-Wen	BKG
Rudolph	Jochen	ICH3
Salas	Enrique	GPIH
Samuelson	Christer	IRL
Schmidt	Robert	MOH
Schulz-Baldes	Meinhard	AWI
Smit	Hermann	ICH2
Sonnabend?	H.	MOH
Völkening	Joachim	IACR
Watts?	Simon	BKG
Weber	Kurt	AWI
Weigelt	Volker	AWI
Zimmermann	Renate	IMFG

C **Beteiligte Institute/Participating Institutions**

Institutsadresse Institute address	Expeditions- teilnehmer participants	Fahrtab- schnitt Leg
<u>Bundesrepublik Deutschland</u>		
AWI Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung Columbusstraße D-2850 Bremerhaven	22 / 9	4 / 5
BAW Bayerische Akademie der Wissenschaften Kommission für Glaziologie Marstallplatz 8 D-8000 München 22	1	4
BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Stilleweg 2 D-3000 Hannover	1	4
BKG Institut für Bioklimatologie Bürgerweg 1 D-3400 Göttingen	2	5
DHI Deutsches Hydrographisches Institut Bernhard-Nocht-Straße 76 D-2000 Hamburg 4	1	4
GIK Geodätisches Institut Universität Karlsruhe Englerstraße 7 D-7500 Karlsruhe	1	4
GPIH Geol.-Paläontologisches Institut Universität Hamburg Bundesstraße 55 D-2000 Hamburg	1	5
GSF Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München Institut für Radiohydrometrie Ingolstädter Landstraße 1 D-8042 Neuherberg	2	4

HLTS	Hapag-Lloyd Transport und Service GmbH Georg-Plate-Straße D-2850 Bremerhaven	4	4
HSW	Helikopter Service Wasserthal GmbH Kätnerweg 43 D-2000 Hamburg 65	4	4
IACR	Institut für Anorganische Chemie Universität Regensburg Universitätsstraße 31 D-8400 Regensburg	2 / 1	4 / 5
ICH2	Kernforschungsanlage Jülich Institut für Chemie 2 Postfach 1913 D-5170 Jülich	1	5
ICH3	Kernforschungsanlage Jülich Institut für Chemie 3 Postfach 1913 D-5170 Jülich	2	5
IEH	Institut für Erdmessung Universität Hannover Nienburger Straße 6 D-3000 Hannover	3	4
IFAG	Institut für Angewandte Geodäsie Richard-Strauß-Allee 11 D-6000 Frankfurt a.M. 70	1	4
IFV	Institut für Vermessungskunde TU Braunschweig Pockelstraße 6 D-3300 Braunschweig	1	4
IMGF	Institut für Meteorologie und Geophysik Feldbergstraße 47 D-6000 Frankfurt a. M.	2	5
IUH	Institut für Umweltphysik Universität Heidelberg Im Neuenheimer Feld 366 D-6900 Heidelberg	2	4
MOH	Deutscher Wetterdienst Meteorol. Observatorium Hamburg Postfach 65 01 50 D-2000 Hamburg 65	2	5

MPIC	Max-Planck-Institut für Chemie Saarstraße 23 6500 Mainz	2	5
SWA	Deutscher Wetterdienst Seewetteramt Bernhard-Nocht-Straße 76 D-2000 Hamburg 4	2 / 1	4 / 5
UB	Universität Bremen Fachbereich Chemie/Biologie Postfach 33 04 40 D-2800 Bremen 33	2	5
UBW	Universität der Bundeswehr Institut für Geodäsie Werner-Heisenberg-Weg 39 D-8014 Neubiberg	1	4

Belgien

RUG	Rijksuniversiteit Gent Laboratorium voor Aardkunde Krijgslaan 281 B-9000 Gent	3	4
-----	--	---	---

Monaco

ILMR	Intern. Laboratory of Marine Radioactivity Musée Oceanographique 3800 Monaco	1	5
------	---	---	---

Norwegen

GIB	Geofysik Institutt Universitet i Bergen Allégt 70 N-5000 Bergen	1	4
-----	--	---	---

Österreich

IMGI	Institut für Meteorologie und Geophysik Innrain 52 A-6020 Innsbruck	1	4
------	--	---	---

Vereinigte Staaten von Amerika

WHOI Woods Hole Oceanographic
Institution
Woods Hole
Massachusetts 02543

1

4