

82 1274 (2. Ex.)

Beobachtungen und erste Ergebnisse der 'Meteor'-Reise 56 aus  
der Scotia-See und der Bransfield-Straße im November/Dezember  
1980 (ANT I): ein nautischer und wissenschaftlicher Bericht

herausgegeben von  
Bernt Zeitzschel  
Walter Zenk



**ANTARKTIS 80/81**

Berichte aus  
dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität Kiel  
Nr. 80

Veröffentlichungs-Nr. 358  
Sonderforschungsbereich 95 'Wechselwirkung Meer - Meeresboden'

Publication-No. 358  
Joint Research Programme 95 'Interaction Sea - Sea Bottom'

März 1981

ISSN 0341-8561

Beobachtungen und erste Ergebnisse der 'Meteor'-Reise 56 aus  
der Scotia-See und der Bransfield-Straße im November/Dezember  
1980 (ANT I): ein nautischer und wissenschaftlicher Bericht

herausgegeben von

Bernt Zeitzschel

Walter Zenk



<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
Kurzfassung	iii
Abstract	iii
Verzeichnis der Abbildungen	iv
Verzeichnis der Tabellen	vi
1. Einleitung und Reisezweck (B. Zeitzschel)	1
2. Fahrtablauf (W. Feldmann)	2
3. Meteorologisch-ozeanographisches Programm	
3.1 Meteorologische Beobachtungen auf der Anreise und während des Fahrtabschnittes ANT I (J. Sußebach, D. Bassek)	13
3.2 Optische Beobachtungen (H. Haardt, R. Maaßen)	21
3.3 Multisondenmessungen (W. Kroebe, J. Rathlev)	28
3.4 Dynamik der ozeanischen Deckschicht	
3.4.1 Beobachtungen mit DOPY (U. Petersohn, H. Eigenbrod, R.U. Mittelstaedt)	31
3.4.2 Thermosalinographen-Messungen (W. Zenk)	35
3.5 Bodenwasser-Transport im Bereich des nördlichen Südantillenbogens (W. Zenk)	36

4.	Verankerungsarbeiten (W. Zenk)	39
5.	Biologisches Programm	
5.1	Produktion, Akkumulation und Sedimentation von organischer Substanz in Beziehung zur Hydrographie (B. v. Bodungen, P. Fritsche, M. Mempel, S. Schnack, V. Smetacek, M. Tilzer, L. Uhlmann, R. Werner, B. Zeitzschel)	41
5.2	Produktivität des Phytoplanktons (M. Tilzer, B. v. Bodungen)	48
5.3	Arten- und Größenspektrum des Mikroplanktons (M. Elbrächter)	54
5.4	Mikrobielle Prozesse (M. Bölter, W. Dzomla)	56
5.5	Krill-Untersuchungen (U. Rowedder, W. Hoffmann)	59
6.	Analyse der gelösten und partikulären organischen Substanz (R. Dawson, S. Heiland)	60
7.	Anhang	
7.1	Bedeutung der Abkürzungen für den Stationsplan	64
7.2	Stationsplan	65
7.3	Fahrtteilnehmer	73
7.4	Stationskarte	

Kurzfassung

-----

Der vorliegende Bericht gibt Angaben über den Fahrtverlauf und von den an Bord durchgeführten physikalischen, chemischen und biologischen Arbeiten der 'Meteor'-Reise 56(2) ANT I.

Außerdem werden einige vorläufige Ergebnisse vorgestellt, die zum Ende dieses Fahrtabschnittes bereits vorlagen. Durch diesen vorläufigen Bericht soll eine schnelle Informationsmöglichkeit für die Deutsche Forschungsgemeinschaft und für interessierte Wissenschaftler gegeben werden.

Abstract

-----

This report contains general information on the cruise as well as details of the physical, chemical and biological investigations carried out during the 'Meteor'-Cruise 56(2) ANT I.

Also submitted are some preliminary results which were already at hand at the end of this expedition. This provisional report is intended as a quick information for the Deutsche Forschungsgemeinschaft as well as for interested scientists.

Verzeichnis der Abbildungen

<u>Teil</u>	<u>Nr.</u>	
2	1	Wegekarte
3.1	2	Wetterkarte tropischer Atlantik
	3	Abidjan Höhenprofil, Temperatur
	4	Argentine Island Höhenprofil, Temperatur
	5a	Wetterkarte 27. November 1980
	5b	Satellitenbild 27. November 1980
3.2	6	Temperatur, Leitfähigkeit, Fluoreszenz, Station 26, am Eisrand
	7	Temperatur, Leitfähigkeit, Fluoreszenz, Station 65, Bransfield Strait
	8	Temperatur, Leitfähigkeit, Fluoreszenz, Station 139, Drake-Straße
	9	JoJo 40 - 140 m, Station 104
	10	Bewegung der Grenzsicht, Station 109
	11a	Spektrum der nach unten gerichteten Strahlung (48 m)
	11b	Spektrum der rückgestreuten Strahlung (1 m)
	11c	Spektrum der nach unten gerichteten Strahlung in verschiedenen Wassertiefen
	11d	Spektrum der rückgestreuten Strahlung (1 m)
	12	Chlorophyll Isolinien (Oberfläche) Stationen 119-133
3.3	13	T, S, Profil, Station 151
	14	D, L, Profil, Station 151
	15	OK, R, Profil, Station 151
	16	CD, CA, Profil, Station 151
	17	T, S, Profil, Station 26
	18	CD, CA, Profil, Station 26
	19a	CD, CA, Profil (0-200 m), Station 150
	19b	CD, CA, Profil (200-400 m), Station 150
3.4.1	20	DOPY
	21	Zeitreihe Temperatur von DOPY
	22	S°/oo - Oberfläche

<u>Teil</u>	<u>Nr.</u>	
3.5	23	Verankerung, Nr. 259
	24a	T/S, Station 15
	24b	T & S Profile, Station 15 in Bodennähe
	24c	$\theta$ & $O_2$ Profile, Station 15 in Bodennähe
	25	Zeitreihe, Verankerung, Nr. 259
4	26	Verankerung, Nr. 270
5.2	27	Primärproduktion und Chlorophyllkonzentration, Stationen 126, 40, 139
5.4	28	Inkorporation von Aminosäuren, Station 68
6	29	Freie Aminosäuren, Station 90
	30	UREA, Station 73
	31	Chlorophyll, Station 73
	32	Freie Aminosäuren in partikulärer Substanz, Station 68
	33	Hydrolisierte Aminosäuren aus Seewasser, Station 68
	34	Aminosäure in partikulärer Substanz, Station 97
	35	Partikuläre Kohlenhydrate, Station 68
	36	Monosaccharide, Station 68

Verzeichnis der Tabellen  
-----

Tabelle 1	Meßeinsatz DOPY
Table 1	Measuring scheme DOPY
Tabelle 2	Ausgewählte Ergebnisse der produktionsbiologischen Untersuchungen
Table 2	Selected results of primary productivity and standing stock of phytoplankton
Tabelle 3	Tageszeitliche Schwankungen von Chlorophyllgehalt und Assimilationszahlen
Table 3	Diurnal variations in the concentration of chlorophyll and assimilation number



## 1. Einleitung und Reisezweck (B. Zeitzschel)

Das Ziel des Fahrtabschnittes ANT I ('Meteor'-Reise 56(2)) ist ausführlich im Planungsheft ANTARKTIS 1980/81 beschrieben.

In begrenzten Untersuchungsgebieten in der Nähe der Eisgrenze sollte zunächst die Struktur der Wassersäule mit hydrographischen und optischen Methoden intensiv vermessen werden. Die Messungen sollten on-line ausgewertet werden und die Grundlage für die Planung der chemischen und biologischen Messungen und Probenahmen sein. Der Bestand des Planktons sollte vom Mikroplankton (incl. Bakterien) bis zum Krill erfaßt werden. Die wichtigsten Prozesse bei den Anfangsgliedern des Nahrungsnetzes: Primärproduktion, Respiration, mikrobieller Abbau, Sedimentation und Wegfraß durch Zooplankton sollten als Raten bestimmt werden. Zusätzlich sollten die anorganischen Nährsalze und organischen Nährstoffe gemessen werden. Insgesamt sollten die gewonnenen Daten dazu beitragen, die Kenntnisse dieses bisher unzureichend erforschten Ökosystems zu verbessern. Ein Zusatzprogramm befaßte sich mit der Erfassung des Bodenwasser-Transportes.

Die vorgesehenen Messungen konnten nahezu vollständig durchgeführt werden, so daß ein umfangreicher Datensatz vorliegt, wie er aus diesem Gebiet bisher nicht bekannt ist. Dieses war nur möglich durch den engagierten Einsatz der Schiffsführung und der Besatzung der 'Meteor', für die ich auch an dieser Stelle herzlich danken möchte. Dank gilt auch den Meteorologen Dr. Sußebach und dem Doktor, Herrn Eckes, für die ausgezeichnete Beratung und Hilfe bei den Arbeiten. Dem Kapitän und der Mannschaft der 'Polarsirkel' danken wir für die Auslegung der Strommesserverankerung in der Grabenbruchzone bei 53°S, 48°W.

Die Untersuchungen sind Teil der Arbeiten des Sonderforschungsbereichs 95 'Wechselwirkung Meer - Meeresboden' der Universität Kiel.

Die Mittel für die Expedition wurden zum größten Teil von der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung gestellt.

## 2. Fahrtablauf (W. Feldmann)

Der 1. Fahrtabschnitt endete mit dem Festmachen des Schiffes am 9.11.1980 um 11.12 Uhr im Hafen von Montevideo.

Am 10.11.1980 wurden im Laufe des Tages die Fahrtteilnehmer, bis auf Dr. Neitzert vom Max-Planck-Institut in Mainz, ausgeschifft. Ein von der Agentur beschaffter 20 Fuß Container wurde für die Verschiffung nach Hamburg mit Geräten des Max-Planck-Institutes Mainz beladen.

Am Nachmittag machte das Uruguayische Fernsehen für eine am Abend ausgestrahlte Sendung Aufnahmen an Bord. Für eine deutschsprachige Livesendung wurden am Abend Dr. Zenk und der Berichterstatter im Radio Montevideo interviewt.

Folgende Fahrtteilnehmer für den 2. Abschnitt wurden im Laufe des Tages (11.11.1980) eingeschifft:

Prof. Dr. Zeitzschel (Fahrtleiter), Herr Fritsche, Frau Dr. Schnack, Dr. Smetacek, Herr Werner, Dipl.-Biol. Rowedder und Dr. Zenk vom Institut für Meereskunde Kiel (IMK). Dr. von Bodungen, Herr Uhlmann, Dr. Bölter, Herr Dzomla, Dr. Dawson, Herr Heiland, Dr. Haardt, Frau Mempel und Dipl.-Phys. Eigenbrod vom Sonderforschungsbereich 95 Meer - Meeresboden der Universität Kiel (SFB). Prof. Dr. Kroebel, Dipl.-Phys. Mittelstädt, Dr. Petersohn, Dr. Rathlev und Dipl.-Phys. Maaßen vom Institut für Angewandte Physik der Universität Kiel (IAP). Dr. Elbrächter von der Biologischen Anstalt Helgoland (BAH). Prof. Dr. Tilzer vom Limnologischen Institut Konstanz (LIK) und Herr Hoffmann von der University of Concepcion, Chile (UCC).

Am Abend waren 15 Angehörige der deutschen Botschaft zur Besichtigung des Schiffes und einem anschließenden kleinen Umtrunk an Bord.

Für das um einen Tag verspätete Festmachen in Montevideo stand der 12.11.1980 noch zusätzlich und unbedingt erforderliche Tag zum Einräumen der Labors zur Verfügung.

In Montevideo wurden ca. 120 t Frischwasser übernommen. In zahnärztliche Behandlung mußten 3 Besatzungsangehörige und 2 Wissenschaftler.

Die Betreuung des Schiffes in Montevideo durch die Agentur "PINON SAENZ VIDAL S. A.", geführt von Herrn Alex Feldmann, war vorbildlich. Herr Feldmann war jeder Zeit hilfsbereit und erledigte alle Probleme umgehend. Dank seiner persönlichen Entscheidung wurde es erst möglich, daß wir nach nur einem Tag Ankerliegezeit einen festen Liegeplatz für 4 Hafentage einnehmen konnten. Herr Feldmann hatte aufgrund seiner Erfahrungen mit der Abfertigung der "Walther Herwig" 1977-1978 die "Meteor", entgegen der Order des DHI, ebenfalls offiziell als Staatsschiff bei den Hafenbehörden angemeldet. Dadurch blieb der "Meteor" eine längere Wartezeit vor Anker erspart. Mit mindestens 5 - 6 Tagen Wartezeit hätten wir als normal abzufertigendes Schiff vor Anker liegen bleiben müssen, da sehr viele Schiffe schon vor unserer Ankunft auf Reede lagen und auf einen freien Liegeplatz warteten. Nur als angemeldetes Staatsschiff durften wir aus den Marinebeständen auch 41.5 m<sup>3</sup> Gasöl bunkern. Aufgrund dieser Erfahrungen sollten wir in allen noch anzulaufenden Häfen offiziell als Staatsschiff angemeldet werden. (Diese Bitte habe ich per Telex dem DHI am 13.11.1980 mitgeteilt).

#### Aufgaben

Ziel des 2. Fahrtabschnittes ist die Analyse verschiedener Stadien von Phytoplanktonblüten (Massenentwicklungen) unter den besonderen Bedingungen in der Antarktis. Die Planktonentwicklung soll am Eisrand in Abhängigkeit von kleinräumigen Wasserbewegungen untersucht werden.

Auf der Anreise in das Hauptuntersuchungsgebiet soll auf Position 52°52'S; 48°19'W eine Verankerung mit zwei Strommessern aufgenommen werden, die im Dezember 1979 von F.S. "Polarsirkel" ausgelegt wurde. In der Bransfield Straße sollen drei Verankerungen mit Strommessern und eine weitere Verankerung mit Sedi-mentfallen ausgelegt werden. Ebenfalls sollen in der Bransfield Straße Krillfänge mit dem RMT 8 + 1 durchgeführt werden.

## Fahrtverlauf

Mit einem mittleren Tiefgang von 5.39 m wurde mit dem Lotsen an Bord am 13.11.1980 um 10.30 Uhr in Montevideo abgelegt und aus dem Hafen gesteuert. Um 11.06 Uhr wurde der Lotse ausgebootet und um 11.30 Uhr mit dem Passieren der Ansteuerungstonne die Seereise im 2. Fahrtabschnitt (ANT I) begonnen. Nach 36 sm östlichem Kurs wurden mit Kurs  $185^{\circ}$  die Falkland Inseln, die Bucht von Port William, angesteuert.

Point Mengeary, an der Nordseite von Port William, wurde am 17.11.1980 um 10.42 Uhr mit der Peilung  $2^{\circ}$  und einem Abstand von 0.95 sm passiert. Um 11.06 Uhr wurde in der Bucht Port William auf  $51^{\circ}40,5'S$ ;  $57^{\circ}50,0'W$ , Wassertiefe 13 m, geankert. Die Behördenabfertigung für die Ausschiffung von Dr. Neitzert vom Max-Planck-Institut in Mainz erfolgte von 11.35 - 12.09 Uhr. Nach der Ausschiffung von Dr. Neitzert wurde um 12.18 Uhr der Anker gelichtet und aus der Bucht Port William zur ersten Probestation gesteuert. Die Probestation wurde von 14.30 - 18.48 Uhr auf  $51^{\circ}48,4'S$ ;  $57^{\circ}45,2'W$  durchgeführt. Erprobt wurden die Multisonde (MS), die Optiksonde (OS), das Dopy (Drifting Ozeanographic Profiling buoy) und die Funktionsfähigkeit von zwei Releasern. Nach Beendigung der Probestation wurde mit Kurs  $100^{\circ}$  die Verankerungsposition Nr. 259 auf  $52^{\circ}52,3'S$ ;  $48^{\circ}19,2'W$ ; angesteuert. Sie war am 19.11.1980 um 01.48 Uhr erreicht. Mit dem plötzlichen Absinken der Wassertemperatur von  $+ 5,6^{\circ}$  auf  $+ 3,6^{\circ}C$  war starker Nebel aufgekommen, Sichtweite ca. 200 m, der ein Auslösen der Verankerung nicht erlaubte. Während der Wartezeit wurden eine Multisonde mit Rosette (MS/RO) bis zum Boden gefahren und mehrere Positionen zum Abfragen des Releasers angesteuert, um für die Auslösung die günstigste Position festlegen zu können. Da keine Aussicht auf Sichtbesserung war, wurde bei einer Sicht von nur ca. 800 m um 11.21 Uhr die Verankerung aufgelöst. Nach 47 Minuten war die aus 3048 m Wassertiefe verankerte, 100 m lange, Strommessenkette mit der Sendeboje um 12.08 Uhr aufgetaucht und um 12.23 Uhr gesichtet. Die im Dezember 1979 von "Polarsirkel" verankerten 2 Strommesser waren mit dem Releaser um 12.47 Uhr unbeschädigt an Deck. Zur Ergänzung der Strommes-

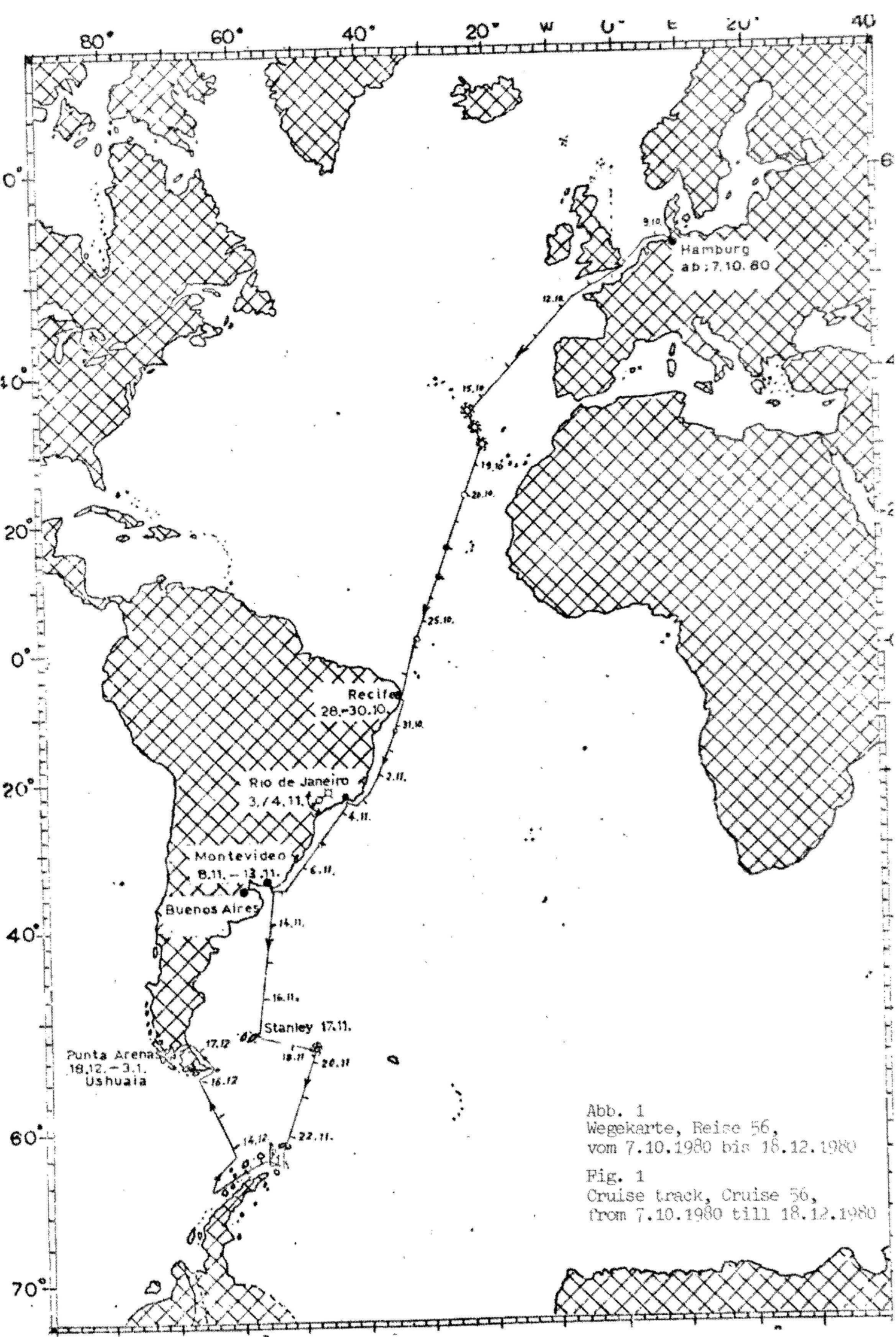


Abb. 1  
 Wegekarte, Reise 56,  
 vom 7.10.1980 bis 18.12.1980

Fig. 1  
 Cruise track, Cruise 56,  
 from 7.10.1980 till 18.12.1980

nach Süd-West abdrehen mußten. Nun wurde in Richtung der Position B1 gesteuert und jeweils auf  $62^{\circ}28,7'S$ ;  $57^{\circ}0,26'W$  (B4) und  $62^{\circ}36,3'S$ ;  $57^{\circ}19,0'W$  (B1) eine Verankerung ausgelegt.

Die Verankerung B4, als Ersatz für ursprünglich B3, war mit 4 Strommessern, die Verankerung B1 mit 4 Strommessern, 1 Sedimentfalle und 3 Sättigungsbeuteln bestückt. Zusätzlich wurde auf jeder Station eine Multisonde bis zum Boden gefahren.

Auf dem Kurs zur polnischen Station "Arctowski" wurde am 3.12.1980 um 20.18 Uhr das Dopy auf  $62^{\circ}25,2'S$ ;  $58^{\circ}00,5'W$  mit zwei Sedimentfallen ausgelegt.

Am 4.12.1980 wurde um 08.00 Uhr in die Admiralty-Bucht gesteuert und nördlich vom Pt. Thomas, nahe der polnischen Station, auf 200 m Wassertiefe um 09.18 Uhr mit dem Heckanker am 14 mm Draht der W7 geankert.

Im Pendelverkehr mit einem Amphibienfahrzeug der polnischen Station "Arctowski" hatten im Laufe des Tages alle Besatzungsangehörige, Wissenschaftler und Techniker Gelegenheit, die Station, die Kolonie mit mehreren tausend Pinguinen und die am Strand liegenden gewaltigen See-Elefanten zu besichtigen. Der Empfang auf der polnischen Station war sehr herzlich. Vor jeder Besichtigung wurden alle Teilnehmer mit Getränken verschiedener Art, belegten Broten und Kuchen bewirtet. Für alle Teilnehmer war die Besichtigung ein großes Erlebnis und eine willkommene Abwechslung nach 22 Seetagen.

Am Abend wurde für die 20 Personen starke Station ein Empfang auf der "Meteor" gegeben, an dem alle Wissenschaftler und Techniker und 8 Personen der Besatzung teilnehmen konnten. Für die Besatzung der polnischen Station war auch das ein besonderes Erlebnis, da die "Meteor" nach dem antarktischen Winter das erste Schiff war, welches in der Admiralty-Bucht ankerte. Der Abend auf der "Meteor" verlief sehr harmonisch, und es konnten dabei angeregte Gespräche geführt werden. Unmittelbar nach dem Empfang wurde um 22.00 Uhr der Anker gehievt und anschließend nach dem Verlassen der Admiralty-Bucht die Dopy-Position angesteuert.

Die Dopy-Position war am 5.12.1980 um 01.25 Uhr erreicht. Bis 06.30 Uhr hat das Schiff in der Nähe von Dopy getrieben. Von 08.00 - 08.30 Uhr wurde Dopy mit den zwei Sedimentfallen wieder aufgenommen. In 36 Stunden war Dopy um 7.1 sm in Richtung  $37.6^{\circ}$  vertrieben.

Um wieder Stationen am Nordrand der Weddellsee zu fahren, wurde südöstlicher Kurs gesteuert. Bei starken südlichen Winden mit Stärke 6 - 8 erreichte uns schon die Eisgrenze bei  $62^{\circ}10,3'S$ ;  $54^{\circ}53,0'W$ . Schlecht sichtbare große Eisschollen und Growler sowie Schneetreiben verhinderten am 5.12.1980 eine Weiterfahrt bei Dunkelheit von 23.30 - 03.00 Uhr. Das Schiff wurde während dieser Zeit auf Station gehalten. Um 08.00 Uhr wurde am 6.12.1980 die erste Station an der Nordkante der Weddellsee gefahren. Weitere Stationen folgten bis zum 9.12.1980 19.30 Uhr. Bei südlichen Winden wurde die Eisgrenze immer weiter nach Norden verschoben. Die letzte Station am 9.12.1980 lag gegenüber der ersten Station an der Eisgrenze, am 8.12.1980 schon 2,8 sm nördlicher. Das am 8.12.1980 um 17.00 Uhr ausgesetzte Dopy mußte schon nach 7 Stunden wieder aufgenommen werden, da die Gefahr des Unterschneidens im Eis bestand.

Der 9.12.1980 war der bisher schönste Tag im Eis der Antarktis. Es war windstill, völlig glatte See, Sonnenschein und ringsherum Eisberge verschiedener Formen und Größen. Unser Aufenthalt an der Eisgrenze dauerte 28 Stunden. In dieser Zeit hatten sich um uns herum viele Eisgrenzen gebildet, so daß wir aus diesem Gebiet nur in "Slalomfahrt" wieder herauskommen konnten. Nach 2 Stunden "Slalomfahrt" waren wir wieder im freien Wasser.

Für eine nähere Untersuchung einer früher an der Oberfläche festgestellten scharfen Grenzlinie im Salz- und Chlorophyllgehalt wurde über Nacht die Strommesserposition B4 ( $62^{\circ}28,7'S$ ;  $57^{\circ}0,26'W$ ) angesteuert und dort zunächst ab 03.30 Uhr eine Grobvermessung für den ungefähren Verlauf der Grenzlinie durchgeführt. In der Grenzlinie wurde am 10.12.1980 um 07.34 Uhr das Dopy mit 2 Sedimentfallen auf  $62^{\circ}23,1'S$ ;  $56^{\circ}33,5'W$  ausgelegt und anschließend ein Gitternetz, mit einem Profilabstand von 2 sm, senkrecht zur

Grenzlinie gelaufen. Auf jedem 2. Profil wurden ca. alle 2 sm Stationen eingelegt und Messungen mit der Optiksonde, Fänge mit dem Mikronetz und z.T. Serien mit den 10 l Wasserschöpfern durchgeführt. Nach Beendigung des Gitternetzes wurde die Dopy-Position angesteuert und Dopy mit den 2 Sedimentfallen am 11.12.1980 um 00.24 Uhr aufgenommen. Das Dopy war in 17 Stunden 2,8 sm in Richtung  $204^{\circ}$  vertrieben.

In der Bransfield Strait wurde um 03.36 Uhr das am 2.12.1980 begonnene RMT-Profil mit der Station 135 (H6) fortgesetzt. Auf dem Kurs zur RMT-H7 Station mußten wir von  $63^{\circ}10,6'S$ ;  $59^{\circ}17,4'W$  bis  $63^{\circ}12,1'S$ ;  $60^{\circ}17,4'W$  einen ca. 30 sm breiten Eisgürtel mit vielen großen und kleinen Eisbergen, Growlern und einer dichten Decke mit großen Eisschollen in "Slalomfahrt" durchsteuern.

"Meteor" befand sich nun in der Straße von "Palmer Archipelago" und damit im südlichen Pazifischen Ozean. Jetzt hat "Meteor" erstmalig auf einer Reise im Nordatlantik, im Südatlantik, im Südpolarmeer oder Zirkumantarktische See und im südlichen Pazifischen Ozean geforscht.

Der ursprüngliche Plan, RMT-Fänge weiter im Süden bis zur Breite  $64^{\circ}45'S$  durchzuführen, mußte am 12.12.1980 18.00 Uhr schon bei  $64^{\circ}20'S$ ;  $64^{\circ}40,4'W$  aufgegeben werden, da dort die Eisgrenze so dicht wurde, daß ein Weiterkommen nicht möglich war. Auf vielen Zickzackkursen mußte im Eisgürtel in nordöstlicher Richtung bis zur Insel Smith ausgewichen werden. Erst nach 24 Stunden hatten wir wieder freies Wasser erreicht und konnten ungehindert im nordöstlichen Sektor vorgegebene Kurse steuern. Erst am 14.12.1980 ab 06.50 Uhr auf  $61^{\circ}23'S$ ;  $61^{\circ}35'W$  war das Seegebiet auch im Westen eisfrei, so daß weitere Stationen auf dem Kurs in Richtung Kap Horn eingelegt werden konnten.

Zur Bestimmung der Polarfront wurden auf dem Kurs nach Kap Horn Oberflächenmessungen der Wassertemperatur und des Salzgehaltes registriert. Der erwartete Sprung in der Wassertemperatur wurde am 15.12.1980 auf  $59^{\circ}03,0'S$ ;  $64^{\circ}0,1.6'W$  festgestellt und mit einer Multisondenmessung auf der Station 151 von 09.18 - 09.48 Uhr ergänzt. Dieses war die letzte Station auf dem 2. Fahrtabschnitt (ANT I).



Im 2. Fahrtabschnitt (ANT I) wurden die Meßgeräte und Netze wie folgt eingesetzt:

Multisonde mit Rosette (MS/RO)		35 Einsätze
Multisonde	(MS)	45 Einsätze
Sedimentfallen	(SF)	14 Einsätze
Optiksonde	(OS)	217 Einsätze
Dopy	(DO)	9 Einsätze
Secchi Disk	(SD)	3 Einsätze
RMT 1 + 8	(RMT)	26 Fänge
Copepodennetz	(CO)	85 Fänge
Mikronetz	(MK)	61 Fänge
10 Liter Wasser- schöpfer)	(10 S)	36 Serien
2 Liter Wasser- schöpfer)	( 2 S)	1 Serie

Im 1. und 2. Fahrtabschnitt wurden 2 Verankerungen aufgenommen und 6 Verankerungen ausgelegt.

Die Kopie der nautischen Unterlagen, 5 Satz Stationspläne und den lichtpausfähigen Satz Stationspläne sowie Wegekarten mit Stationspositionen wurden dem Fahrtleiter an Bord übergeben.

Am 16.12.1980 war um 09.00 Uhr die Position  $56^{\circ}02'S$ ;  $67^{\circ}16'W$ , 4 sm südlich von Kap Horn erreicht. Für Fotoaufnahmen, "Meteor am Kap Horn", wurde das Schiff von 09.00 - 10.12 Uhr gestoppt und das Schlauchboot für die vielen Fotoamateure ausgesetzt. Anschließend wurde die Fahrt durch die Straße von "Le Maire" fortgesetzt. Cabo San Vicente wurde um 20.40 Uhr an Bb. passiert und mit dem rw. Kurs von  $314^{\circ}$  die Magellan-Straße angesteuert.

Die Verbindungslinie in der Magellan-Straße zwischen Pt. Dungeness im Norden und Cabo Espiritu Santo im Süden (Grenze zwischen Argentinien und Chile) wurde am 17.12.1980 um 13.10 Uhr passiert. In der Bucht Posesion wurde auf  $52^{\circ}18,7'S$ ;  $69^{\circ}13,7'W$  (Lotsenwarteraum) um 16.18 Uhr auf 29 m Wasser geankert.

Während des 2. Fahrtabschnittes (ANT I) wurden folgende Windstärken gemessen:

<u>Bft</u>	<u>%</u>	<u>Bft</u>	<u>%</u>
0	2,0	5	29,9
1	3,2	6	17,9
2	7,2	7	6,0
3	15,9	8	1,0
4	16,9		

Am 18.12.1980 wurde um 05.54 Uhr der Anker gehievt und die Fahrt in Richtung Punta Arenas zunächst ohne Lotsen begonnen. Erst um 06.34 Uhr konnte der Lotse bei SSW-lichem Wind 7 - 8 im Fahrwasser "Primera Angostura" an Bord übersteigen. Um 13.42 Uhr hatte "Meteor an der Pier in Punta Arenas mit Stb. Seite festgemacht.

Im 2. Fahrtabschnitt (ANT I) wurden von Montevideo - Punta Arenas (13.11 - 18.12.1980) 4778 Seemeilen und im 1. und 2. Fahrtabschnitt (7.10. - 18.12.1980) 11 668 Seemeilen zurückgelegt.

### 3. Meteorologisch-ozeanographisches Programm

#### 3.1 Meteorologische Beobachtungen auf der Anreise und während des Fahrtabschnittes ANT I (J. Sußebach, D. Bassek)

Nach den Antarktis-Expeditionen des FFS 'Walther Herwig' in den Jahren 1975/76 und 1977/78 diente die 7-monatige 56. Reise des FS 'Meteor' der Fortsetzung der maritimen Antarktisforschung im Rahmen des internationalen Gemeinschaftsunternehmens BIOMASS (Biological Investigations of Maritime Antarctic Systems and Stocks). Darüber hinaus wurden umfangreiche Forschungsprogramme während der An- und Rückreise durchgeführt. Die Teilnahme an den ersten zwei von insgesamt fünf Fahrtabschnitten bot die meteorologisch reizvolle Möglichkeit, sämtliche maritimen Klimaregionen von unserer heimatlichen gemäßigten Westwindzone durch die subtropischen bzw. tropischen Passatgebiete zu den südhemisphärischen 'Roaring Forties' und weiter bis zu den südpolar geprägten Gewässern am Eisrand nahe der antarktischen Halbinsel (Graham Land) zu durchfahren.

#### Fahrtverlauf und Wetter während des 1. Fahrtabschnittes von Hamburg nach Montevideo

Am 07. Oktober vormittags lief FS 'Meteor' von Hamburg aus. Die gut einmonatige Reise nach Montevideo wurde zu laufenden Messungen einer Vielzahl von Spurengasen und Aerosolen in der maritimen Atmosphäre und ferner zu physikalisch-ozeanographischen Forschungen genutzt. Von besonderem Interesse war hierbei die Untersuchung großräumiger Unterschiede zwischen der Nord- und Südhemisphäre.

Unsere Reise begann mit Hindernissen: Weststurm auf der Rückseite eines umfangreichen Nordmeer-Wirbels mit Kerndruck 955 mb. zwang unser Schiff bereits in der Elbmündung zum Ankern. Erst eineinhalb Tage später ermöglichte abflauender Wind die Weiterfahrt. Im Ärmelkanal zog in der Nacht vom 10. zum 11. Oktober der Kern des nächsten Sturmtiefs genau über uns hinweg mit SE-Sturm auf seiner Vorderseite, kurzzeitig schwachumlaufenden Winden im 'Auge' des Tiefs und nachfolgendem N-Sturm auf seiner Rückseite. Beide Tiefdruckgebiete hatten mit ihren rückseitigen Kaltluftvorstößen eine Südverlagerung der Frontalzone zur Folge, so daß neue Tiefdruckgebiete auf weiter südlichen Bahnen in die Biskaya und zur Iberischen Halbinsel ziehen konnten. So begleiteten uns wechselnde,

überwiegend wolkenreiche Rückseitenverhältnisse bei nur zögernder Erwärmung bis zum Seegebiet zwischen den Azoren und Madeira. Erst danach folgte im Bereich des ebenfalls weit nach Süden verschobenen Roßbreitenhochs sonniges Wetter. Entsprechend spät - bei 24 Grad Nordbreite - erreichten wir den NE-Passat, der mit Windstärken 3 bis 6 Bft unsere Reise westlich an den Kapverdischen Inseln vorbei beschleunigte. Lockere CU-Bewölkung, nicht selten auch ausgeprägte, in Windrichtung angeordnete CU-Straßen und darüber meist dichte CI-Streifen kennzeichneten das Himmelsbild. Zuweilen wurden Schauer beobachtet, obwohl die CU-Obergrenzen deutlich unterhalb der - nach westafrikanischen Temps - bei 600 mb liegenden 0-Grad-Grenze lagen.

Mit Annäherung an die ITC nahmen Quellbewölkung und Schauer-tätigkeit zu. Wir durchfuhren die ITC in der Zeit vom 23. Oktober bis zum 24. Oktober mittags zwischen 12 und 8 Grad Nordbreite. Daraus geht bereits hervor, daß sie nicht durch eine scharf ausgeprägte Konvergenz, sondern eine etwa 200 Seemeilen breite Übergangszone bzw. flache Tiefdruckrinne zwischen den NE- und SE-Passatregionen gekennzeichnet war. Entsprechend wechselte der meist schwache Wind mehrfach zwischen NE, E und SE. Deutlicher zeigte sich die ITC bei einigen Spurengasen und Aerosolen, deren Registrierungen bei 11 Grad Nord nahezu sprunghafte Veränderungen aufwiesen.

Über Afrika waren zuweilen zwei in WSW-ENE-Richtung parallel verlaufende, durch das dichte Stationsnetz recht gut belegte Konvergenzen zu erkennen, die als nördliche und südliche ITC bezeichnet werden können (Abb. 2). Wahrscheinlich setzte sich dieses Doppelsystem über See fort, womit die beschriebene breite Übergangszone erklärt werden kann. Die vertikal verstellbare Wetterradarantenne ließ mehrfach bis nahe 15 km Höhe quellende CB's vermuten. Ebenso eindrucksvoll gehen die im Vergleich zu unseren heimatlichen Verhältnissen ungewohnt hochreichende Labilität und die knapp oberhalb 100 mb hochliegende Tropopause in ITC-Nähe aus dem Temp Abidjan / Elfenbeinküste (Station 65 578) vom 23. Oktober 12 Uhr GMT hervor (Abb. 3).

Die Luft im ITC-Bereich war mit Temperaturen um 27 Grad C und Taupunkten bis 25 Grad C schwül, wegen des Windes aber noch erträglich. Die Wassertemperaturen erreichten bei 8 Grad Nord / 29 Grad West mit 28,5 Grad C den höchsten Wert unserer Reise und sanken weiter südlich wieder kontinuierlich ab.

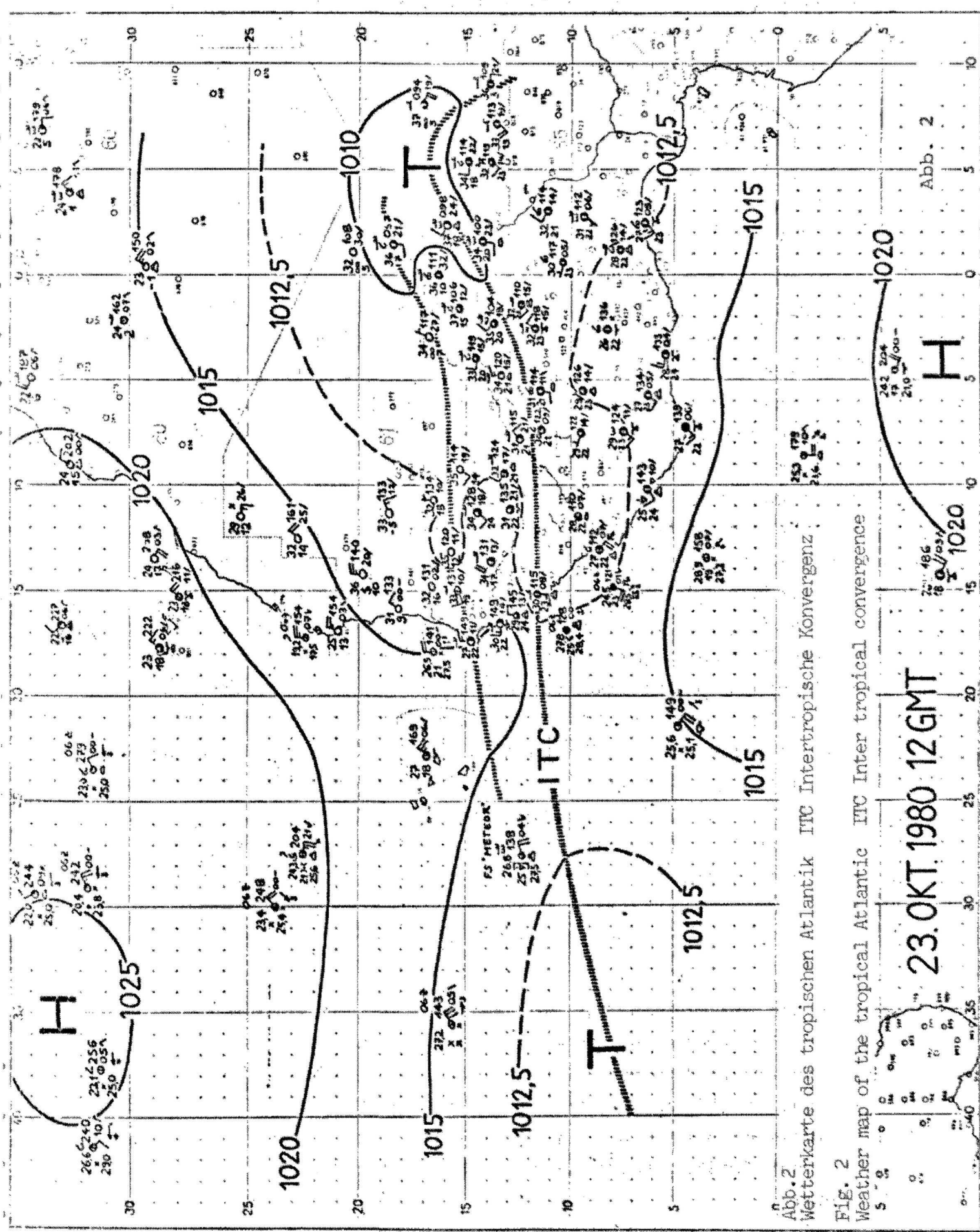


Abb. 2  
Wetterkarte des tropischen Atlantik ITC Intertropische Konvergenz

Fig. 2  
Weather map of the tropical Atlantic ITC Inter tropical convergence

23. OKT 1980 12 GMT

Abb. 2

An den Folgetagen bis zum Einlaufen in Recife am 28. Oktober nachmittags wehte der südhemisphärische Passat 'vorschriftsmäßig' aus SE mit Stärke 4 bis 5 Bft bei freundlichem Wetter und wieder vereinzelt Schauern.

Nach Auslaufen von Recife am 30. Oktober vormittags setzte FS 'Meteor' die Reise entlang der brasilianischen Küste fort. Mit achterlichen NE-Winden zwischen dem südatlantischen Roßbreitenhoch und thermisch bedingtem tieferen Luftdruck über dem teilweise über 30 Grad C heißen Landesinnern Südamerikas kamen wir flott voran.

Bei 16 Grad Süd allerdings auf halbem Wege zwischen Recife und Rio de Janeiro trat eine Entwicklung ein, die umso überraschender war, als wir uns noch im Passat-Bereich mit leichtfertig angenommener stabiler Schichtung befanden. Von Süden hatte sich eine zwar erkennbare, aber schwach erscheinende Störung genähert, die sich am 01. November nachmittags mit Schauern ankündigte. Plötzlich wurden in nur wenigen Seemeilen Entfernung zwei Windhosen beobachtet, die beide einen 'Rüssel' von der Schauerwolke bis zur Meeresoberfläche aufwiesen. Hier schien das Wasser zu kochen. Zugleich frischte der Wind innerhalb weniger Minuten von Stärke 2 auf 7 mit Böen 8 Bft auf und drehte dabei von E auf S. Von Fahrtberichten und Erzählungen war mir bekannt, daß in den Tropen stürmisch auffrischender Wind rasch wieder abflaut. In unserem Fall wehte er etwa 5 Stunden lang unvermindert stark und nahm erst nachts allmählich ab. Eine Erklärung fällt schwer, zumal eine brasilianische 500 mb - Höhenkarte ein Höhenhoch über unserem Gebiet aufwies. Auch die Dünung, die manchmal eine Sturm-annäherung ankündigt, hatte zuvor keinen Hinweis gegeben, da sie aus E, nicht S kam. Dennoch muß es sich um eine vertikal nicht hochreichende und horizontal kleinräumige Störung gehandelt haben, die sich in unserem Gebiet über 25 Grad C warmem Wasser so kurzfristig und kräftig intensivieren konnte.

Die nächsten Frontdurchgänge auf weiter südlichen Breiten - teilweise mit Gewittern und wieder stürmischen Winden - konnten besser vorhergesagt werden. Sie brachten rückseitig noch keine wesentliche Abkühlung und Feuchteabnahme; die Luft blieb schwül. Am 03. November abends und in der ersten Nachthälfte lag FS 'Meteor' zur Treibstoffübernahme im Hafen von Rio de Janeiro auf Reede.

Als wir am 07. November abends Montevideo erreichten, überquerte uns eine Kaltfront. Auf ihrer Rückseite frischte starker SW-Wind stürmisch auf, so daß die Hafenbehörden das Ein- und Auslaufen von Schiffen untersagten. Erst am 09. November vormittags konnten wir an der Pier festmachen. Die Kaltfront führte auch zum ersten empfindlichen Temperatursturz während unserer Reise auf 15 Grad C. Zwar folgte während der Hafenzzeit bis zum 13. November vormittags wieder sonniges - der Jahreszeit entsprechend - Frühlingswetter. Doch waren Tageshöchstwerte nur noch um 20 Grad C und die merklich frischere, angenehm trockenere Luft ein deutlicher Hinweis darauf, daß wir die Tropenregion endgültig verlassen hatten.

Fahrtverlauf und Wetter während des 2. Fahrtabschnittes von Montevideo zu den Gewässern bei der antarktischen Halbinsel (Graham Land) und nach Punta Arenas

Während unserer Weiterfahrt nach Süden kühlten sich Luft und Wasser rasch weiter ab. Vor Stanley auf den Falkland-Inseln lagen wir kurz auf Reede, um einen Wissenschaftler abzusetzen. Erst hier bei 52 Grad Südbreite wurden die 'Roaring Forties' verspätet ihrem Namen gerecht, als ein umfangreiches Sturmtief vom Pazifik durch die Drake-Straße zur nördlichen Weddell-See zog und uns vorderseitig NW-Sturm brachte. Etwa 350 Seemeilen ost-südöstlich der Falkland-Inseln wurde eine Strommesser-Verankerung geborgen, die im Dezember 1979 vom norwegischen FS 'Polarsirkel' ausgelegt worden war und seitdem bodennahe Strömungsverhältnisse im Grenzbereich zwischen Scotia-See und Argentinischem Becken aufgezeichnet hatte.

Bei 54 Grad Süd entsprechend der geographischen Breite von Sylt wurde der erste Eisberg angetroffen. Am 22. November begannen in Nähe von Elephant Island die Forschungsarbeiten. Sie wurden in den Gewässern nahe der Nordspitze der antarktischen Halbinsel, in der Bransfield-Straße und weiter südwestlich bis zur südlichsten Position unserer Reise 64,3 Grad Süd / 64,7 Grad West bei Anvers Island fortgesetzt und am 15. Dezember in der Drake-Straße abgeschlossen. Sie bestanden aus einer umfangreichen Bestandsaufnahme des Phyto- und Zooplanktons sowie physikalischen und chemischen ozeanographischen Untersuchungen in Eisnähe. Die Eisverhältnisse machten häufige Umwege erforderlich.

Zur großräumigen Druckverteilung gehörten die recht beständigen subtropischen Hochdruckgebiete über dem Südatlantik und Südpazifik und bis zum 12. Dezember auch ein meist umfangreiches Tief über der Weddell-See. Zwischen diesen Druckgebilden herrschte in der Höhe eine starke westliche Strömung, mit der hauptsächlich im Bereich zwischen 60 und 50 Grad Süd Tiefdruckgebiete in rascher Folge von West nach Ost zogen. Die meisten von ihnen befanden sich beim Durchzug durch die Drake-Straße bzw. Überqueren des südlichen Südamerika noch im Entwicklungsstadium und erreichten erst weiter östlich ihre maximale Intensität. Teilweise gliederten sie sich dem quasistationären Weddell-See-Tief an, teilweise zogen sie auf weiter nördlichen Bahnen nach Osten oder Nordosten. Die antarktische Halbinsel wurde von ihnen nur wenig beeinflusst. Sie befand sich bei allgemein tiefem Druckniveau meistens im Bereich eines kleinen Hochs oder eines vom zentralantarktischen Hoch nach Norden ausgehenden Keils oder innerhalb geringer Druckgegensätze. Deshalb war der Wetterablauf im Arbeitsgebiet überwiegend durch geringe bis mittlere Windstärken gekennzeichnet. Ein typisches Beispiel ist die Wetterlage am 27. November 12 Uhr GMT (Abb. 5).

Nur dreimal während unseres antarktischen Aufenthaltes - am 05., 12. und 14. Dezember - zogen Tiefdruckgebiete vom Pazifik südostwärts über den Nordteil der antarktischen Halbinsel hinweg zur Weddell-See und brachten uns Windstärken 7 bis 8 Bft.

Bei nördlicher Warmluftströmung über kaltem Wasser traten häufig Nebelfelder auf. Wolkenreiche Tage mit Schneefall wechselten mit sonnigen und gutsichtigen Perioden. Die Temperaturen lagen meist zwischen 0 und -4 Grad C, als Tiefstwert wurde -7 Grad C gemessen. Die tiefste Wassertemperatur betrug -1,8 Grad C. Zur 'Abrundung' der Wetterbeschreibung ist dem tropischen Temp Abidjan der südpolare von Argentine Island (Station 88 952) vom 02. Dezember 12 Uhr GMT gegenübergestellt (Abb. 4). Der Vergleich zeigt natürlich bekannte, aber doch eindrucksvolle Gegensätze.

Ein besonderes Erlebnis war unser Besuch bei der polnischen Forschungsstation Arctowski (Station 89 052) auf King George Island (Südshetlands) am 04. Dezember. Wir wurden sehr freundlich empfangen und bewirtet und unterhielten uns auch ausführlich mit den Meteorologen Herrn Marczak und Herrn Maciazek. Sie zeigten uns ihre u.a. mit einem Wettersatelliten-Empfangsgerät ausgerüstete



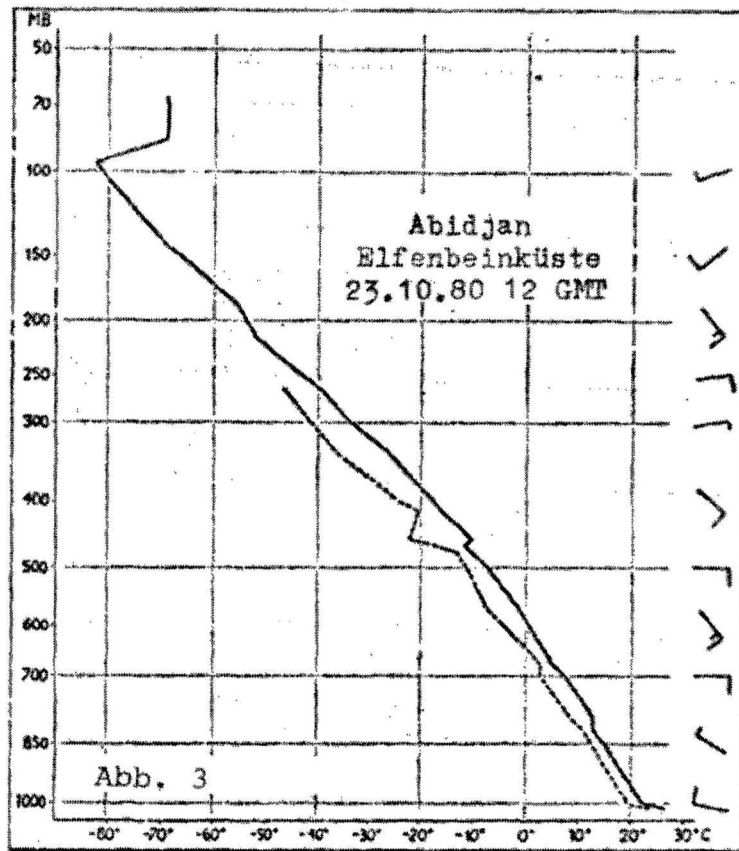


Abb. 3  
Höhenprofil der Temperatur -  
Abidjan, 23.10.1980, 12 GMT

Fig. 3  
Temperature profile for the atmosphere -  
Abidjan, 23.Oct.1980, 12 GMT

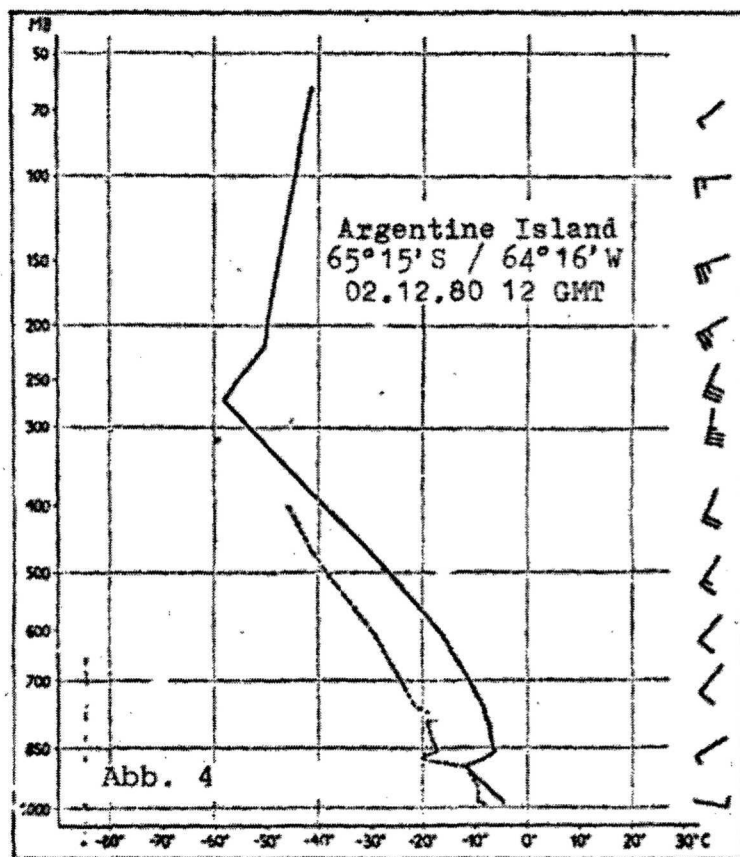


Abb. 4  
 Höhenprofil der Temperatur -  
 Argentine Island, 02.12.1980, 12 GMT

Fig. 4  
 Temperature profile for the atmosphere,  
 Argentine Island, 02.Dec.1980, 12 GMT

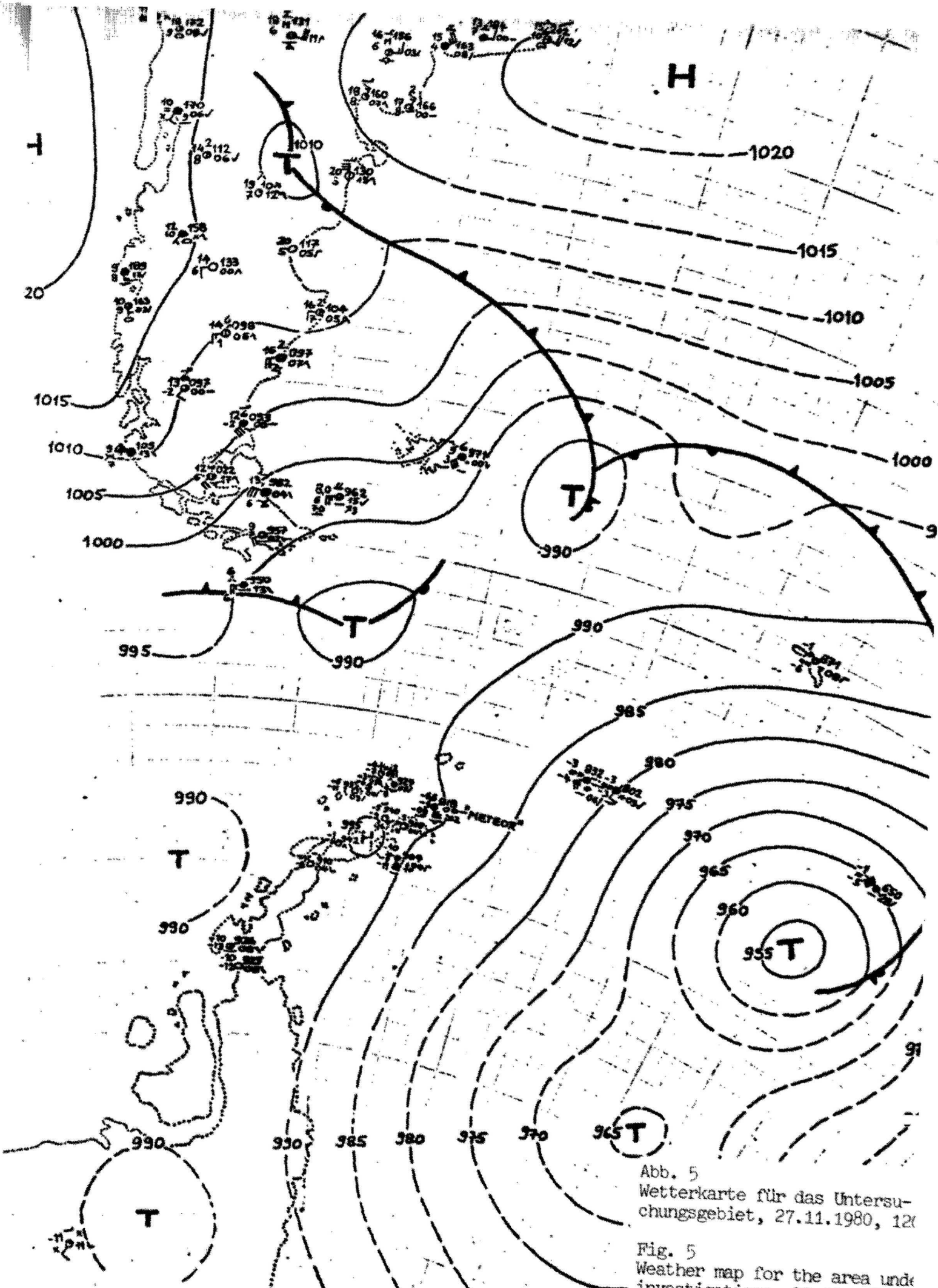


Abb. 5  
 Wetterkarte für das Untersuchungsgebiet, 27.11.1980, 12

Fig. 5  
 Weather map for the area under investigations, 27.11.1980, 12 GMT

27. NOV. 1980 12 GMT



Abb. 5b:  
Satellitenaufnahme der  
Antarktischen Halbinsel  
und der Drake-Straße  
vom 27. Nov. '80, 14.21Z,  
aufgenommen von  
G. MARCZAK von der  
polnischen Station  
Arctowski.

Fig. 5b:  
Satellite picture of the  
Antarctic Peninsula and  
the Drake Passage from  
27 Nov '80, 14.21Z, as  
observed by  
G. MARCZAK at the  
polish station Actowski.

Dienststelle, berichteten von ihren meteorologischen Erfahrungen während ihres Winter-Aufenthaltes und erwähnten auch einen Orkan am 18. November, bei dem Spitzenböen bis 63 m/sec = 122 kn gemessen wurden. Hierbei handelte es sich um dasselbe, bereits oben genannte Tief, das uns am Vortag bei den Falkland-Inseln vorderseitigen NW-Sturm gebracht hatte. Bei einem Spaziergang lernten wir die eindrucksvolle Schönheit der Berg-, Gletscher- und Fjordlandschaft kennen und freuten uns auch über große See-Elefanten und Tausende von Pinguinen, die wir aus nächster Nähe betrachten konnten. Den Abschluß des Besuches bildete ein Empfang für die polnische Stationsbesatzung auf unserer 'Meteor'. Die Rückreise erfolgte durch die Drake-Straße bei teilweise stürmischen vorderlichen NW-Winden. Das berühmte Kap Hoorn - ein schroffer Felsenberg - wurde bei freundlichem Wetter passiert. Nach Einfahrt in die Magellan-Straße bei erneut stürmischen Winden erreichte FS 'Meteor' am 18. Dezember Punta Arenas.

#### Meteorologische Erfahrungen

Mit Ausnahme der beschriebenen tropischen Störung am 01. November zwischen Recife und Rio de Janeiro traten während der langen Anreise bis etwa 60 Grad Südbreite keine wesentlichen Vorhersageprobleme auf.

Erwartungsgemäß schwieriger waren die Probleme in den antarktischen Gewässern, hauptsächlich wegen mangelhafter Wetterinformationen. Zwar weisen die antarktische Halbinsel und die Inseln ein erfreulich dichtes Stationsnetz auf. Vom pazifischen Vorfeld hingegen lag niemals ein Obs vor, so daß einzig argentinische Bodenkarten zwar vage, aber mangels anderer Daten doch wertvolle Anhaltspunkte lieferten. Argentinische Höhenkarten und Neph-analysen zeigten südlich des 55. Breitengrades meistens ein großen 'NIL' und waren für uns ebenso wertlos wie die sowjetischen Analysen von Molodezhnaya, die nur die Gebiete östlich der antarktischen Halbinsel erfaßten.

Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, daß das Windfeld sowohl zeitlich als auch räumlich innerhalb geringer Entfernungen markante Schwankungen bzw. Unterschiede aufwies, die aus dem Druckfeld kaum zu erklären waren und auf orographische Einflüsse der Gebirgs- und Gletscherküsten mit katabatischen Winden zurückgeführt werden müssen.

Zur Überwindung der beschriebenen Probleme wurden möglichst viele Beobachtungstermine herangezogen. Dabei wurde die eigenartige Erfahrung gemacht, daß sowohl die kleinen als auch großen Windstärken durchweg richtig, die Windrichtungen hingegen nicht selten falsch vorhergesagt wurden. Trotz falscher Windrichtungsprognosen gaben die Vorhersagen durchweg zutreffende Auskunft darüber, ob 'brauchbares' Wetter bis Windstärke 6 Bft oder 'schlechtes' Wetter ab Stärke 7 Bft erwartet werden konnte. Dieses Ergebnis war nicht ganz befriedigend, stellte aber doch eine bessere als gar keine Wetterinformation dar.

#### Tätigkeit der Bordwetterwarte

Der Obs-Dienst wurde in gewohnter Weise - sechs Obse täglich - durchgeführt. Täglich wurden zwei, gelegentlich drei Wetterkarten angefertigt. Zusammen mit den Faxkarten bildeten sie die Grundlage für zwei tägliche Wetterberichte auf der Strecke von Hamburg bis 23 Grad Nordbreite und einen täglichen Wetterbericht in den übrigen Fahrtgebieten. Ausführliche mündliche Erläuterungen anhand der aktuellen Wetterkarten erfolgten regelmäßig. In den antarktischen Gewässern wurden zweimal wöchentlich von der amerikanischen Station Palmer Station Satelliten-Eisdaten aufgenommen und entsprechende Karten gezeichnet. Eisinformationen enthielten auch Faxkarten von der sowjetischen Station Molodezhnaya. Schließlich wurde auf dem 2. Fahrtabschnitt ein Ozon-Meßgerät des Meteorologischen Observatoriums Hamburg betreut.

### 3.2 Optische Beobachtungen (H. Haardt, R. Maaßen)

Ziel der Arbeiten war es, die Verteilung der partikulären Substanz in Verbindung mit der Salzgehalts- und Temperaturverteilung im Oberflächenbereich bis 200 m Wassertiefe zu untersuchen, Extinktionsspektren an charakteristischen Wasserproben zu messen und die zur Photosynthese zur Verfügung stehende Strahlung, deren Eindringtiefe in die Wassersäule und deren Spektren in Abhängigkeit von Konzentration und Art der partikulären Substanz und möglicherweise auftretender Gelbstoffe zu untersuchen. Diese Themen stehen im engen Zusammenhang mit den Untersuchungen der Planktologen und wurde deshalb in enger Zusammenarbeit mit der planktologischen Arbeitsgruppe geplant und durchgeführt.

Wir haben folgende Geräte eingesetzt:

- 2 Optiksondeneinheiten für profilierende Messungen an der Mehrleiterwinde (W 3) bis zu Wassertiefen von 100 m bzw. 500 m in Verbindung mit einer Bestrahlungsstärke-sonde an Deck.
- 1 24 Kanal Spektralradiometer, Spektralbereich 380 nm - 720 nm
- 1 Globalstrahlungsregistriereinheit
- 1 Durchflußapparatur mit Sonden für Temperatur, Druck und Chlorophyllfluoreszenz an der (1500 l/h) Seewasserpumpe
- 1 Zweistrahlfotometeraufbau für Extinktionsmessungen an Wasserproben im Spektralbereich von 400 nm bis 800 nm.

Die eingesetzten Geräte und Sonden arbeiteten während der Expedition im ganzen ohne größere Ausfälle. Durch Wassereinbruch war zeitweise eine Attenuationssonde ausgefallen. Nach einem Schaden in der Schiffsklimaanlage, durch den Wasserdampf in das Meßlabor geleitet wurde, traten Korrosionsfehler an Kontakten bei einem 5 Kanal-Schreiber und am Druckkopf des Thermodruckers auf. Der Schreiber konnte repariert werden.

Insgesamt haben wir 268 Profile, hauptsächlich im Oberflächenbereich bis 200 m, aufgenommen, davon

- 35 Profile während eines Schnittes mit 18 Stationen von Station 40 bis Station 67
- 29 Profile bei einer Zeitserie auf Station 104 zeitlicher Abstand 2,5 min., Tiefenbereich 40 - 140 m
- 39 Profile bei einer zweiten Zeitserie auf Station 111 Zeitlicher Abstand 3 min., Tiefenbereich 50 - 200 m
- 30 Profile in einem Meßnetz mit 15 Stationen Station 119 - 133

Auf sieben Stationen (24, 32, 37, 68, 116, 137, 144) konnten etwa 70 Spektren des Unterwasserlichtes  $E_d(\lambda)$  und auf fünf Stationen in der Oberfläche die Spektren der reflektierenden Strahlung  $E_u(\lambda)$  aufgenommen werden.

Die Absorptionskoeffizienten werden von acht charakteristischen Wasserproben im Spektralbereich von 400 nm bis 800 nm in 10 nm-Schritten ausgemessen. Die Proben wurden hierzu in der zweiten Stufe mit 0,2  $\mu$ m Membranfilter filtriert.

Während der An- und Abreise zum Meßgebiet sowie zwischen den einzelnen Stationen haben wir mit der Durchflußapparatur die Temperatur und die Chlorophyllfluoreszenz der Oberfläche registriert. Diese Einheit wurde mit Ersatzsonden ausgerüstet und hat sich als nützlich erwiesen.

Obwohl die *in situ*-Chlorophyllfluoreszenzmethode zur Chlorophyllbestimmung besonders im Oberflächenbereich nicht sehr genau ist - dies hängt mit dem an der Oberfläche im allgemeinen stark variierenden Fluoreszenzwirkungsgrad infolge von Lichtschädigung bzw. -sättigung der Zellen zusammen - , ergeben diese Registrierungen doch einen guten Überblick über die horizontale Struktur der Phytoplanktonkonzentration (Patchiness) an der Oberfläche und wurden deshalb bei der Festlegung der Stationsabstände mit herangezogen.

Um die Meßfehler in den Bestrahlungsstärkemessungen durch Abschattungen möglichst gering zu halten, wurden für die profilierenden Messungen zwei Sondeneinheiten mit maximal jeweils sieben Sonden benutzt. Es wurden Sonden für die folgenden Meßgrößen



eingesetzt: Druck, Temperatur, Leitfähigkeit, skalare Bestrahlungsstärken  $E_{od}$  und  $E_{ou}$ , die Bestrahlungsstärke  $E_d$ , den Reflexionsgrad  $R$ , die Chlorophyllfluoreszenz und die Chlorophyllabsorption. Als Referenz für die Bestrahlungsstärkeprofile wurde die Bestrahlungsstärke an der Oberfläche gleichzeitig registriert.

Die Daten wurden mit einer mikroprozessorgesteuerten Datenerfassungsanlage auf Magnetband aufgezeichnet, on line angezeigt und ausgedruckt. Jeweils vier Meßgrößen wurden analog gegen den Druck auf einem Schreiber aufgezeichnet, so daß direkt nach der Messung die prozentualen Lichttiefen, Chlorophyllkonzentration, Temperatur- und Leitfähigkeitsprofile zur Festlegung der Wasserschöpferproben der planktologischen Arbeitsgruppe zur Verfügung standen.

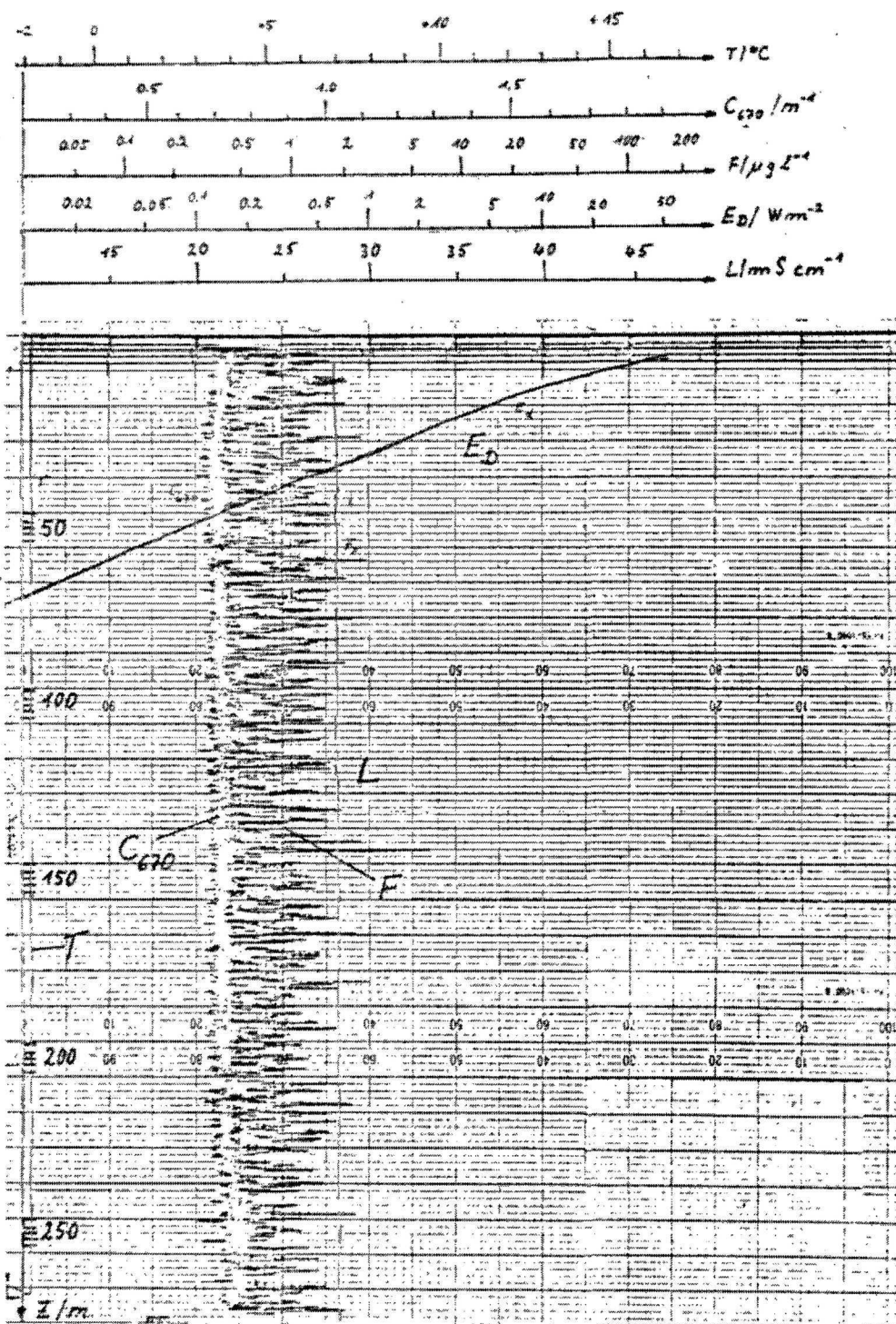
Für die Gelbstoffuntersuchungen wurde ein Zweistrahlphotometer mit Küvettenlängen von 1 m aufgebaut. Die Absorptionskoeffizienten wurden im Spektralbereich zwischen 400 nm und 800 nm in 10 mm-Schritten ermittelt.

#### Vorläufige Ergebnisse

Die Chlorophyll- und Attenuationsprofile der Stationen in Richtung Süden zum Eisrand hin zeigen zunächst ein Anwachsen der Partikel-Konzentrationswerte bis Station 23 und anschließend eine Abnahme, in der Chlorophyllkonzentration auf Werte um 1  $\mu\text{g/l}$ .

Alle hier angegebenen Chlorophyllkonzentrationswerte basieren auf der *in vivo*-Fluoreszenzmessung. Die Kalibrierung wurde von Herrn Stienen (Diplomand SFB 95) an Kulturen ermittelt, so daß sich möglicherweise Abweichungen gegenüber den photometrisch bestimmten Werten der filtrierten Proben ergeben.

Entgegen unserer Erwartungen ergaben sich am Eisrand über die gesamte Wassersäule nahezu konstante Temperaturwerte und Partikelkonzentrationen. Dies änderte sich auch nach mehreren Tagen nicht signifikant. Die hohen Rauschsignale (Abb. 6, 7) sowohl in den Chlorophyll-, als auch in den Attenuationsprofilen lassen darauf schließen, daß die Partikel hauptsächlich im Größenbe-



Station 26

Abb. 6

Temperatur T, Leitfähigkeit L, Fluoreszenz F, Attenuationskoeffizient  $C_{670}$ , Bestrahlungsstärke  $E_d$ .

Fig. 6

Temperature T, el. conductivity L, fluorescence F and downwelling irradiance  $E_d$ .

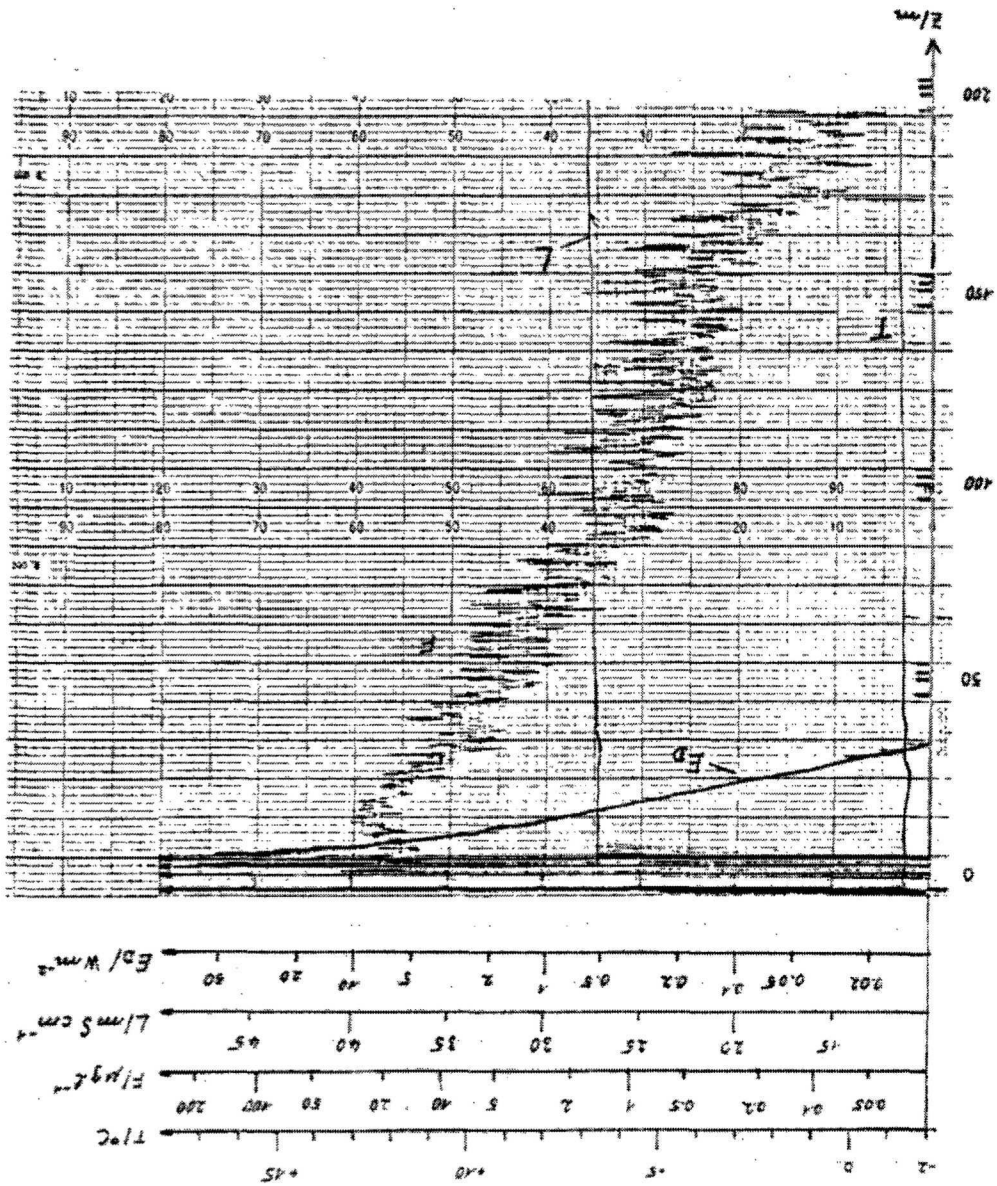
Temperature T, el. conductivity L, fluorescence F and down-  
welling irradiance  $E_D$ .

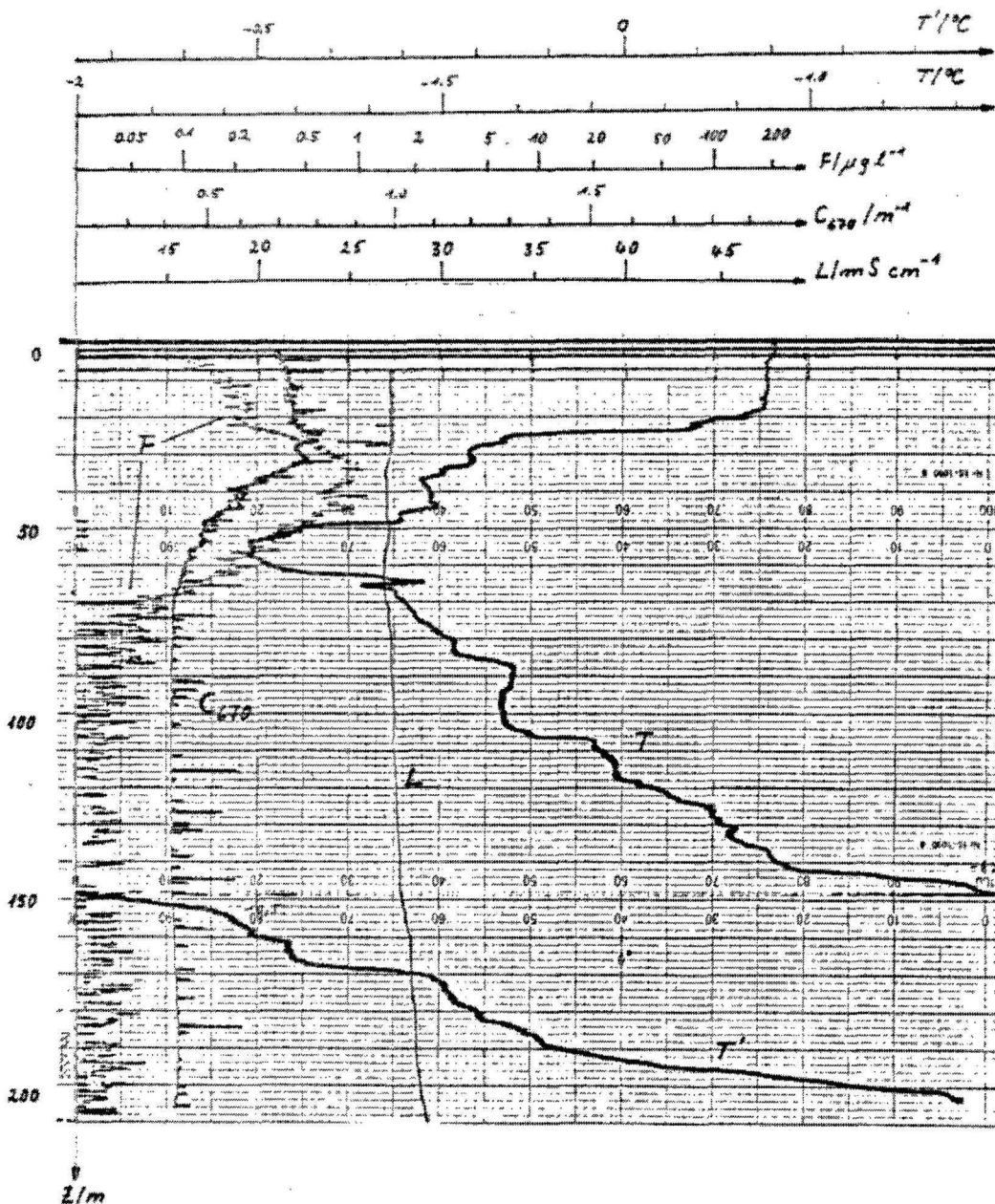
Fig. 7

Temperatur T, Leitfähigkeit L, Fluoreszenz F und  
Bestrahlungsstärke  $E_D$ .

Abb. 7

Station 65

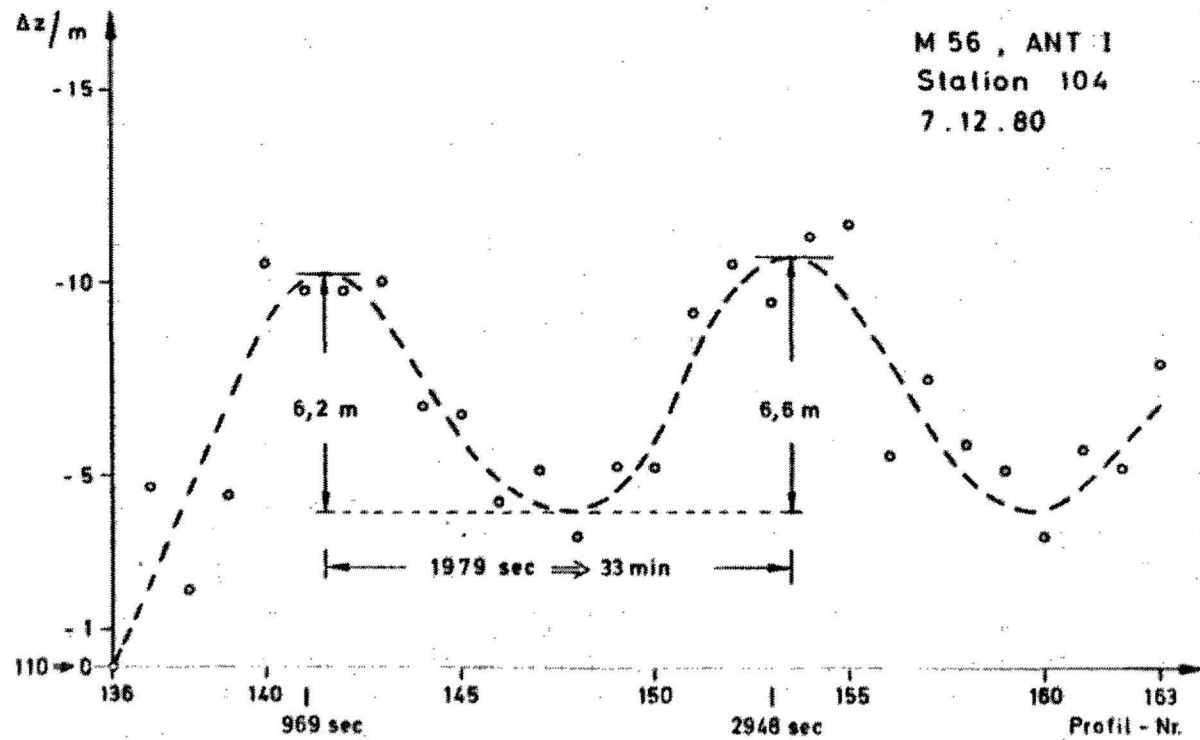




Station 139

Abb. 8  
 Temperatur T, Leitfähigkeit L, Fluoreszenz F, Attenuationskoeffizient  $C_{670}$ .

Fig. 8  
 Temperature T, el. conductivity L, fluorescence F, attenuation coefficient  $C_{670}$ .



Station 109

Abb. 10  
Periodische Bewegung der Grenzschicht in 110 m  
Wassertiefe. (Abb.9). Die Darstellung wurde durch  
Kreuzkorrelationsverfahren ermittelt.

Fig. 10  
Periodic movement of a waterlayer in 110 m depth,  
determined by cross correlation technique.

reich größer 15  $\mu\text{m}$  äquivalenten Kugeldurchmesser liegen. Die im Vergleich zum Attenuationskoeffizienten hohe Chlorophyllwerte weisen darauf hin, daß die partikuläre Substanz zum überwiegenden Teil aus Phytoplankton besteht.

Die bereits auf dem Südkurs zum Eisrand gefundene Planktonblüte wurde auf einem Schnitt von Station 40 bis Station 67 hinsichtlich ihrer Lage zum Eisrand untersucht. Die Chlorophyllkonzentration bleibt bis Station 47 etwa konstant, ab Station 48 nimmt die Konzentration von etwa 1,5  $\mu\text{g/l}$  stetig zu und erreicht bei Station 63 einen Wert von 15  $\mu\text{g/l}$ . Zwischen den Stationen 63 und 67 schwanken die Werte zwischen 15  $\mu\text{g/l}$  und 25  $\mu\text{g/l}$  ohne erkennbare Tendenz. Abb. 7 zeigt die Chlorophyll-Temperatur- und Lichtprofile einer Station aus diesem Gebiet.

Das vorgefundene Phänomen, daß eine Planktonblüte erst einige Meilen vom Eisrand entfernt vorhanden ist, trotz sehr hoher Nährstoffkonzentration auch am Eis, wie die Planktologen gemessen haben, führte in Diskussionen mit Herrn Smetacek und Herrn von Bodungen unter anderem zu den folgenden Fragen:

Ist die Blüte ein Ereignis, das vom Abstand zum Eis geprägt wird, also ein örtliches Phänomen, oder ist sie ein Ereignis der Bransfield-Straße, das durch Advektion in die Nähe des Eisrandes gelangt? Entwickelt sich eine Blüte am Eisrand zeitlich später, oder kann es hier zu keiner Blüte kommen?

Da die Planktologen beobachteten, daß sich das Phytoplankton am Eisrand auch weit unterhalb der euphotischen Zone in gutem physiologischen Zustand befand, ergab sich die Vermutung, daß großräumige vertikale Turbulenzen bis zum Boden vorhanden sein müßten, und die Vertikalbewegungen so schnell ablaufen müßten, daß die Aufenthaltsdauer des Planktons in der euphotischen Zone für eine positive Assimilationsbilanz ausreichen würde.

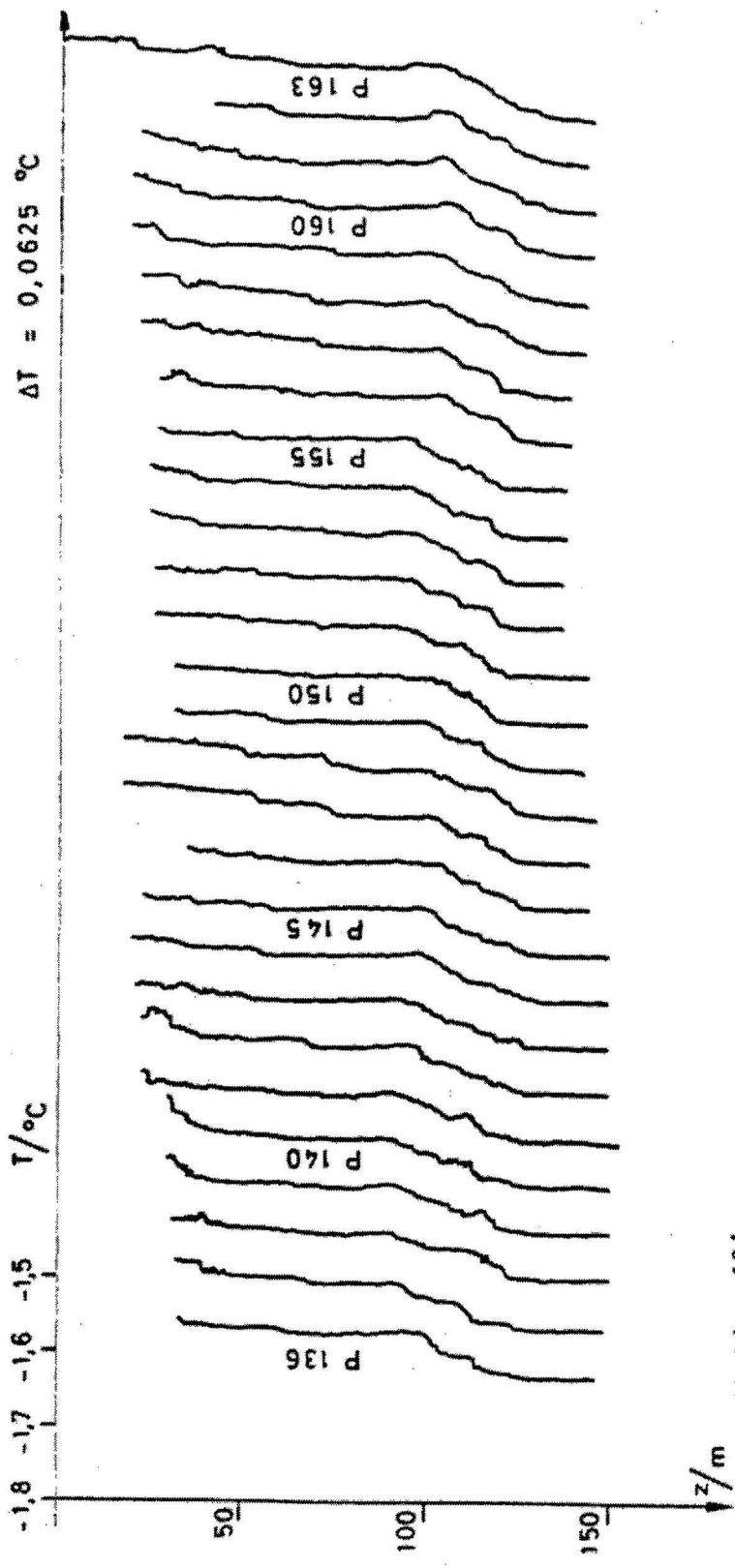
Um diese These zu untersuchen, haben wir den Versuch unternommen, die Turbulenzstruktur eines markierten Wasserkörpers durch eine Zeitserie mit der Profilsonde zu erfassen (Jo-Jo). Hierzu wurde ein Wasserkörper durch ein Triftsegel in 50 m Wassertiefe markiert und der Standort des Schiffes während der Jo-Jo-Messung in einer festen Position zum Trifter gehalten.

Diese für die Schiffsführung ungewöhnliche Methode ließ sich trotz der geäußerten starken Bedenken ohne Schwierigkeiten durchführen. Die im Abstand von im Mittel 2,5 Minuten aufgenommenen Profile (Abb. 9) zeigen, daß in den sehr geringen Temperaturdifferenzen an der unteren Profilkante eine periodische Bewegung der Grenzschicht (Abb. 10) zu erkennen ist. Aus vertikalen Bewegungen von Wasserkörpern, die durch eine andere Temperatur gekennzeichnet sind im sonst temperaturkonstanten oberen Teil der Profile (Abb. 9), läßt sich vermuten, daß einzelne Wasserelemente Vertikalbewegungen von 35 m in 500 sec aufweisen, woraus sich eine vertikale Strömungsgeschwindigkeit von 7 cm/sec ergibt. Vertikalbewegungen dieser Größenordnung würden die Beobachtungen der Planktologen erklären und zu der These führen, daß es zu keiner ausgeprägten Planktonblüte am Eisrand kommen kann, sondern erst in einem größeren Abstand vom Eisrand, wo sich die Turbulenz der Wassersäule erniedrigt hat. Diese sehr vorläufigen Ergebnisse bedürfen natürlich einer sorgfältigeren Auswertung der Daten. Für die Untersuchung der Turbulenzstruktur wurde eine zweite Zeitserie aufgenommen. Die vorgefundenen Strukturen sind jedoch für eine schnelle Interpretation zu kompliziert.

Die Ursachen dieser starken Turbulenzen werden eher bei den Schmelzvorgängen der Eisberge und den Verwirbelungen der wenig stabilen Wassersäule, die durch die Strömung gegen die teilweise auf Grund liegenden Eisberge auftreten, zu suchen sein, als bei den Orbitalbewegungen der derzeit ohnehin schwachen Dünung.

Die auf ANT I vorgefundene Situation läßt sich, siehe Bericht Plankton, offensichtlich durch drei Typen von Wasserkörpern hinsichtlich der partikulären Substanz charakterisieren:

- 1) Eine bis zum Boden völlig durchmischte Wassersäule am Eisrand: Chlorophyllkonzentrationen um  $1 \mu\text{g Chla/l}$ , 1 % Lichttiefe bei 40 m, Temperaturvariation einige  $1/100^\circ\text{C}$  bei Werten um  $-1,7^\circ\text{C}$ , sehr hohe Rauschwerte in Attenuation und Fluoreszenz, d.h. große Partikel dominieren. Starke Turbulenz bis zum Boden bei unstabiler Wassersäule (Abb. 6).



Station 104

Abb. 9  
 Temperaturprofile in einem driftenden Wasserkörper.  
 Der Temperaturversatz zwischen den einzelnen  
 Profilen beträgt  $0.0625 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Fig. 9  
 Profiles of temperature versus depth measured in  
 a drifting waterbody. The offset between the  
 different profiles is  $0.0625 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

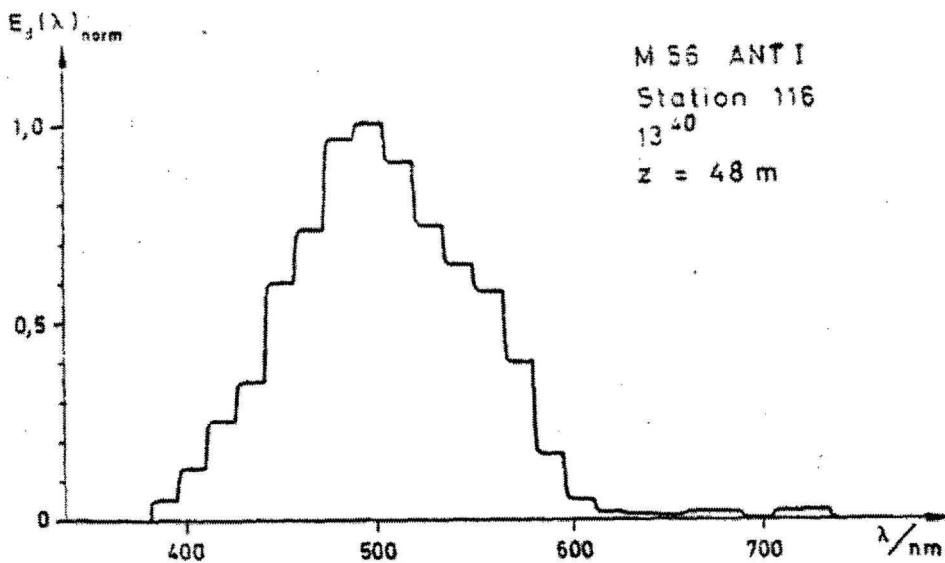


- 2) Eine an der Oberfläche um einige  $1/10^{\circ}\text{C}$  erwärmte Wasserschicht, die durch die Oberflächenwellen bis etwa 20 m durchmischt ist, einige 10 Meilen von der Eisgrenze in der Bransfield-Straße. Chlorophyllkonzentrationen  $25 \mu\text{g/l}$  an der Oberfläche bis  $1 \mu\text{g/l}$  in 70 m Wassertiefe 1 % Lichttiefen zwischen 11 und 15 m. Schwaches Temperaturminimum bei 30 m, auf  $-0,9^{\circ}\text{C}$  in 200 m Tiefe ansteigende Temperatur (Abb. 7).
- 3) Ein deutlich geschichteter Wasserkörper im Einflußbereich der Drake-Straße mit Chlorophyllkonzentrationen um  $1 \mu\text{g/l}$  zwischen 20 und 50 m. 1 % Tiefe um 70 m, kleinere Partikel, ausgeprägtes Temperaturminimum bei 50 m ( $-1,7^{\circ}\text{C}$ ), Oberflächenwerte  $-1,1^{\circ}\text{C}$  und in 200 m auf über  $0^{\circ}\text{C}$  ansteigende Temperaturen (Abb. 8).

Die auf den Stationen am Eisrand gemessenen Spektren (Abb. 11a) zeigen in der 1 % Lichttiefe nur eine geringe Rotverschiebung (Maximum bei  $480\text{nm}$ ), was mit den relativ geringen Chlorophyllkonzentrationen übereinstimmt. Gelbstoffe enthält das Wasser nicht. Nach Filtration der Wasserproben wurden Attenuationskoeffizienten zwischen  $400 \text{ nm}$  und  $700 \text{ nm}$  gemessen, die mit denen vom reinsten Wasser innerhalb einer Abweichung von  $< 0,005 \text{ m}^{-1}$  übereinstimmen.

Die Spektren (Abb. 11c) in Gebieten mit hoher Phytoplanktonkonzentration zeigen eine starke Rotverschiebung bis  $560 \text{ nm}$  in der 1 % Tiefe. Diese Werte sind ähnlich denen in der Ostsee während der Frühjahrsblüte. Im Gegensatz dazu konnten hier keine ansteigenden Gelbstoffwerte beobachtet werden. Selbst in Wasserproben mit Chlorophyllkonzentrationen um  $25 \mu\text{g/l}$  konnten mit dem Zweistrahlphotometer keine Gelbstoffe festgestellt werden.

Die Abbildungen 11b, 11d geben die Spektren der rückgestreuten Strahlung wieder. Neben der zu erwartenden Rotverschiebung auch der rückgestreuten Strahlung ist deutlich die Chlorophyll-Absorptionsbande im roten Spektralbereich zu erkennen.



Station 116

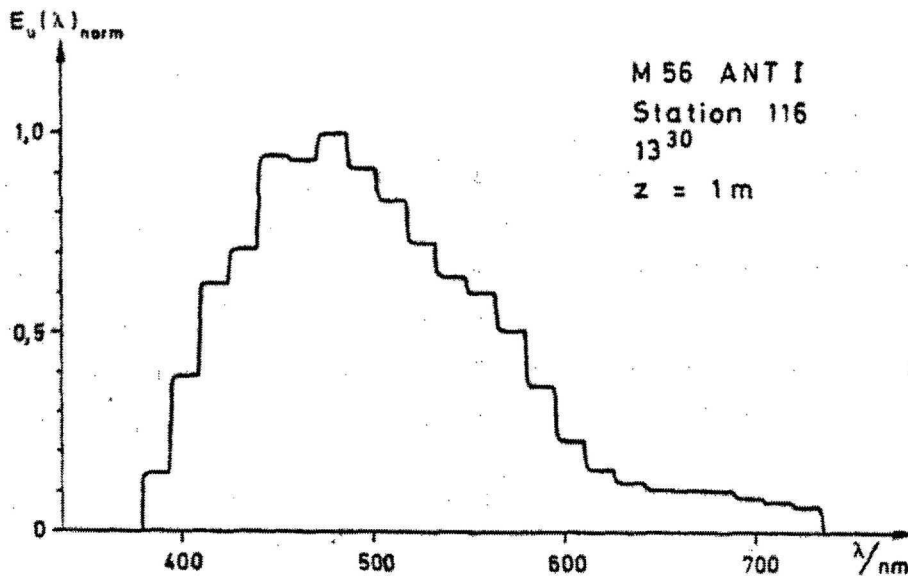
Abb. 11a

Spektrum der nach unten gerichteten Strahlung,  $E_d(\lambda)$ , in 48 m Wassertiefe am Eisrand.

1 $\frac{1}{2}$  Tiefe: 33 m, Chlorophyllgehalt ca. 1  $\mu$ g/l.

Fig. 11a

Normalized spectrum of the downwelling irradiance,  $E_d(\lambda)$ , waterdepth 48 m. Near the ice-border.



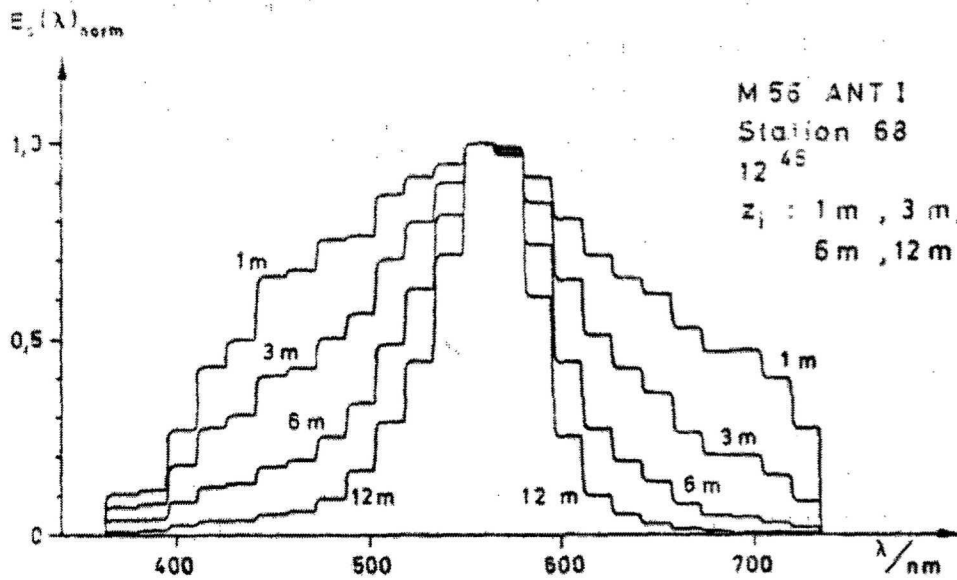
Station 116

Abb. 11b

Spektrum der rückgestreuten Strahlung,  $E_u(\lambda)$ , in 1 m Wassertiefe.

Fig. 11b

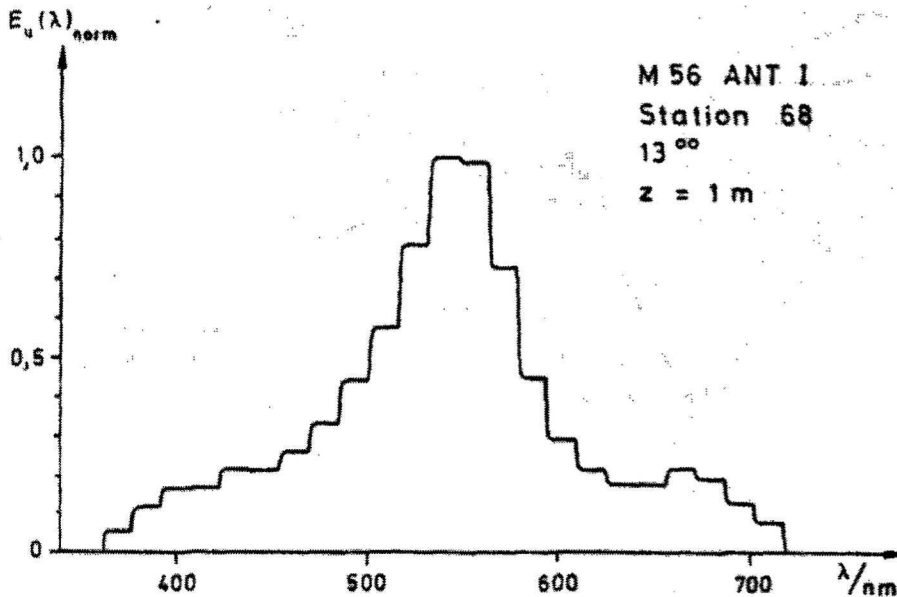
Normalized spectrum of the upwelling irradiance,  $E_u(\lambda)$ , waterdepth 1 m.



Station 68

Abb. 11c  
Spektrum der nach unten gerichteten Strahlung in verschiedenen Wassertiefen.  
1% Tiefe: 14 m, Chlorophyllgehalt an der Oberfläche ca. 25  $\mu g/l$ .

Fig. 11c  
Normalized spectrum of the downwelling irradiance,  $E_d(\lambda)$ , at different water depths.  
1% depth = 14 m, surface concentration of chlorophyll about 25  $\mu g/l$ .

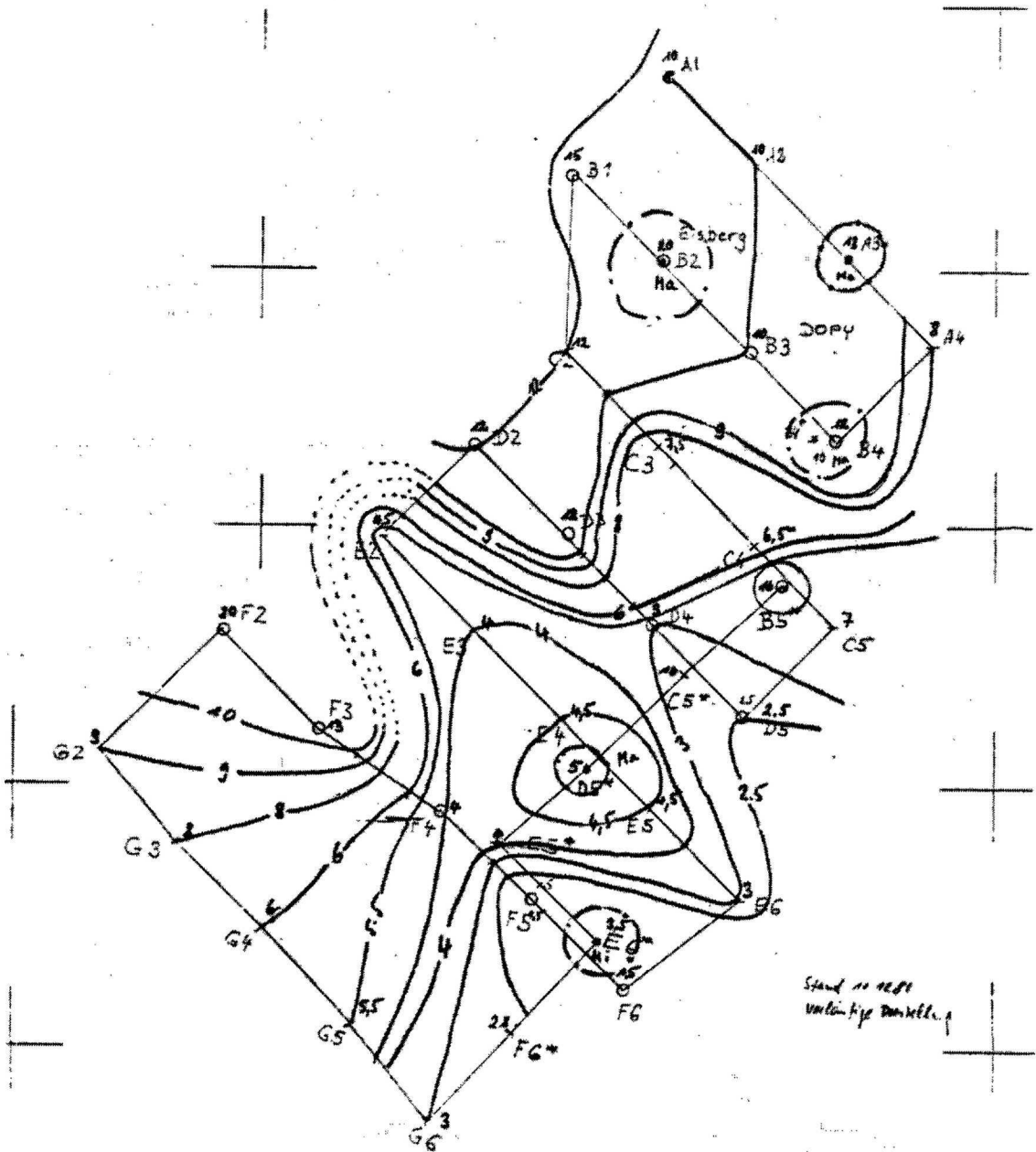


Station 68

Abb. 11d  
Spektrum der rückgestreuten Strahlung in 1 m Wassertiefe.

Fig. 11d  
Normalized spectrum of the upwelling irradiance,  $E_u(\lambda)$ , waterdepth 1 m.

Für die Untersuchung kleinskaliger Erscheinungen einer durch den Oberflächensalzgehalt charakterisierten Front wurde ein Meßnetz mit 15 Stationen abgefahren. Die Isolinien der Chlorophylloberflächenkonzentrationen sind in Abb. 12 dargestellt.



Stations 119 - 133

Abb. 12  
Isolinien der Chlorophylloberflächenkonzentration.  
Zahlenangaben beziehen sich auf  $\mu\text{g/l}$ ; aus *in-situ* Fluoreszenzmessungen.

Fig. 12  
Contour lines of surface chlorophyll concentration,  
values in  $\mu\text{g/l}$ , measured by *in-situ* fluorescence.

### 3.3 Multisondenmessungen (W. Kroebel, J. Rathlev)

Für den Einsatz der Multisonde des Instituts für Angewandte Physik auf der Expedition war sie mit einer größeren Anzahl von Sensoren ausgestattet worden, mit denen die nachfolgend aufgeführten Parameter gemessen werden konnten.

1. Druck P1
2. Temperatur T1. Hierfür stand als Standard ein Rosemount-Thermometer zur Verfügung.
3. Temperatur T2, ebenfalls von Rosemount, in einer Anordnung gegenüber T1, die Temperaturgradienten zu messen gestattete.
- 4.) 3 Thermometer eigener Bauart (Kroebel) mit einer Zeit-
- 5.) konstante von 1 ms. Davon waren 2 in einer Anordnung,
- 6.) die horizontale Gradienten zu messen erlaubte. Das 3. diente zum Studium des neuen schnellen Thermometers.
7. Elektrische Leitfähigkeit L1
8. Schallgeschwindigkeit V1
- 9.) Attenuation R0 (langwellig rot); R1 (kürzerwellig rot);
- 10.) B1 (blau)
- 11.)
12. Attenuationsdifferenz B1-R1
13. Sauerstoff O<sub>2</sub> in mg/l bzw. OK in % Sättigung
- 14.) Wasserströmung nach Betrag CA und Richtung CD gegen Nord
- 15.) (Einordnung mit einem Magnetkompaß)
16. Salzgehalt S1 berechnet als Funktion f (L1, T1, P1)
17. Anomalie des spezifischen Volumens D1 als Funktion f (S1, T1, P1)
18. Differenz DG der Schallgeschwindigkeit berechnet aus S1, T1 und P1 nach DelGrosso und direkt gemessen (V1)

Das Gerät ist computergesteuert und speichert zunächst alle kalibrierten Meßwerte und abgeleitete Größen auf Magnetband. Aus ihnen wurden unmittelbar nach den Aufnahmen, die nur während des Fierens erfolgten, die Meßergebnisse in beliebigen Zusammenhängen geplottet. Die Bearbeitung erfolgte in Form von graphischen Darstellungen zunächst als Funktion von der Tiefe. Alle Werte der oben erwähnten Parameter wurden 5x pro Sekunde gemessen.

Die Meßstationen sind in der Wegekarte der Expedition eingetragen. Auf ihnen wurde die oben beschriebene Multisonde auf den Stationen 15 - 151 bei 88 Profilmessungen eingesetzt. Sie ergaben die Grundlage über die Hydrographie des Arbeitsgebietes.

Für jeden der oben angeführten Parameter wurden die zugehörigen Profildarstellungen der jeweils durchmessenen Wassersäule angefertigt.

Ein Beispiel eines T- und S-Profiles ist in dem Fahrtbericht von W. Zenk zu finden (Abb. 24). Charakteristische Profilverläufe für größere Tiefen des antarktischen Meeresbereiches sind in den Abb. 13 - 15 der Station 151 wiedergegeben. Um eine genügend hohe Tiefenauflösung zu erhalten, ist in den Darstellungen nur ein Teilbereich der Tiefenskala abgebildet.

Hingewiesen sei auf die häufig beobachteten Änderungen der Strömungsrichtungen der im wesentlichen vertikal geschichteten Wassersäule. In Abb. 16, Kurve CD, wurde zwischen A und B z.B. eine Richtungsänderung von fast  $180^\circ$  gemessen. Sie geht für die Wasserschicht zwischen B und C um etwa  $180^\circ$  zurück und fällt von C nach D wieder um  $112^\circ$ . Bei der Kurve CA, in welcher der Absolutbetrag der Strömungsgeschwindigkeit dargestellt ist, ist der Fehler durch mögliche Schiffsbewegungen noch nicht korrigiert. Die Messung der Strömungsrichtung erfolgt mit einem Magnetkompaß und ist unabhängig von möglichen Drehungen der Sonde am Trägerseil. Eine Zuordnung der durch ihre Strömungsrichtung gekennzeichneten Wasserkörper zu charakteristischen Merkmalen, z.B. im Temperaturprofil, ist größtenteils möglich. Eine solche Korrespondenz besteht aber nicht für alle charakteristischen Merkmale, z.B. eines Temperaturprofils.

Zwischen den Eisbergen werden die Temperaturunterschiede gering. Ihre Strukturen werden nur bei Auflösung in der Temperatur bis  $0,001^\circ\text{C}$  erkennbar. Solche Wasserkörper können als nahezu homogen angesprochen werden (vergl. Abb. 17).

Indessen ergeben sich sehr häufig aus den Werten für CD, die die Strömungsrichtungen angeben, wesentliche Unterschiede zwischen oberflächennahem Wasser und tieferen Schichten. Dies zeigt das CD-Profil in Abb. 18, wo sich die Richtung von oben nach unten um ca.  $220^\circ$  ändert.

An Stellen großer Tiefen, so bei der Station 150, wurden Richtungsänderungen von mehreren vollen Umdrehungen in den Strömungen in der Wassersäule gemessen. Dies wird am Beispiel der Abb. 19 dargelegt. Hier ändert sich im Tiefenbereich von O-A die Strömungsrichtung um  $360^\circ$ , ebenso zwischen A und B sowie zwischen B und C, wobei im letzteren Fall noch Richtungsänderungen in positivem und negativem Sinne auftreten.

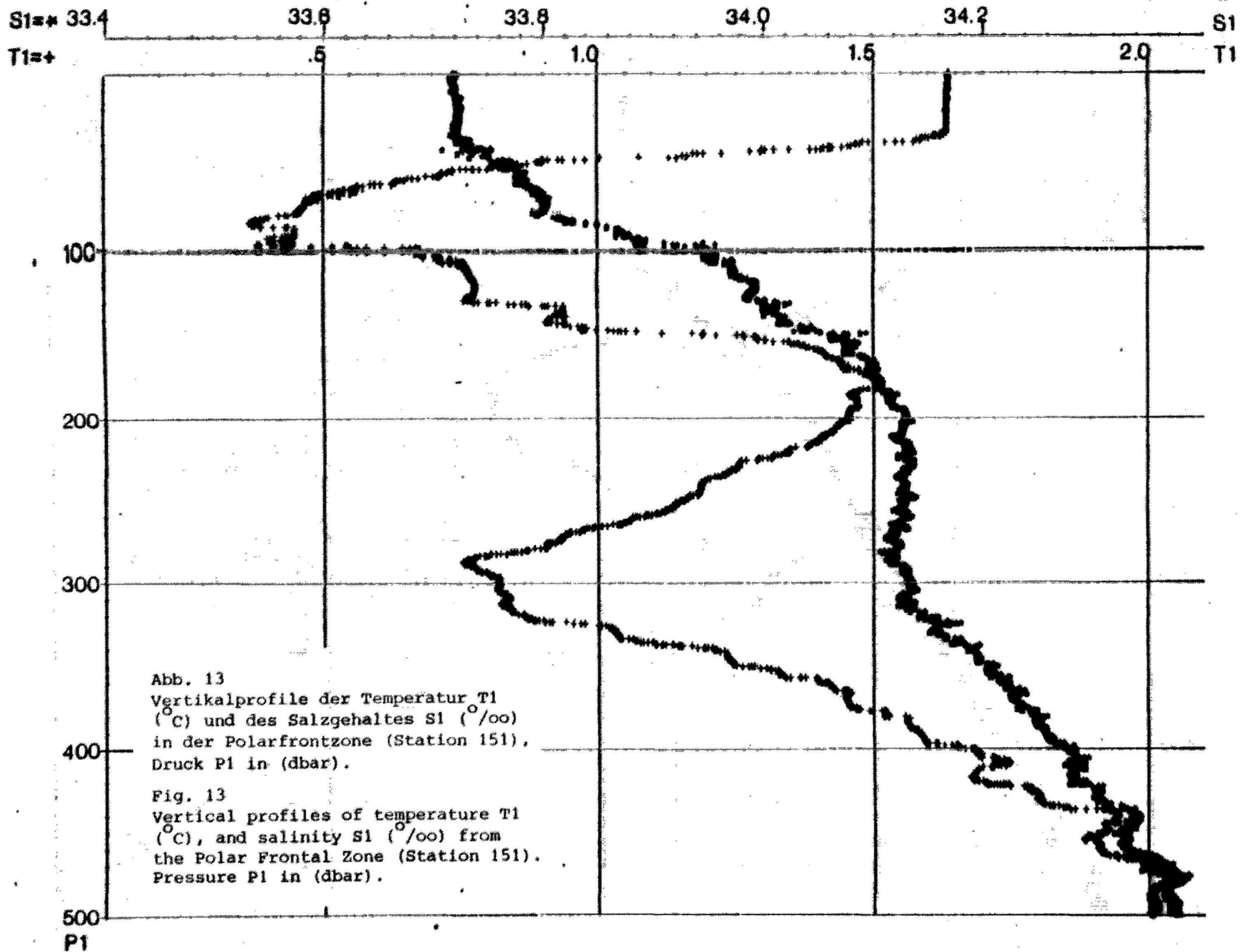


Abb. 13  
 Vertikalprofile der Temperatur T1  
 (°C) und des Salzgehaltes S1 (‰/oo)  
 in der Polarfrontzone (Station 151),  
 Druck P1 in (dbar).

Fig. 13  
 Vertical profiles of temperature T1  
 (°C), and salinity S1 (‰/oo) from  
 the Polar Frontal Zone (Station 151).  
 Pressure P1 in (dbar).

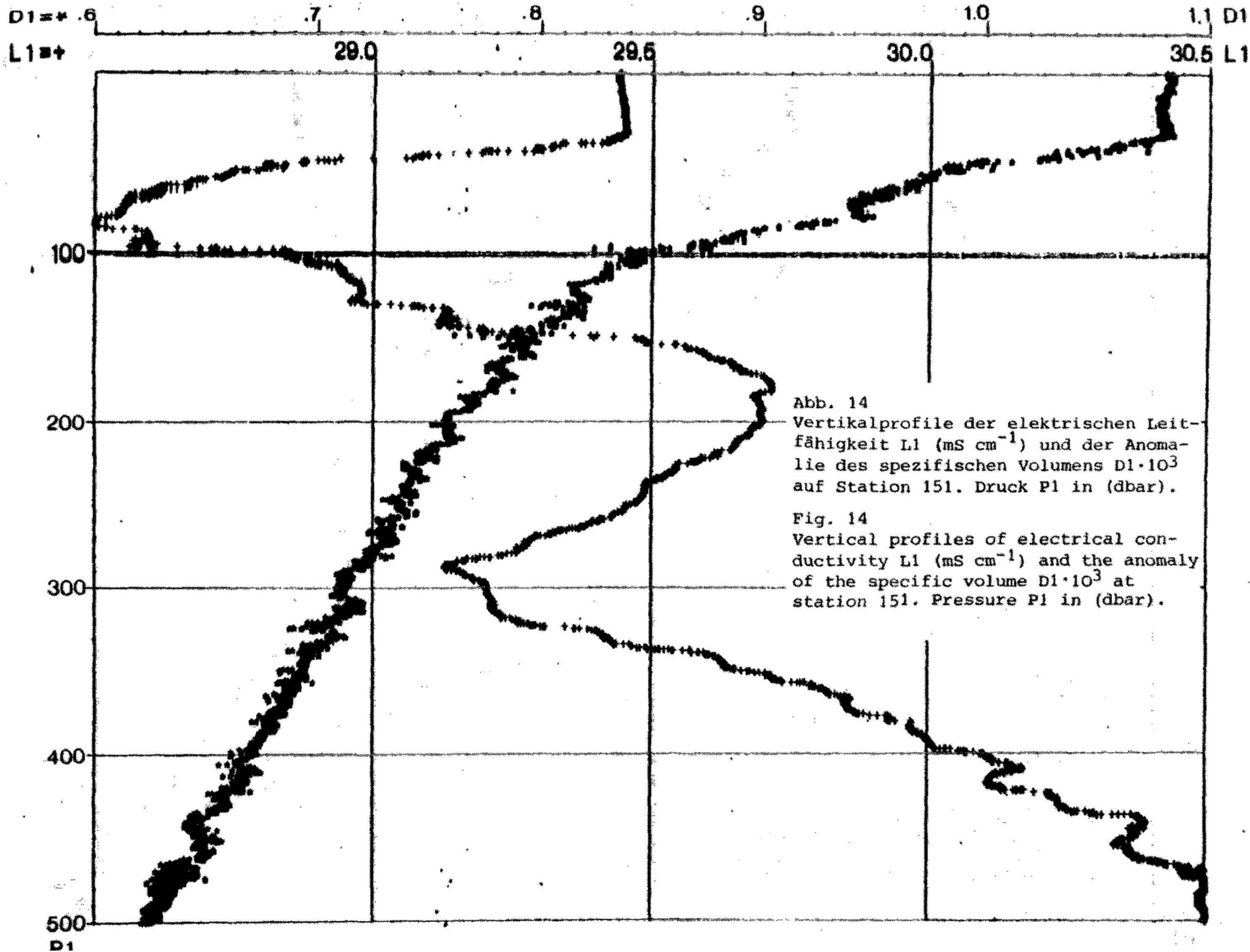


Abb. 14  
 Vertikalprofile der elektrischen Leitfähigkeit  $L1$  ( $\text{mS cm}^{-1}$ ) und der Anomalie des spezifischen Volumens  $D1 \cdot 10^3$  auf Station 151. Druck  $P1$  in (dbar).

Fig. 14  
 Vertical profiles of electrical conductivity  $L1$  ( $\text{mS cm}^{-1}$ ) and the anomaly of the specific volume  $D1 \cdot 10^3$  at station 151. Pressure  $P1$  in (dbar).



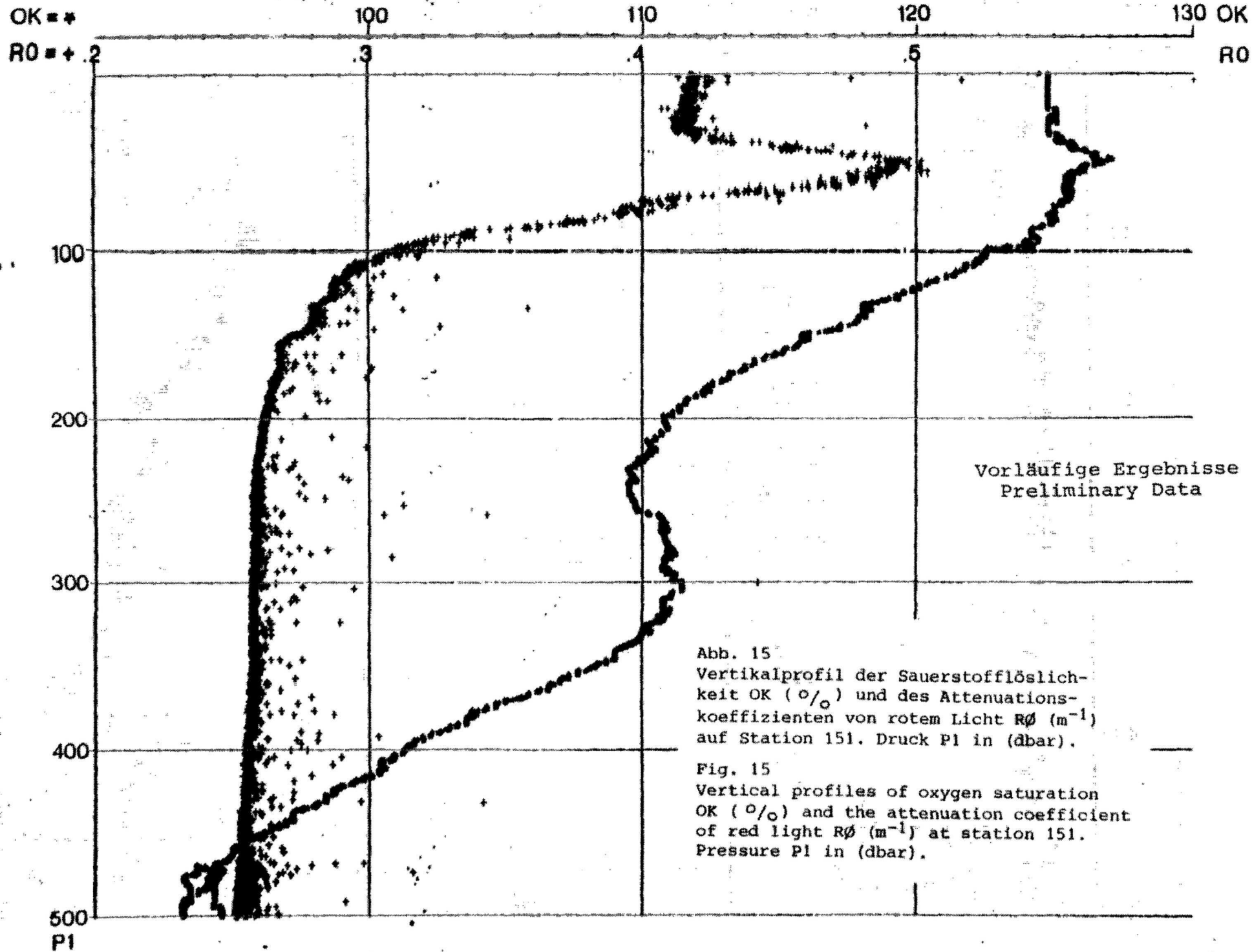


Abb. 15  
Vertikalprofil der Sauerstofflöslichkeit OK (‰) und des Attenuationskoeffizienten von rotem Licht R<sub>0</sub> (m<sup>-1</sup>) auf Station 151. Druck P<sub>1</sub> in (dbar).

Fig. 15  
Vertical profiles of oxygen saturation OK (‰) and the attenuation coefficient of red light R<sub>0</sub> (m<sup>-1</sup>) at station 151. Pressure P<sub>1</sub> in (dbar).

CD = \*

-180

0

180

360 CD

CA = +

50

100

150 CA

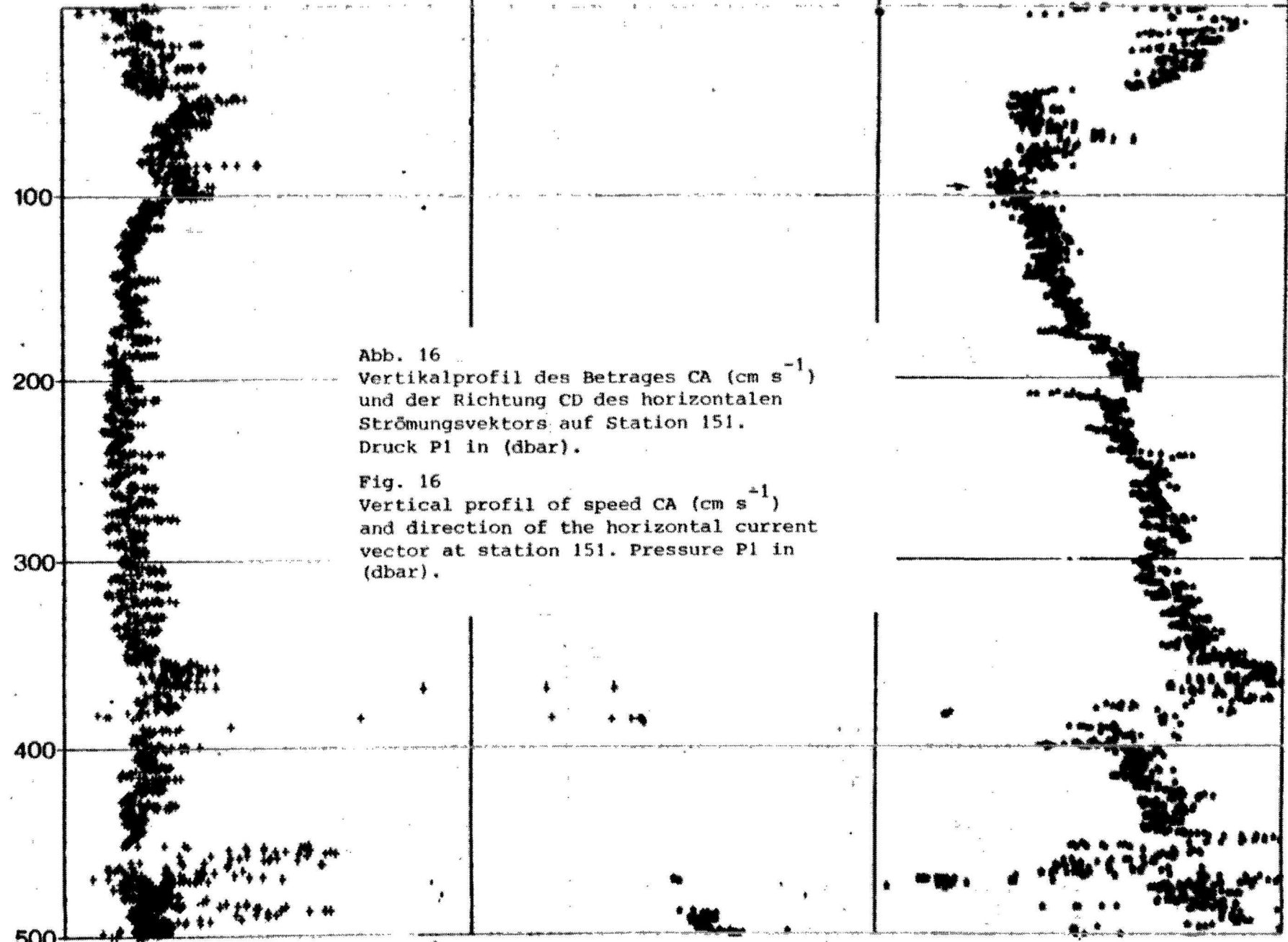


Abb. 16  
 Vertikalprofil des Betrages CA ( $\text{cm s}^{-1}$ )  
 und der Richtung CD des horizontalen  
 Strömungsvektors auf Station 151.  
 Druck P1 in (dbar).

Fig. 16  
 Vertical profil of speed CA ( $\text{cm s}^{-1}$ )  
 and direction of the horizontal current  
 vector at station 151. Pressure P1 in  
 (dbar).

P1

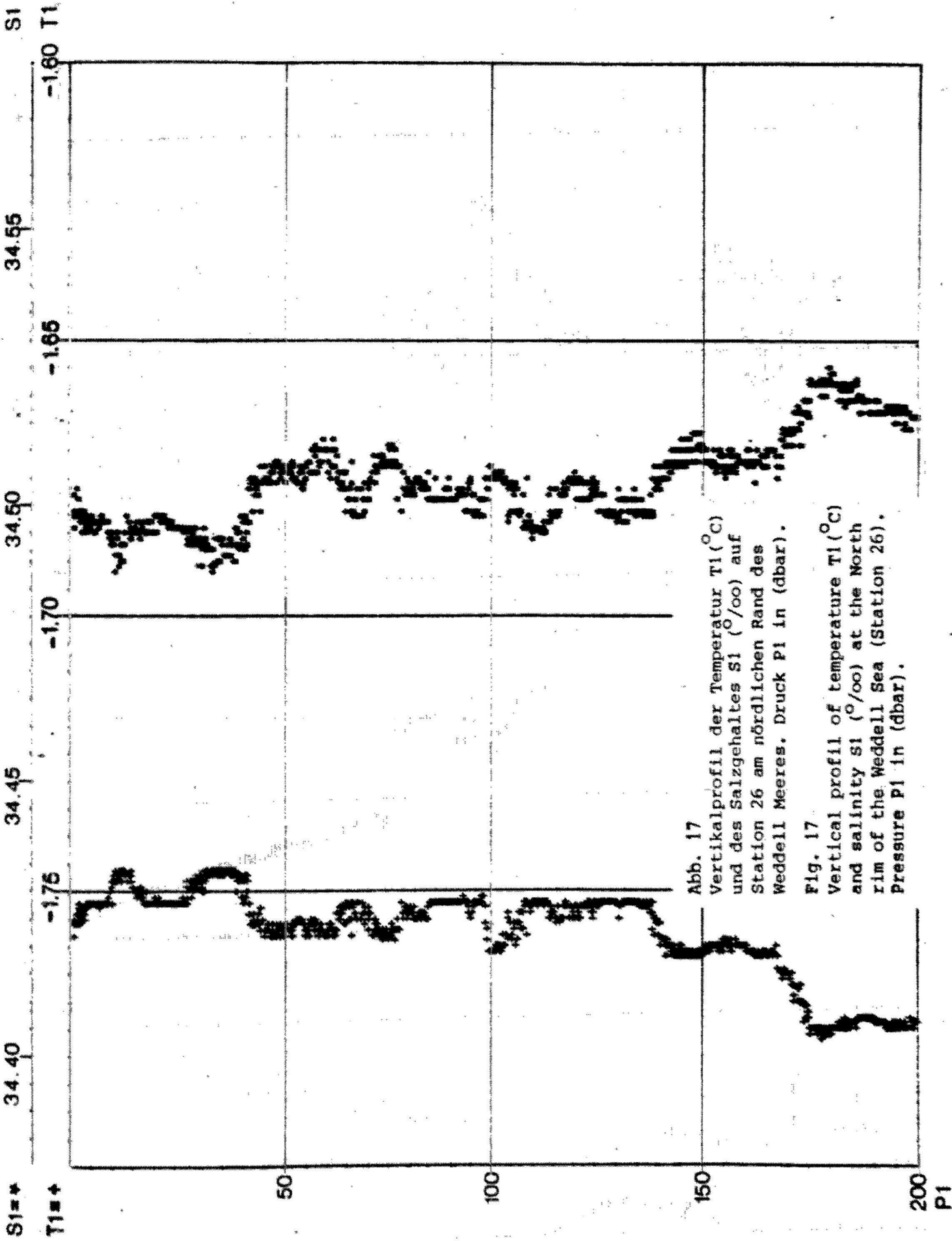


Abb. 17  
 Vertikalprofil der Temperatur T1 (°C)  
 und des Salzgehaltes S1 (‰) auf  
 Station 26 am nördlichen Rand des  
 Weddell Meeres. Druck P1 in (dbar).

Fig. 17  
 Vertical profile of temperature T1 (°C)  
 and salinity S1 (‰) at the North  
 rim of the Weddell Sea (Station 26).  
 Pressure P1 in (dbar).

CD = \*

-180

0

180

360 CD

CA = +

20

40

60

80

100 CA

Abb. 18

Vertikales Profil der horizontalen  
Geschwindigkeit CA ( $\text{cm s}^{-1}$ ) mit zuge-  
höriger Richtung CD auf Station 26.  
Druck P1 in (dbar).

Fig. 18

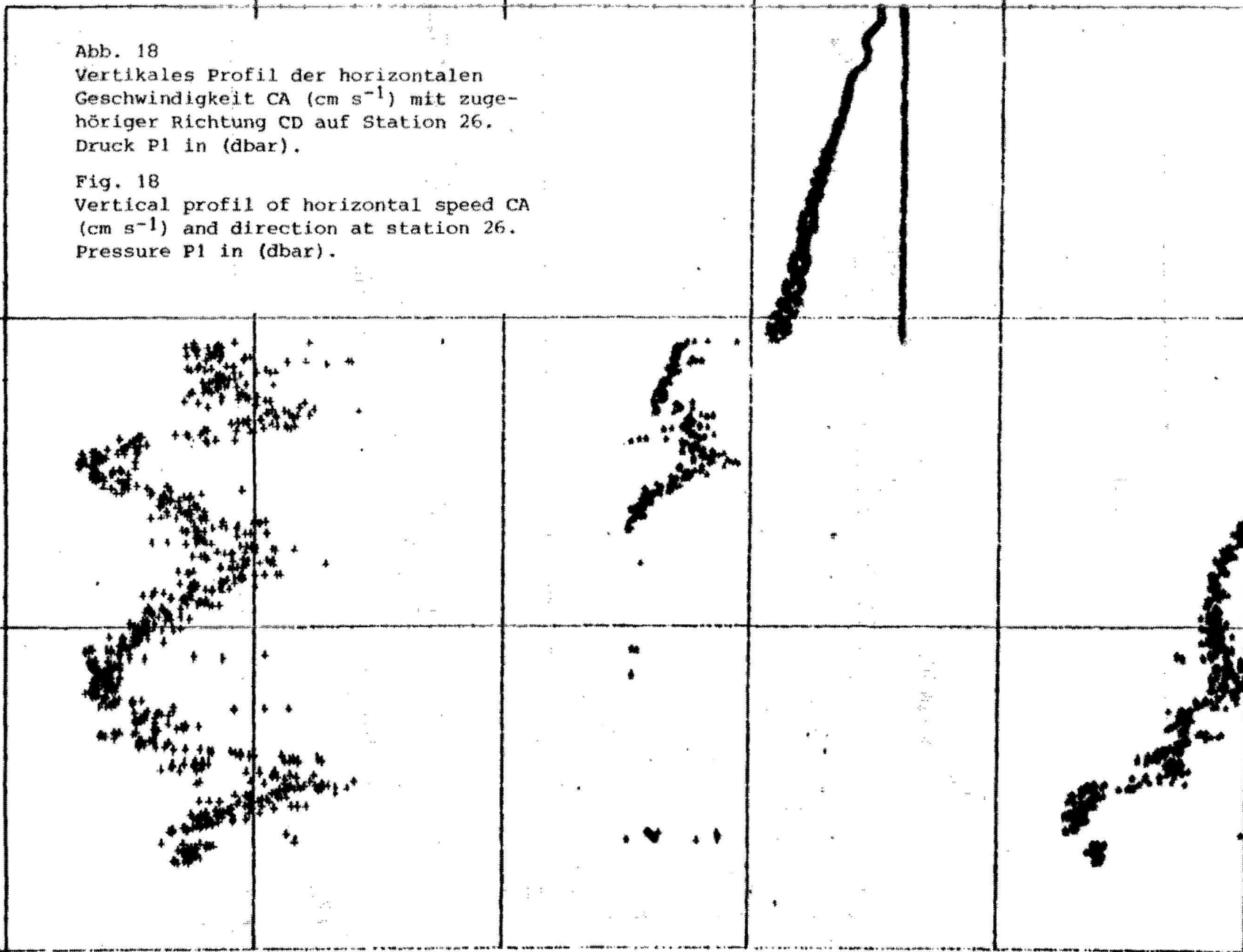
Vertical profile of horizontal speed CA  
( $\text{cm s}^{-1}$ ) and direction at station 26.  
Pressure P1 in (dbar).

100

200

300

P1



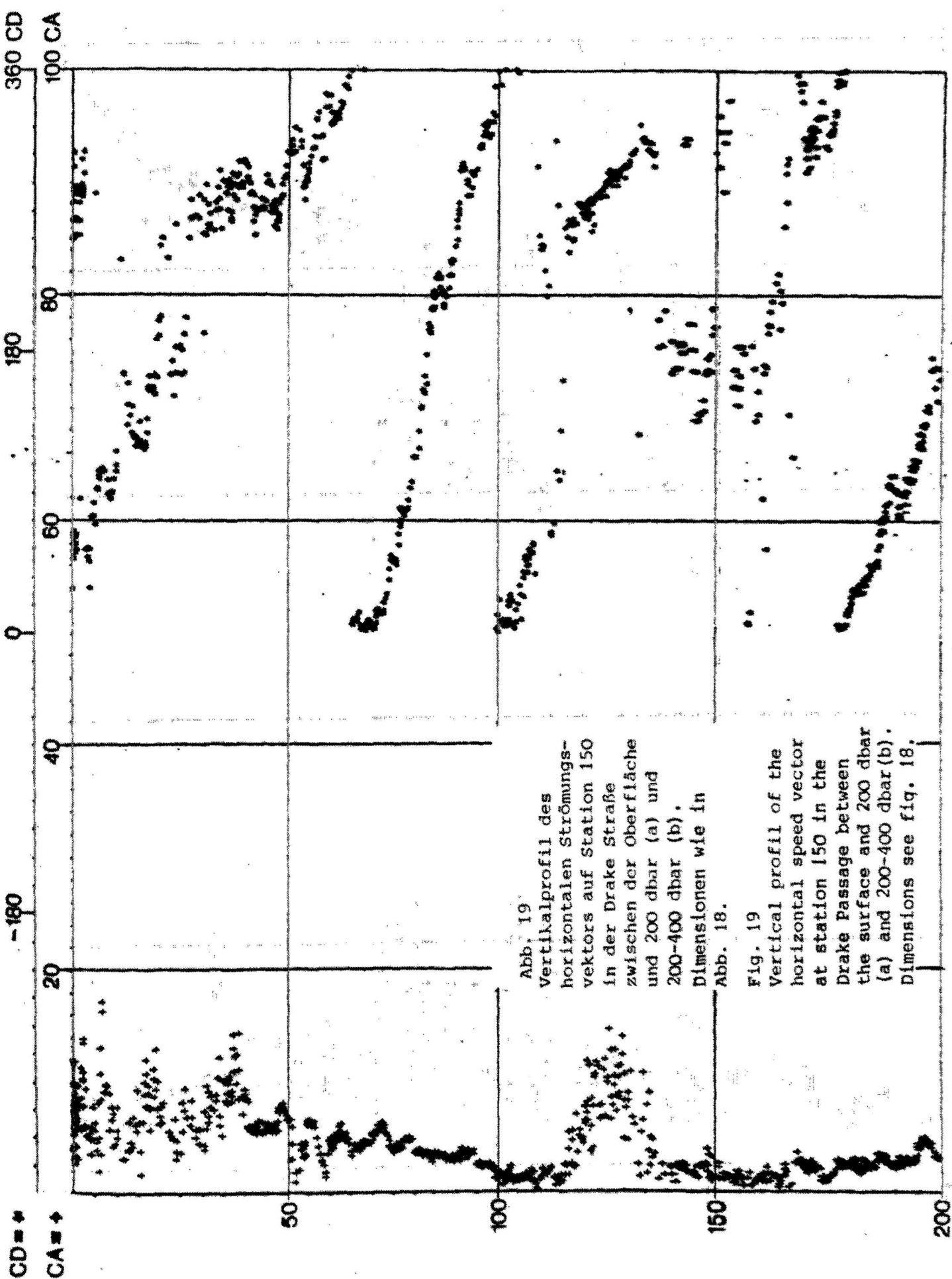


Abb. 19  
 Vertikalprofil des  
 horizontalen Strömungs-  
 vektors auf Station 150  
 in der Drake Straße  
 zwischen der Oberfläche  
 und 200 dbar (a) und  
 200-400 dbar (b).  
 Dimensionen wie in  
 Abb. 18.

Fig. 19  
 Vertical profile of the  
 horizontal speed vector  
 at station 150 in the  
 Drake Passage between  
 the surface and 200 dbar  
 (a) and 200-400 dbar (b).  
 Dimensions see fig. 18.

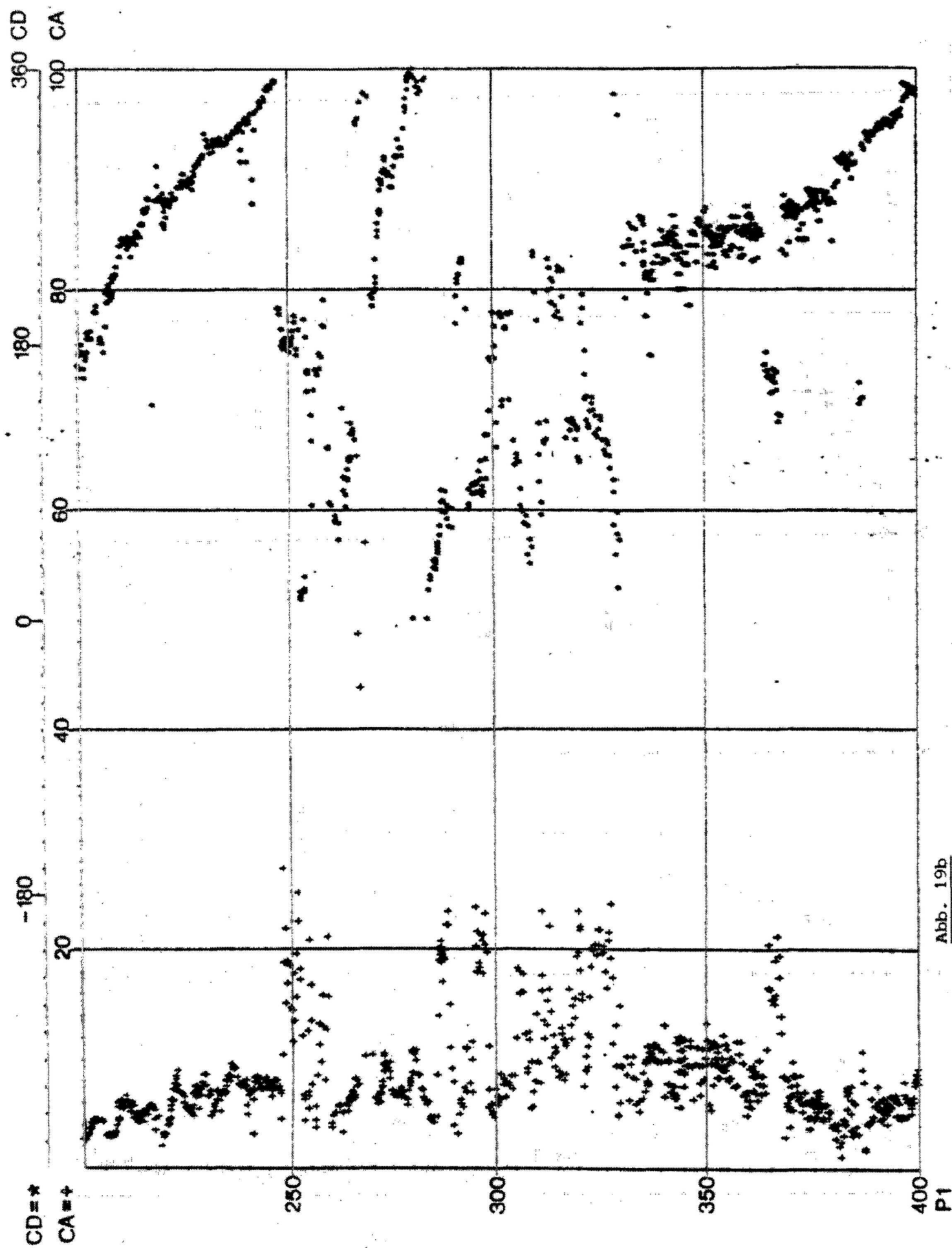


Abb. 19b

P1

Der Versuch, in die Multisonde einen Strömungsmesser zu integrieren, liefert in der Richtungsbestimmung wichtige zusätzliche Informationen über die üblichen Parameterwerte bei Profilmessungen hinaus. Für die Absolutmessung der Strömungen müssen noch andere Wege eingeschlagen werden.

Der Planktonsammler, der ebenfalls in die Multisonde integriert werden konnte, hat neben schaltungstechnischen vor allem noch mechanische Probleme bereitet. Diese sind wohl auf die sehr tiefe Wassertemperatur zurückzuführen. Es konnten jedoch auch mit ihm erste sehr positive Ergebnisse erzielt werden.

Während der Reise wurden 31 Temperaturprofile an das Deutsche Hydrographische Institut in Hamburg per Telex übermittelt.

### 3.4 Dynamik der ozeanischen Deckschicht

#### 3.4.1 Beobachtungen mit DOPY (U. Petersohn, H. Eigenbrod, R.U. Mittelstaedt)

Zur Untersuchung der Temperaturfeinstruktur und Stromscherungen im oberflächennahen Bereich des Meeres wurde die Meßboje DOPY (drifting oceanographic profile buoy) eingesetzt. Abb. 20 zeigt eine Skizze des Aufbaus der Meßboje. Die vertikale Lage der Boje ist sehr stabil, ähnlich einer SPAR-Boje. Sie wird im wesentlichen nur durch die Orbitalbewegungen an der Plattform bestimmt. Der flexible Mast läßt sich um weitere 12 m verlängern, um auch bei hohem Seegang geringe vertikale Bewegungen zu erhalten. Dieser Einsatzfall wurde jedoch nur während der Trier- versuche vor den Falkland Inseln erprobt und in den Meßgebieten nicht angewendet, da wegen des geringen Seegangs die kürzere Version der Boje immer genügend gute Stabilität zeigte.

#### Meßketten

Eine Reihe von Sensoren, Meßketten und eine Sinkstoffalle wurden unterhalb der Plattform eingesetzt. Es standen folgende Meßsonden zur Verfügung: 3 Temperaturmeßketten mit jeweils 8 Transistoren und 1 m Abstand (Meßwertauflösung  $10^{-3}$  K); eine Dichtemeßkette mit 8 kombinierten Temperatur-Leitfähigkeitssensoren in jeweils 1 m Abstand; 3 Drucksensoren (Fa. Paoscientific, Meßwertauflösung 3 mm WS bzw. 1 mm WS); 1 Beschleunigungssonde, 2 akustische Strömungsmesser (Fa. ME Meereselektronik) mit eingebautem Kompaß zur direkten Bestimmung der Nord- und Ostkomponente des horizontalen Strömungsvektors.

Im Laufe der Experimente fielen 2 Temperaturketten und die Dichtemeßkette durch Wassereinbruch aus. Ein Strömungsmesser zeigte falsche, nicht interpretierbare Werte an, so daß ab Station 93 die Meßkette in folgender Zusammenstellung zum Einsatz kam: Druck- und Beschleunigungssonde (16 m), Strömung (17 m), Temperaturkette (von 18,50 m bis 25,50 m), Drucksonde (26,50 m), Drucksonde (76 m), Sinkstoffalle (100 m).

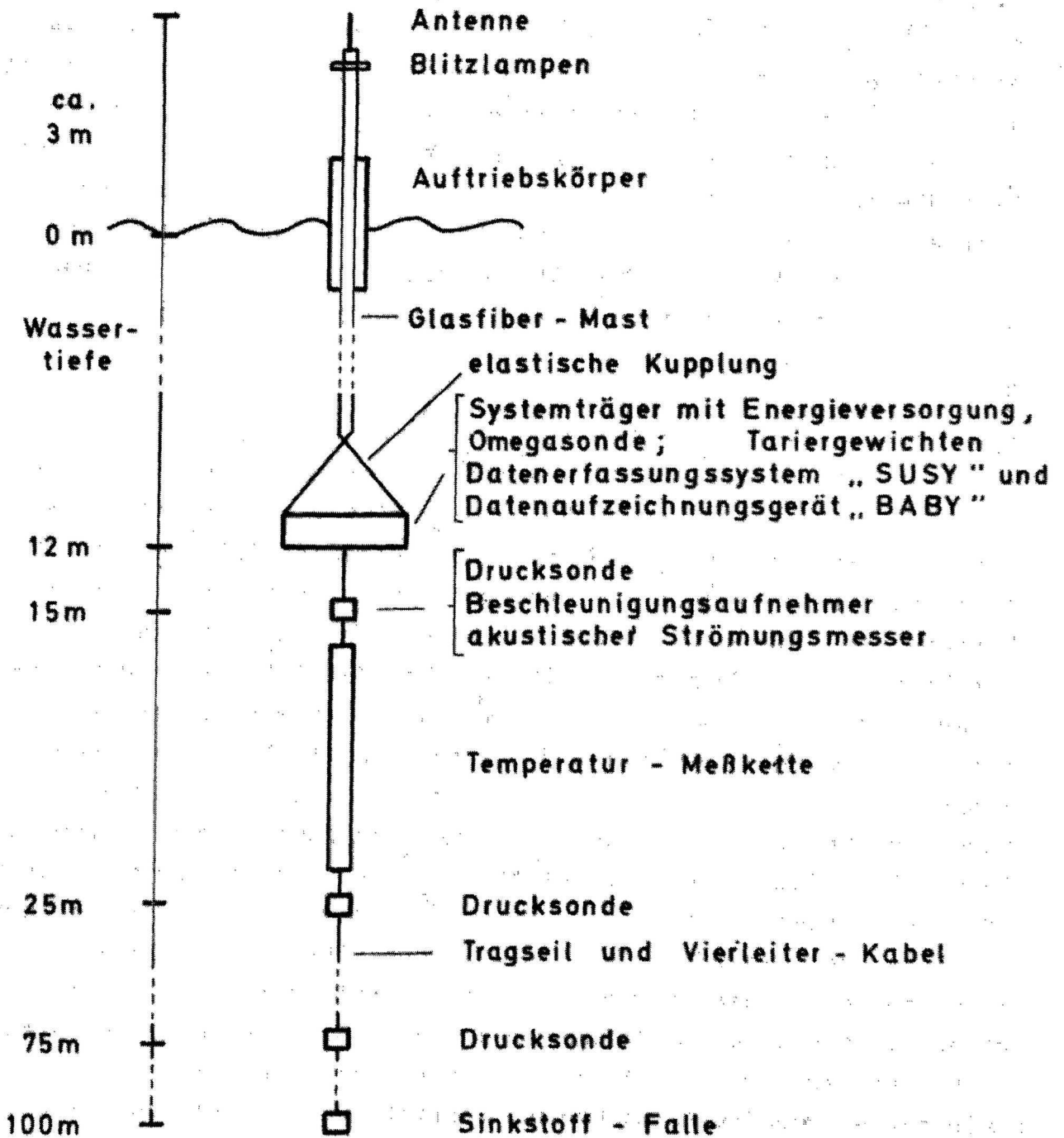
Die Sensoren wurden grundsätzlich sehr schnell abgefragt, die Temperaturwerte von jedem Sensor alle 2,6 Sekunden, alle anderen Sensoren 3x pro Sekunde. Während der Station 93, als DOPY über längere Zeit über 20 sm vom Schiff entfernt war, wurden wegen der begrenzten Speicherkapazität auf der Boje



Abb. 20  
Die treibende Datenboje DOPY

Fig. 20  
Drifting data buoy DOPY

## Driftende Meßboje „ DOPY ”



vom 4.12., 8.30 GMT bis zum 5.12., 3.40 GMT die Sensoren alle 10 Sekunden abgefragt.

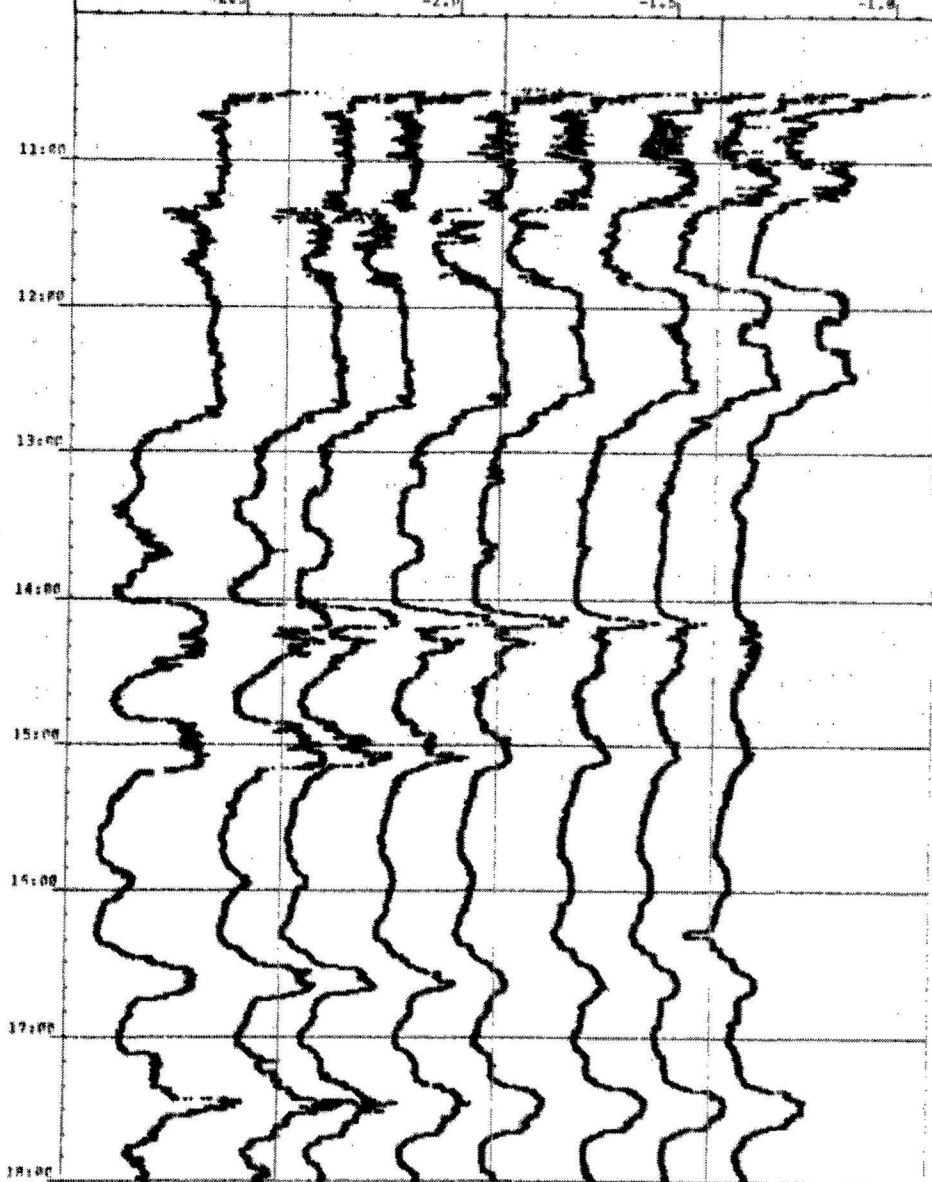
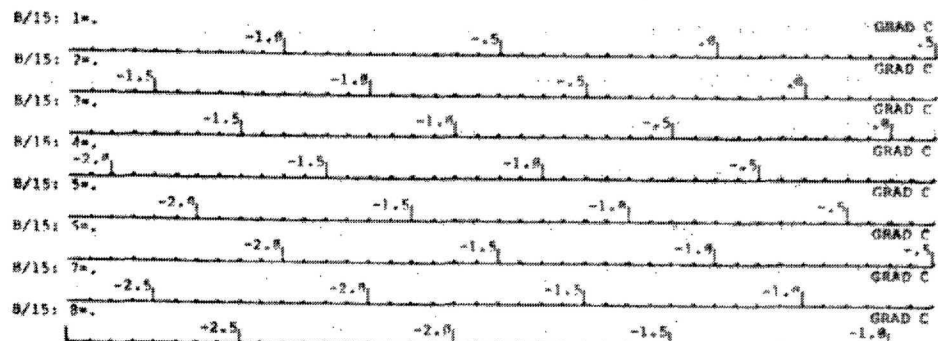
### Bordgerät

Die Meßfolge der einzelnen Sensoren und der Programmablauf wird von dem Datenerfassungssystem SUSY (submerged data acquisition system) auf der Boje gesteuert. Die Meßdaten werden auf der Boje auf Kassetten ( ~ 30 Mbit) gespeichert und (oder) per Funk direkt zum Schiff übertragen (max. Meßwerte von 55 Sensoren 3x pro Sekunde) und dort auf Magnetband gespeichert. SUSY ist per Funk mit Hilfe des Bordrechners programmierbar, deshalb war es möglich, zu Beginn jedes Experiments ausführlich Funktionstests durchzuführen, den Meßablauf während der Station 93 zu ändern und den Kassettenspeicher in Abhängigkeit von der Sicherheit der Datenübertragung per Funk an- bzw. abzustellen. Während dieses Fahrtabschnittes wurden die Daten bis zu einer Entfernung von ca. 8,5 sm nahezu fehlerfrei übertragen. Mit Hilfe des Bordrechners waren Realtime und Near-Realtime Datenauswertungen möglich.

### Ortung

Mit Hilfe einer eigenen Peilantenne und einem Peilgerät, das die 466,33 MHz Trägerfrequenz der Datenübertragung verwendet, wurde die Richtung der treibenden Boje DOPY relativ zum Schiff bis zu einer Entfernung von ca. 20 sm sicher bestimmt. Größere Entfernungen traten während der durchgeführten Experimente nicht auf. Während der Stationen 101 und 109 blieb das Schiff im Nahbereich der Boje, so daß über die schiffseigene Satelliten-Navigationsanlage und Radarpeilung der Driftweg verfolgt wurde. Darüber hinaus wurden auf der Boje und auf dem Schiff OMEGA-Empfänger eingesetzt. Während des gesamten Fahrtabschnittes erfolgte eine Dauerregistrierung der OMEGA-Daten und der Satellitendurchgänge. Parallel hierzu wurde in Punta Arenas eine Satellitenregistrierung für eine Auswertung nach dem Translocationsverfahren durchgeführt. Die Daten von den OMEGA-Stationen wurden während der DOPY-Experimente zur Bestimmung des Ortes relativ zum Schiff herangezogen, so daß bei Entfernungen bis zu 8 sm ständig diese Daten vorhanden waren und das Wiederauffinden der Boje erheblich erleichterte. Bei jedem Experiment konnte die Boje ohne Suchmanöver des Schiffes direkt angelaufen werden.

Die eigentliche Auswertung der Daten zur Ortsbestimmung muß jedoch postexperimentell erfolgen.



STATION 118 DOPY EINSATZ IN EINER FRONTZONE; ROHDATEN DER TEMPERATUR-MESSKETTE  
 1. SENSOR IN 18 M WASSERTIEFE, SENSORABSTAND 1 M  
 ABSOLUT-KALIBRIERUNG NOCH NICHT EINGERECHNET

Abb. 21

Typische Zeitserie einer Temperaturkette (8 Sensoren), während eines DOPY-Einsatzes

Fig. 21

Typical time series of an eight-sensor temperature chain, obtained from DOPY drifting free in a frontal zone

(Raw data, absolute calibration not yet applied, sensors #1 to #8 drawn from left to right, 1st sensor in a depth of 18 m)

## Arbeitsprogramm

Auf dem ersten Abschnitt der Meteorfahrt 56 drang durch ein Bullauge Seewasser in den Meßraum und spritzte mit großer Wucht in nahezu alle elektronischen Geräte der Bordstation des DOPY und in beide laufenden OMEGA-Stationen. Dieser Schaden wurde per Telex gemeldet, so daß Ersatzgeräte und Ersatzteile mitgebracht werden konnten. Noch während der Hafenzeit in Montevideo begannen am 10.11. die Reparaturarbeiten. Die Schäden waren jedoch größer als angenommen. Funktionsuntüchtig waren das Plattenlaufwerk des Rechners, die Hardcopy-Ausgabe (Hytype), ein Display, ein Magnetbandgerät, die Lesegeräte für Kassetten, die Peilvorrichtung, beide OMEGA-Empfänger und ein Netzgerät. Bis zur Ankunft im Meßgebiet konnten bis auf das Magnetbandgerät und das Netzgerät alle Geräte zum Teil provisorisch repariert werden. Das Kassetten-Lesegerät und die Hytype fielen jedoch später wieder aus. Infolge der Schäden wurde die zügige Auswertung der gemessenen Daten stark beeinträchtigt, so daß, anders als geplant, die vollständige Datenaufbereitung erst in Kiel erfolgen kann. Das Hauptaugenmerk mußte deshalb auf das zuverlässige Datensammeln beschränkt bleiben.

Die durchgeführten Meßprogramme sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Als eingesetzte Sensoren sind nur diejenigen aufgeführt, die zuverlässige Meßwerte zeigten.

Station	Beginn/Ende	Eingesetzte Sensoren	Einsatzdauer	Bemerkungen
ohne Nr.	17.11.	p, b	-	Tarierversuch vor den Falklandinseln
21	22.11.	alle vorhandenen	-	Tarierversuche und Test der Ketten
27	12.30-14.30h 25.11.	3x p, 1x b, 1x V, 24x T	2 Std.	Meßkette vom Schiff aus, in der Nähe des Packeisgürtels
29	20.10-21.10h 25.11.	3x p, 1x b, 1x V, 24x T	1 Std.	Meßkette vom Schiff aus, Abbruch wegen Eislage
38	18.00-21.00h 27.11.	3x p, 1x b, 1x V, 16x T	3 Std.	Meßkette vom Schiff aus
39	22.40h 27.11.- 03.00h 28.11.	3x p, 1x b, 1x V, 8x T	4 Std.	Meßkette vom Schiff aus, Schiff treibt zwischen 2 Eisbergen
70	02.30-04.00h 30.11.	keine Meßdaten wegen technischen Defekts		Meßketten von DOPY
93	23.20h 03.12.- 06.00h 05.12.	3x p, 1x b, 1x V, 8x T, SF + OMEGA	30 Std.	DOPY vor der Station von
101	15.00h 07.12.- 15.00h 08.12.	3x p, 1x b, 1x V, 8x T, SF, OMEGA	24 Std.	DOPY in der Weddel-See
109	20.00h 08.12.- 03.00h 09.12.	3x p, 1x b, 1x V, 8x T, SF, OMEGA	7 Std.	DOPY in der Weddel-See, Abbruch wegen Eislage
118	10.30h 10.12.- 04.00h 11.12.	3x p, 1x b, 1x V, 8x T, SF, OMEGA	17.5 Std.	DOPY in der Front

Tabelle 1 Meßeinsatz DOPY. p Drucksensor, T Temperatursensor, b Beschleunigungsmesser, V akustischer Strömungsmesser, SF Sinkstoffalle

Table 1 Measuring scheme DOPY. p pressure sensor, T temperature sensor, b acceleration sensor, V acoustic current meter, SF Sediment trap

### 3.4.2 Thermosalinograph-Messungen (W. Zenk)

Vom 14.11. bis 17.12.1980 wurde die Oberflächentemperatur zusammen mit dem -salzgehalt kontinuierlich aufgezeichnet. Die Registrierung erfolgte auf Papierrolle und in Form von Zahlenausdrucken mit Hilfe des DHI-Thermosalinographen in Labor 4. Der Salzgehaltsfühler war an der 1500 l/h-Pumpe in Labor 3 angeschlossen. Der Temperatursensor wurde im hydrographischen Schacht installiert. Das System arbeitete weitgehend störungsfrei. Zur laufenden Kontrolle der angezeigten Salzgehaltsdaten wurden insgesamt 51 Wasserproben abgefüllt.

Ein Beispiel für die Nützlichkeit der fortlaufenden Salzgehaltsregistrierung zeigt Abb. 22, auf der Salzgehaltsschwankungen auf drei Kursen östlich der King George-Insel dargestellt sind. Bemerkenswert ist der Salzgehaltssprung am unteren Rand dieser Abbildung, der außer in den beiden dargestellten Fällen insgesamt 5 Mal in dieser Region im Umkreis von nur wenigen Quadratkilometern über 20 Tage hinweg beobachtet wurde.

Diese Diskontinuität war die Veranlassung für eine systematische Detailstudie in Matratzenform, an der sich am 10./11.12.1980 zahlreiche Arbeitsgruppen gemeinsam betätigten

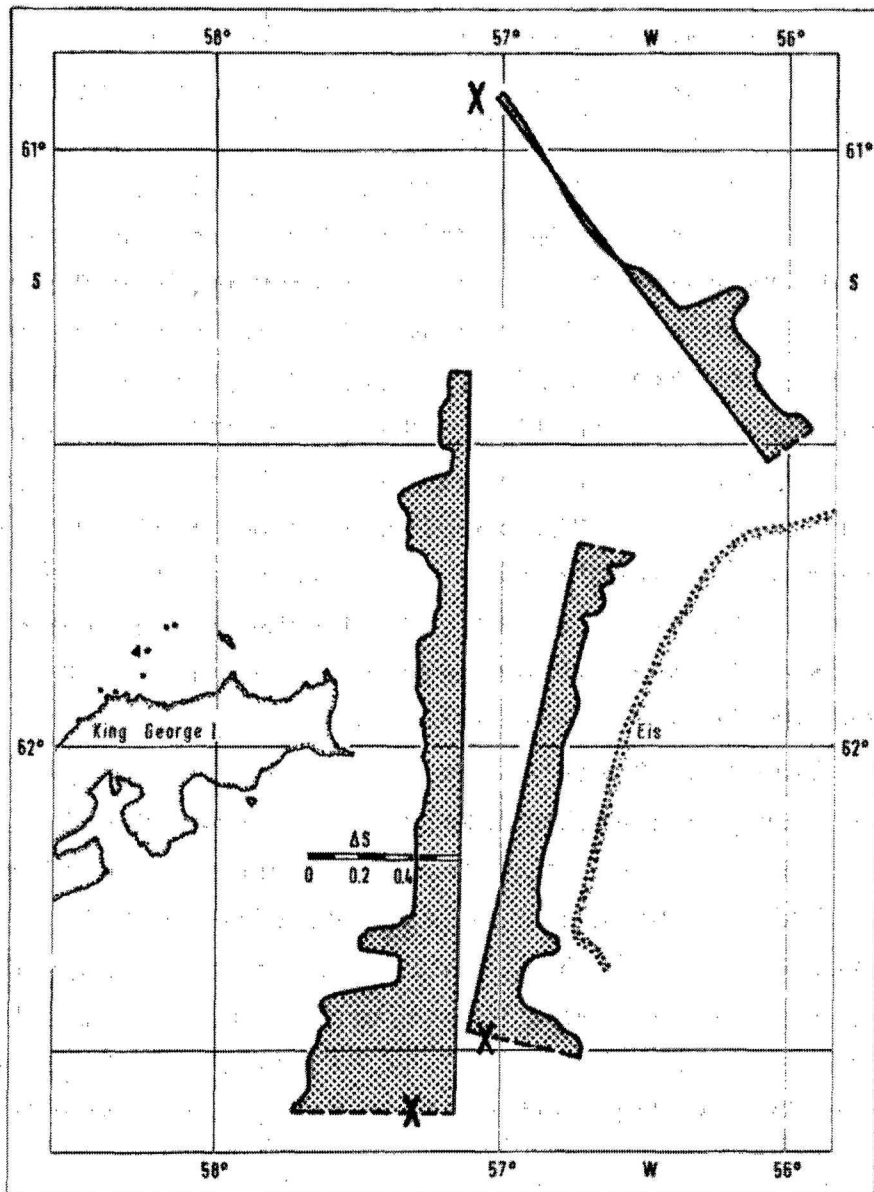


Abb. 22: Schwankungen des Oberflächensalzgehaltes auf drei Kursen in der nordöstlichen Bransfield Straße am 2. und 3.12.1980. Im Bereich des Salzgehaltssprungs bei ca.  $62^{\circ}20' S$ ,  $57^{\circ}10' W$  wurde am 10. und 11.12.1980 eine dreidimensionale Aufnahme zahlreicher physiologisch/biologisch/chemischer Parameter durchgeführt (vgl. Abb. 12). Außerdem sind die Positionen der Verankerungen B4, B1 und 270 eingetragen.

Fig. 22: Surface salinity fluctuations from three track lines through the NE Bransfield Straits, (2/3 December 1980). Next to the salinity step at appr.  $62^{\circ}20' S$ ,  $57^{\circ}10' W$  a three dimensional study of numerous physical/biological/chemical parameters was performed (10/11 December 1980, cf. fig. 12). In addition the positions of moorings B4, B1 and 270 are displayed.

### 3.5 Bodenwasser-Transport im Bereich des nördlichen Südantillenbogens (W. Zenk)

Bei der Betrachtung einer tektonischen Karte Südamerikas fällt die Existenz einer durchgehenden untermeerischen Verbindung zwischen Feuerland und Grahamland im Zuge des Südantillenbogens besonders auf. Teile dieses jungen Faltengebirges (Kreide bis Tertiär) sind die Inselgruppen der Falkland (Malediven) Inseln, Südgeorgien, Süd-Sandwich sowie die Süd-Orkney und Süd-Shetland Inseln, die der antarktischen Halbinsel vorgelagert sind. Klimatologisch und ozeanographisch gesehen kommt dem nördlichen Teil des Südantillenbogens eine besondere Bedeutung zu. Etwa auf der Hälfte zwischen den Falkland Inseln und Südgeorgien schneidet die Polarfrontzone (Konvergenz), welche antarktische von subantarktischen Wassermassen trennt, bei ca.  $53^{\circ}\text{S}$ ,  $48^{\circ}\text{W}$  nahezu rechtwinklig die Verbindungslinie zwischen beiden Inselgruppen. Die Tatsache, daß die Polarfrontzone gerade hier im Vergleich zu ihrem zirkumpolaren Auftreten ihre stärkste Meridional Komponente hat und sie kaum zonalen Verlagerungen unterworfen ist, muß direkt verknüpft sein mit der Bodentopographie dieser Region. Die morphologische Karte zeigt dort eine Satteltiefe zwischen der Burdwood Bank im Westen und den Shak Rocks im Osten. Tektonisch handelt es sich um eine Bruchzone mit Tiefen zwischen 3000 und 3400 m, welche für das Bodenwasser als Durchlaßöffnung zwischen Scotia See (Südantillen Meer) und Argentinischem Becken dient.

Ein Ziel der Reise war die Beobachtung des Bodenwassers an der genannten Stelle in Bezug auf seine physikalische Schichtung und sein Bewegungsverhalten. Als Arbeitshypothese schwebte uns das vergleichbare Bild des Overflows aus dem NO-Atlantik vor. FS 'Meteor' hatte im Jahre 1973 im Bereich der nördlichen Polarfront das unperiodische Überströmen von kaltem Bodenwasser über die verschiedenen Schwellen zwischen Island und Schottland intensiv untersucht. Die Arbeiten wurden in den anschließenden Jahren durch Langzeitverankerungen ergänzt.

Am 23.12.1979 war von Bord des FS 'Polarsirkel' auf der Position  $52^{\circ}52'\text{S}$ ,  $48^{\circ}19'\text{W}$  eine bodennahe Strömungsmesserverankerung auf 3008 m Tiefe von den norwegischen Ozeanographen T. Gamelsrød und N. Slotsvik ausgelegt worden. Die



Meßkette enthielt je einen Aanderaa-Strömungsmesser im Abstand von 35 und 85 m über dem Boden sowie einen Satz von chemischen Proben zur Bestimmung der Karbonatlöslichkeit, der von Dr. Wefer aus San Diego zur Verfügung gestellt worden war. Diese Verankerung (Abb. 23) mit der IfM Nr. 259 sollte auf dem Fahrtabschnitt ANT I geborgen werden.

Wir erreichten den Ort der Verankerung 259 mit 'Meteor' am 19.11.1980 im Morgengrauen gegen 0200 Bordzeit. Die Sicht im Arbeitsgebiet wurde durch Nebel, der sich in der Polarfrontzone bildete, mit Sichtweiten von stellenweise unter 100 m stark beeinträchtigt. Ein erster Anruf des akustischen Auslösers bestätigte die erhoffte Existenz der Meßkette am Meeresboden. Eine sich anschließende Vermessung im Bereich von vier Quadratseemeilen erbrachte kaum noch eine Verbesserung der akustischen Verbindung zum Auslöser, woraus zu schließen war, daß wir den Verankerungsort mit größtmöglicher Sicherheit erreicht hatten.

Die Bergung innerhalb kurzer Zeit wäre ohne Nebel problemlos gewesen. Um in dieser Situation die Chancen zum Wiederfinden einer an der Oberfläche schwimmenden Verankerung nach der Auslösung zu verbessern, wurden mittels des neuen 27-MHz Richtfunkpeilempfängers der 'Meteor' und dem Schlauchboot Peilversuche durchgeführt. Leider verliefen diese ohne greifbare Ergebnisse.

Es wurde deshalb beschlossen, die Vorkenntnisse über die Richtung und Stärke des Zirkumpolarstromes am Ort der Verankerung zu nutzen und die Versetzung der kurzen Meßkette während des Aufsteigens abzuschätzen. Als um 1100 BZ die Sichtkette sich vorübergehend auf ca. 800 m erhöhte, wurde der Ballast abgesprengt, und nach einer Steigzeit von 47 Minuten wurde um 12.08 der Bojensender im Funkraum der 'Meteor' gehört. Nach nur zehn Suchminuten konnte die Verankerung gefunden werden. Um 12.46 war die gesamte Meßkette an Bord. Die Geräte machten einen äußerlich völlig korrosionsfreien Eindruck. Der Strommesser in 85 m Abstand über dem Boden kam jedoch ohne Rotor an Deck. Die mittlere Aufstiegs- geschwindigkeit betrug  $1,1 \text{ ms}^{-1}$ .

Wegen der durch Nebel aufgetretenen Verzögerung im Verlauf der Arbeiten mußte der im Anschluß an die Aufnahme geplante Ost-West-Schnitt mit der Multisonde durch die Polarfrontzone auf das Minimum von drei Stationen verkürzt werden. Mittels

DEPTH  
[m]

CLEARANCE FROM  
BOTTOM  
[m]

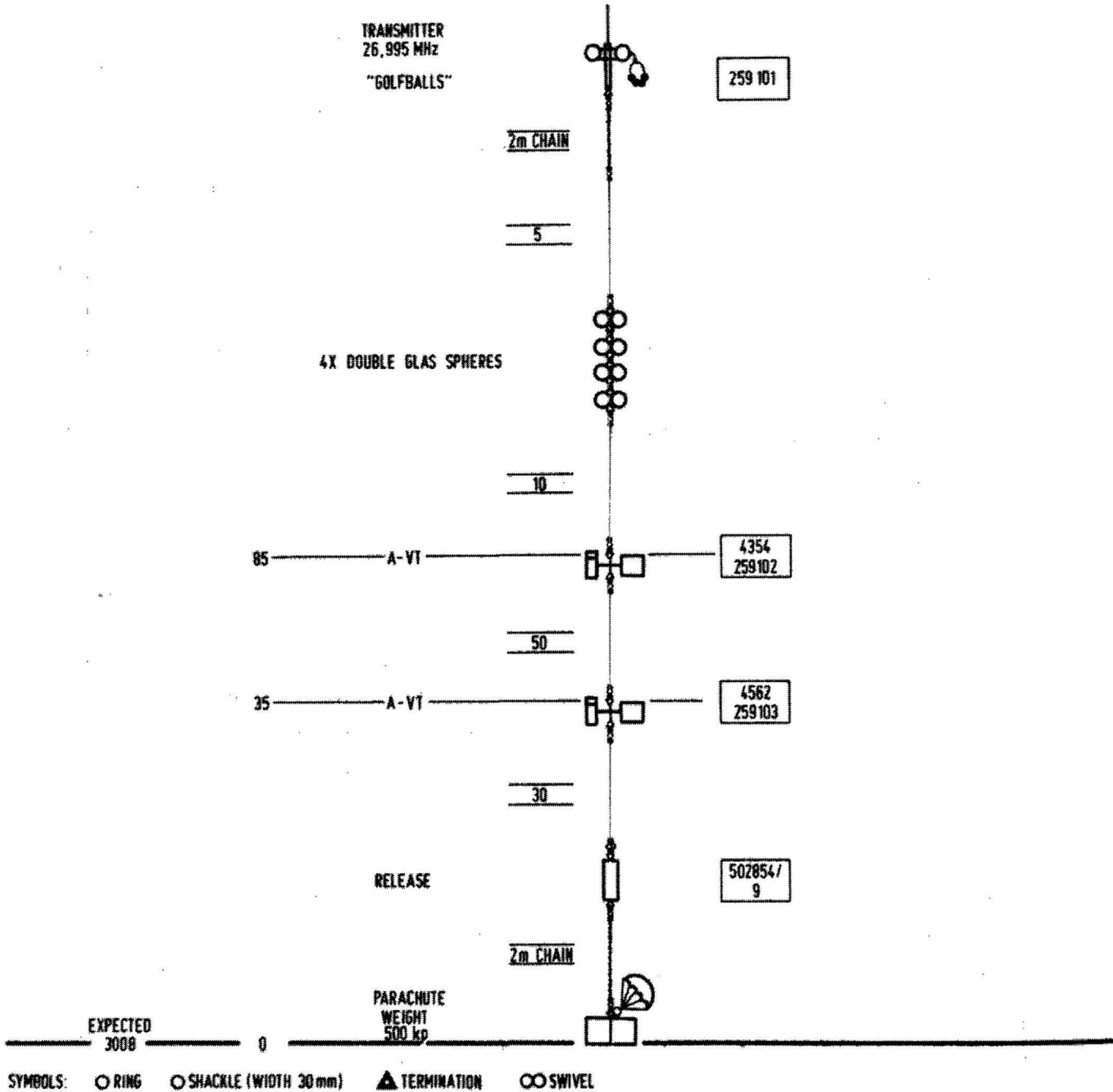
INSTRUMENT  
TYP

LENGTH  
[m]

INSTRUMENT #  
IFM  
REF #

INSTRUMENT #

0 3008



SYMBOLS: ○ RING   ○ SHACKLE (WIDTH 30mm)   ▲ TERMINATION   ∞ SWIVEL

- REMARKS:
- 1) LONG- TERM NEAR BOTTOM MOORING.
  - 2) "GOLFBALLS" BY G. WEFER. SID. FOR CARBONATE RESOLVING TEST.
  - 3) CURRENT METERS FOR MONITORING ANTARCTIC BOTTOM WATER SPREADING.
  - 4) POSITION AT "CONRAD" STATION # CC-18.313  
 $\varphi = 52^{\circ}54,8' S$  ,  $\lambda = 48^{\circ}23,9' W$   
 OR AT ANY DEEPER LOCATION IN VICINITY.

INSTITUT FÜR MEERESKUNDE  
KIEL

MOORING №: 259

SHIPS: R.V., POLARSIRKEL", R.V. METEOR  
 EXPEDITION: PRE-SITE-SURVEY, ANT 1  
 SEA AREA: SCOTIA-SEA  
 DEPTH: 3008m  
 DATE OF LAUNCHING: 22 DEC. 1979  
 DATE OF RECOVERY: 19 NOV. 1980

des Rosettenwasserschöpfers wurden gemeinsam mit der Multi-sonde auf den Stationen Nr. 15, 17 und 18 die Nährstoffe und der Sauerstoffgehalt der Wasserproben bestimmt.

Eine vorläufige Sichtung der drei Multisondenstationen zeigt übereinstimmend die Existenz einer Bodengrenzschicht. In Abb. 24 sind die bodennahen Vertikalprofile der Temperatur, des Salzgehaltes und des Sauerstoffes zusammen mit den Strömungsmessertiefen dargestellt. Deutlich ist die 70 m dicke Bodengrenzschicht zu sehen, die eine treppenförmige Abnahme der Temperatur von  $0,49^{\circ}\text{C}$  auf  $0,41^{\circ}\text{C}$  zeigt.

Auch eine vorläufige Beurteilung der aufgezeichneten Strömungsmesserdaten ist schon jetzt möglich. Abb. 25 zeigt eine Zeitserie der Temperatur, der Strömungsrichtung und -geschwindigkeit, wie sie 35 m über dem Boden nach dem Auslegen am 23.12.1979 innerhalb von sechs Wochen registriert wurde. Diese ausgewählte Zeitreihe zeigt Stromgeschwindigkeitsschwankungen im halbtäglichen Gezeitenband und im Bereich von mehreren Tagen. Die Maximalgeschwindigkeit liegt bei über  $45\text{ cm s}^{-1}$ . Mit dem Overflow-Ereignis zwischen dem 10.1. und 17.1.1980 sind deutliche Temperatursprünge von ca.  $0,3^{\circ}\text{C}$  verbunden. Der Überströmvorgang findet in Richtung NNW statt, was im Einklang mit der örtlichen Topographie steht. Mit der Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit ist eine Stabilisierung der Richtungsanzeige verknüpft. Die höchsten Geschwindigkeiten wurden übereinstimmend von beiden Geräten in 35 und 85 m Bodenabstand wenige Tage vor Ende der elfmonatigen Registrierung beobachtet. Sie lagen bei  $75\text{ cm s}^{-1}$ , was im Falle des oberen Gerätes zum Verlust des Rotors führte, weil dieser nach der langen Einsatzdauer dem 'Sturm' nicht mehr gewachsen war.

Ich danke den norwegischen Kollegen an dieser Stelle für die Auslegearbeiten, die sie auf der 'Polarsirkel' durchführten und Dr. Rathlev für die Hilfe bei der rechnerunterstützten Bearbeitung des Datenmaterials noch während der laufenden Reise.

METEOR 56      DATUM: 19.11. 80      STATION: 15      PROFIL: 4

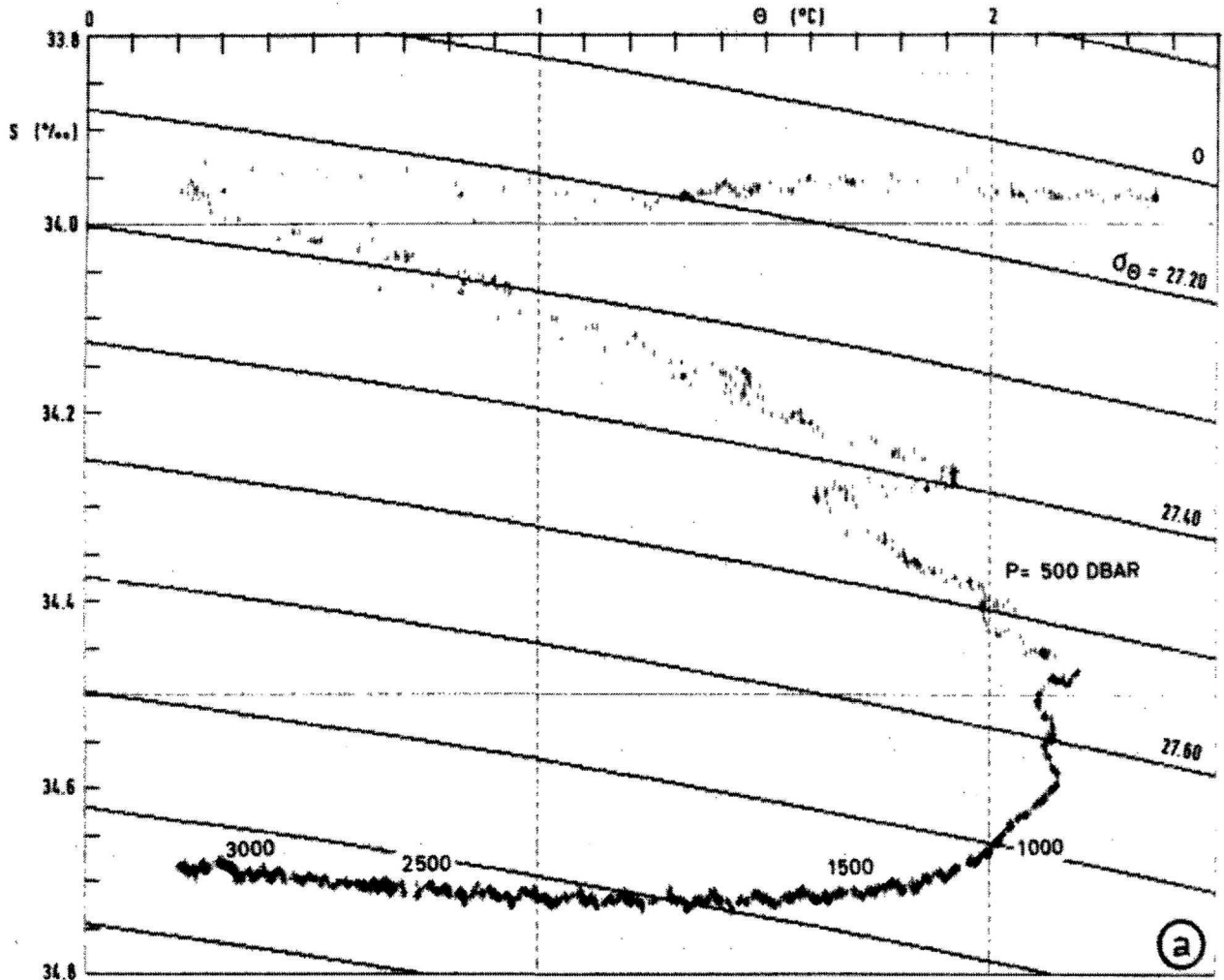
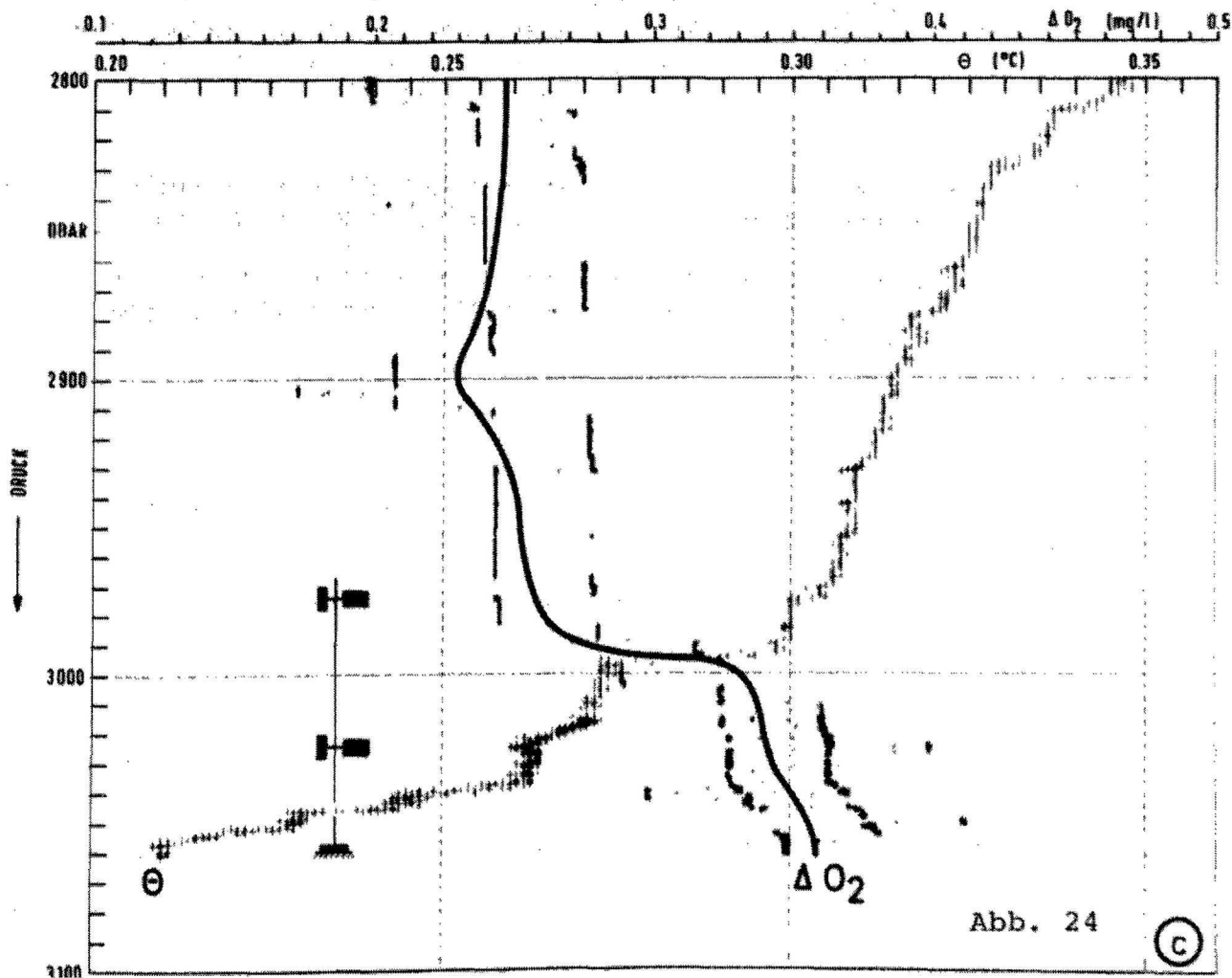
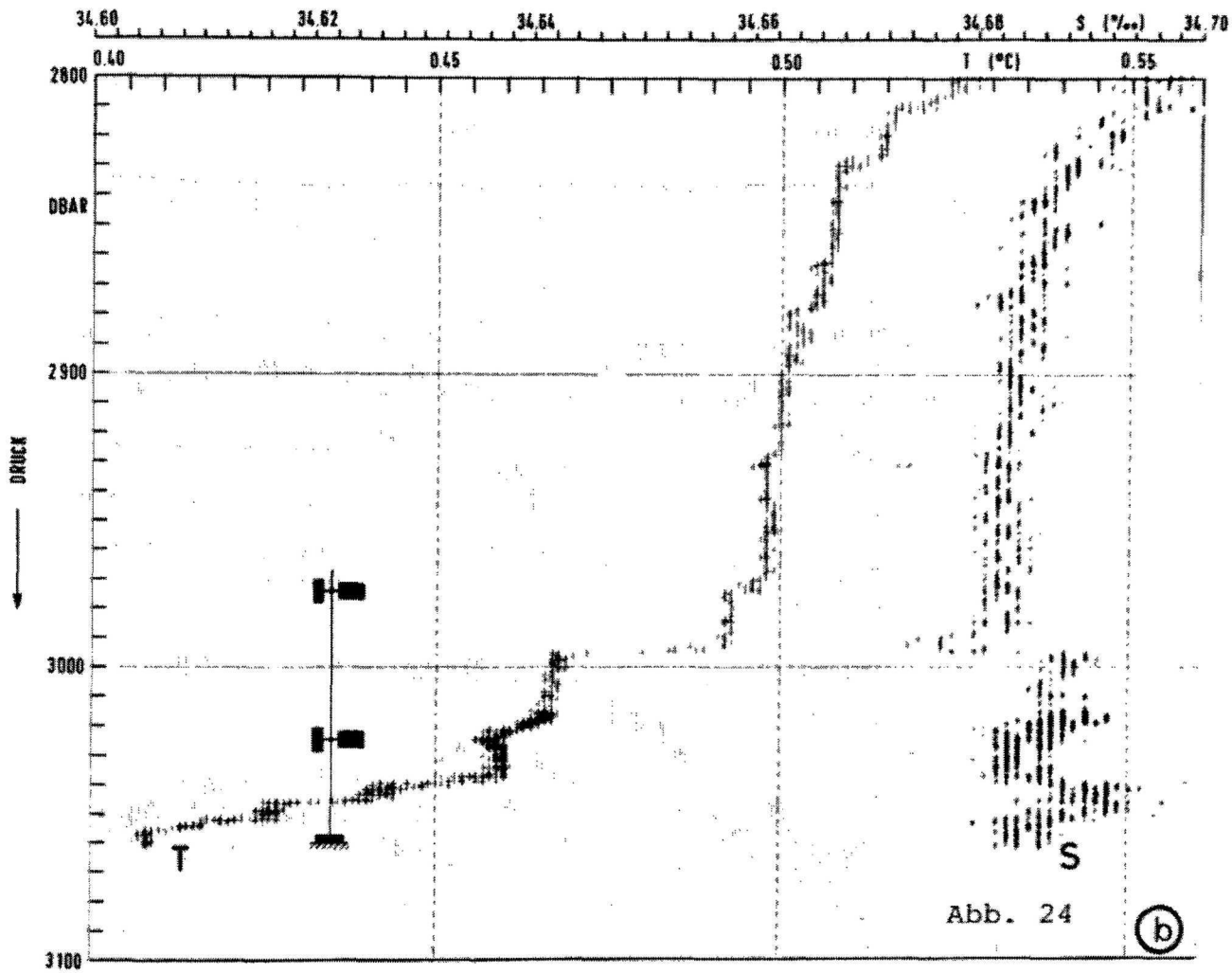


Abb. 24: Vorläufige Ergebnisse der Multisondenstation 15 in der Nähe des Verankerungsortes 259. Charakteristische Wassermassen und Stabilitätsverhältnisse der gesamten Wassersäule lassen sich aus dem potentiellen Temperatur/Salzgehaltsdiagramm (a) ablesen. (b) und (c) zeigen die vertikalen Schichtungsverhältnisse von *in-situ*-Temperatur und Salzgehalt bzw. potentielle Temperatur und Schwankungen des gelösten Sauerstoffes in Bodennähe. Zum Vergleich sind die Meßniveaus der Strommesser 259 102 und 259 103 angedeutet (vgl. Abb. 23).

Fig. 24: Preliminary results of Multisonde station 15 near mooring position 259. Characteristic water masses and stability of the total water column are demonstrated by the potential temperature/salinity diagram (a). (b) and (c) depict the vertical near-bottom stratification of *in-situ* temperature and salinity, and potential temperature and dissolved oxygen fluctuations, respectively. For comparison the current meter levels 259 102 and 259 103 are displayed (cf. Fig. 23).



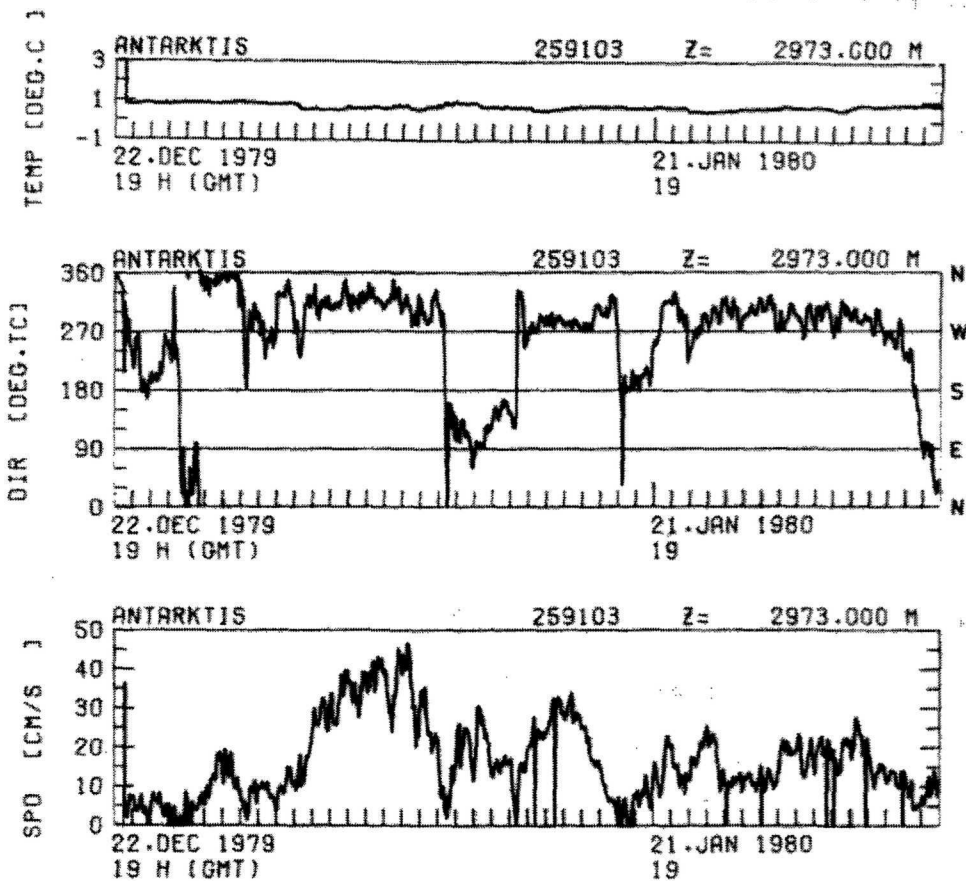


Abb. 25: Ausschnitt der Temperatur-, Strömungsrichtung- und -geschwindigkeitsregistrierung der bodennahen Langzeitverankerung Nr. 259 auf der Position  $52^{\circ}52' S$ ,  $48^{\circ}19' W$  westlich der Shak Rocks. Der Strömungsmesser mit der IfM Nr. 259 103 befand sich 35 m über dem Boden (vgl. 23).

Fig. 25: Selected temperature, current direction and speed record from the near-bottom, long term mooring No. 259 at  $52^{\circ}52' S$ ,  $48^{\circ}19' W$  west of Shak Rocks. The current meter (IfM reference No. 259 103) was moored 35 m above the bottom (cf. Fig. 23).

#### 4. Verankerungsarbeiten (W. Zenk)

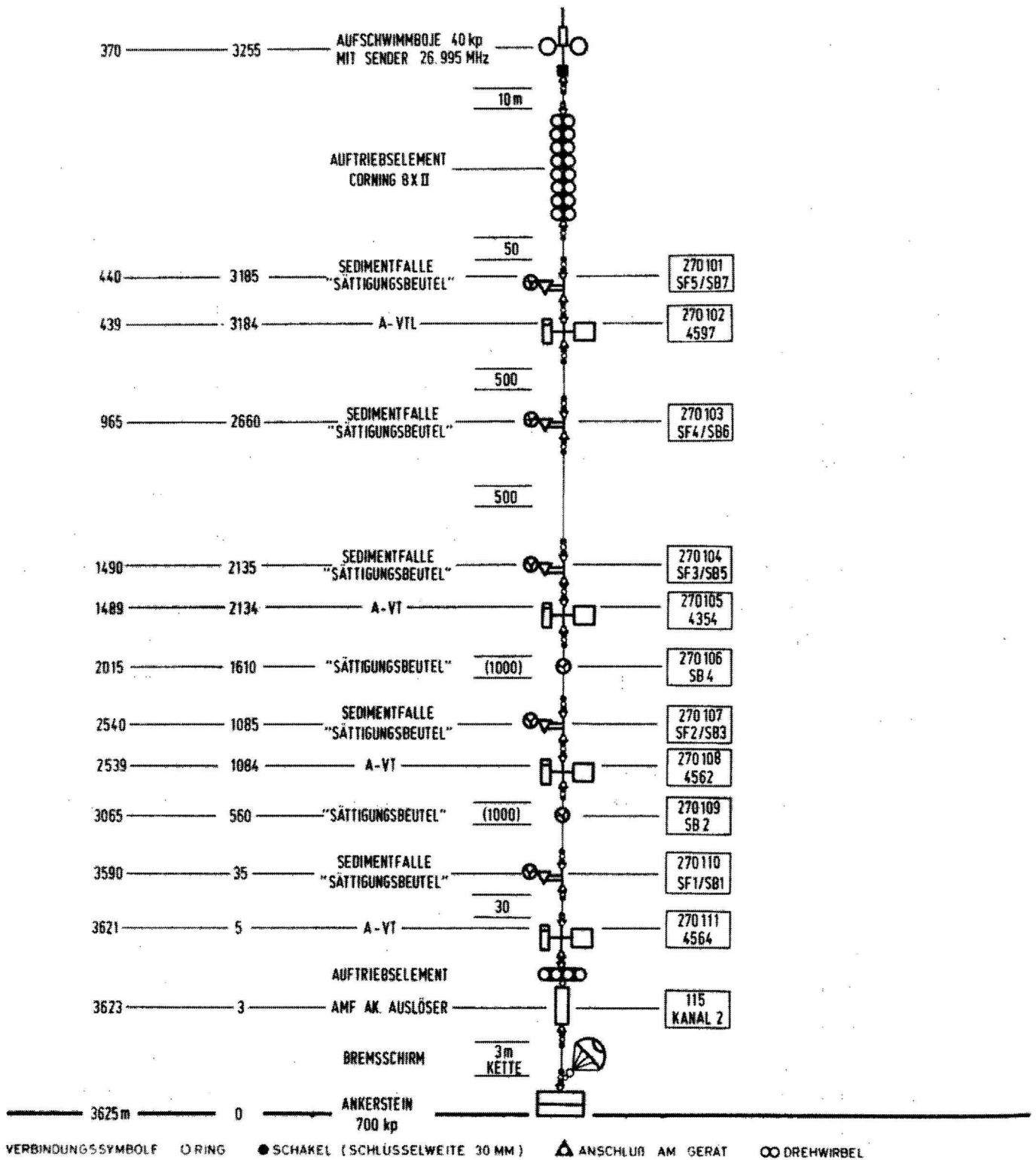
Außer der früher beschriebenen Bergung der Verankerung 259 wurden während der 'Meteor'-Reise 56 ANT I noch weitere drei Strömungsmesserketten ausgelegt (vergl. Abb. 22).

Verankerung Nr. 270 sollte zur Fortführung der Untersuchungen zur Karbonatlöslichkeit ausgelegt werden. Im Anschluß an die Einjahresverankerung 259 gilt es die Abhängigkeit der Löslichkeit mit der Tiefe zu messen. Ferner sollte die Verankerung als Plattform für fünf Sedimentfallen genutzt werden, die über die gesamte Wassersäule verteilt sind. Federführend für die Planung des Verankerungssystems sind Drs. Wefer und Balzer, Kiel. Wegen zu schlechter Wetterbedingungen konnte die Verankerung nicht, wie in Kiel geplant, auf der direkten Reiseroute zum Weddell Meer am Kontinentalhäng der Antarktis zu Beginn von ANT I ausgelegt werden. Stattdessen wurde die Auslegung auf den 2.12.1980 an einen weiter westlich gelegenen Ort nördlich der King George-Island auf 3625 m Wassertiefe bei  $60^{\circ}54,63' S$  und  $57^{\circ}05,99' W$  verschoben. Zum Studium der Strömungsverhältnisse wurde die Verankerungskette um vier Meßgeräte angereichert. Diese konnten mit Hilfe der am 19.11.1980 geborgenen und zweier Reservegeräte bereitgestellt werden. Die Verankerung ist in Abb. 26 dargestellt.

Die Auslegung mußte wegen des Ausfalls des Bojensenders vorübergehend unterbrochen werden. Mittels Schlauchbootmanöver gelang es jedoch, ohne nennenswerte Unterbrechung die bereits auf 1,5 km ausgelegte Kette mit einem Austauschsender zu bestücken. Da ein Wasserschaden am Sender mit Sicherheit auszuschließen ist, wird vermutet, daß die vom Hersteller übermäßig durchgeführte Schmierung des Verschlußdeckels bei den vorhandenen niedrigen Temperaturen zum Stromausfall des Senders führte. Ähnliches war von Hr. Rasmus von der HF-Gruppe der 'Meteor' während des Schlauchbootmanövers mit Peilsendern am 19.11.1980 beobachtet worden. Im übrigen verlief die Auslegung ohne besondere Vorkommnisse. Die geschätzte Absinkgeschwindigkeit lag bei  $1,5 \text{ ms}^{-1}$ . \*)

Im Anschluß an die Verankerung 270 war geplant, die Verankerungen Nr. 80/05-07 des Deutschen Hydrographischen Instituts an verschiedenen Orten der Bransfield Straße auszulegen.

\*) Verankerung Nr. 270 wurde während des folgenden Fahrtabschnittes ANT II am 21.1.1981 komplett geborgen.



Auslegedatum: 2. 12. 1980  
 Lottiefe: \_\_\_\_\_ korr.: 3625 m  
 Auf Tiefe: ca.  $\pm 0.15 \text{ BZ} + 19.15 \text{ Z}$  (GMT = Z + BZ + 3h)  
 Positionsbestimmung:  $60^{\circ} 54.63' \text{ S}$ ;  $57^{\circ} 05.99' \text{ W}$  (Satellit)

**VERANKERUNG NR.: 270**

NR:  
 (— DURCHGEFÜHRT —)  
 SCHIFF FS "METEOR"  
 EXPEDITION „METEOR 56“ STATION B5  
 SEE GEBIET: SÜDLICHE DRAKESTRASSE  
 WASSERTIEFE: 3625 m  
 AUSLEGEDATUM 2. 12. 1980  
 AUFNAHME DATUM 25. 1. 1981



Diese Verankerungen, welche die Abkürzungen B 3, B 2 und B 1 erhielten, waren von Hr. Becker in Hamburg geplant und zusammengestellt worden. Sie sollten Informationen über die Drift der Krill-Larven geben, die durch die Strömung verursacht wird.

Auf halbem Weg nach B 3 zeigte sich, daß die Region durch Eisbarrieren völlig unpassierbar war. Auch nach B 2 war kein Durchkommen. Es wurde daher kurzfristig umdisponiert und im Bereich von B 1 wegen der Bedeutung der Region für die Krill-Larven-Versetzung eine redundante Verankerung B 4 geplant. Zudem sollte diese Rückschlüsse über horizontale Kohärenzlängen des Strömungsfeldes zulassen.

Beide Verankerungen mit je vier Strömungsmessern wurden am 3.12.1980 ausgelegt. B 4 wurde auf 935 m Tiefe bei  $62^{\circ}28,70' S$  und  $57^{\circ}02,60' W$  ohne Schwierigkeiten verankert. Der technische Aufbau der geplanten Verankerung B 2 wurde unverändert als B 4 beibehalten.

Im Gegensatz dazu erwies sich das Bodenrelief bei B 1 als sehr variable. Bei Beginn der Auslegung bei  $62^{\circ}36,33' S$  und  $57^{\circ}19,02' W$  am 3.12.1980 betrug die Tiefe 1029 m. Da die Verankerung für 800 m geplant war, wurde diese in der Mitte um 200 m verlängert. Beim Slippen des Ankersteines hatte sich die Tiefe auf 890 m verringert, so daß jetzt nur noch der zweitoberste Strömungsmesser von B 1 in etwa derselben Tiefe liegt wie das oberste Gerät von B 4. B 4 trägt außer vier Strömungsmessern noch 3 Proben zur Untersuchung von Karbonatlöslichkeit und eine Sedimentfalle unterhalb der Sendeboje. Wegen der unterschiedlichen Seilmaterialien lagen die Absinkgeschwindigkeiten im Falle von B 1 (Keflar und Nylon) und B 4 (Stahl) bei 0,8 bzw.  $1,3 \text{ ms}^{-1}$ . Bei allen Verankerungen wurden die Auslöser mehrere Tage zuvor einem Funktionstest in 500 m Tiefe unterzogen.

Die in Hamburg geplanten B-Verankerungen waren sehr gut vorbereitet worden. Unglücklicherweise fehlte jedoch eine Plattform zur Befestigung von Bojensendern. Aufgrund der bei Verankerung 259 im Nebel gemachten Erfahrungen wurden zur Minderung des Risikos bei der Aufnahme kurzfristig Bojen als Senderträger aus Glaskugeln von Seiten des Schiffes angefertigt, wofür dem Ltd. Ingenieur, Hr. Kuleisa, hier gedankt sei.

## 5. Biologisches Programm

### 5.1 Produktion, Akkumulation und Sedimentation von organischer Substanz in Beziehung zur Hydrographie

(B. v. Bodungen, P. Fritsche, M. Mempel, S. Schnack, V. Smetacek, M. Tilzer, L. Uhlmann, R. Werner, B. Zeitzschel)

Frühere Untersuchungen im Bereich der antarktischen Halbinsel haben gezeigt, daß Produktionsraten und somit Phytoplanktonkonzentrationen beträchtliche regionale Variationen aufweisen. Da Nährsalzkonzentrationen im ganzen Gebiet hoch sind, müßte die regionale Unterschiedlichkeit auf überwiegend lokale hydrographische Einflüsse zurückzuführen sein. Von der Arktis ist berichtet worden, daß das schmelzende Seeis, aufgrund seines herabgesetzten Salzgehaltes, eine Salzgehaltssprungschicht verursacht, die die Durchmischungstiefe der Wassersäule stark reduziert und somit die Bedingungen für den Aufbau einer Phytoplanktonblüte erzeugt.

Diesen Berichten zufolge sollten die Untersuchungen des Planktonwachstums in der Antarktis auf die unmittelbare Nähe der Eiskante (d.h. Schmelzzone) konzentriert werden. Neben Produktionsmessungen (s. Bericht Tilzer, v. Bodungen) sollte die vertikale und horizontale Ausdehnung der Phytoplanktonbiomasse in Verbindung mit hydrographischen Eigenschaften (s. Bericht Haardt, Maaßen) erfaßt werden. Die Dynamik des Planktonwachstums, d.h. die Produktion, Akkumulation, der Wegfraß und die Sedimentation von primär erzeugter organischer Substanz ist Gegenstand dieses Berichtes.

In den letzten Jahren wurden sehr niedrige Primärproduktionsraten bzw. Chlorophyllkonzentrationen von antarktischen Gewässern beschrieben. Da diese Untersuchungen z.T. zu anderen Jahreszeiten ausgeführt wurden, war es eine Aufgabe dieser Fahrt festzustellen, ob es im antarktischen Frühjahr zu höheren Akkumulationen von Plankton kommt.

Für die Untersuchung des Mesozooplanktons waren zwei Fragestellungen von zentraler Bedeutung: 1). In welchem Zusammenhang steht die räumliche Verteilung des Mesozooplanktons mit dem Vorkommen und der Zusammensetzung des Phytoplanktons. 2). Welche Ernährungsweise des vorhandenen Zooplanktons waren auf den verschiedenen Stationen vorherrschend und

inwiefern wurde das Freßverhalten des dominierenden Zooplanktons durch die dominanten Phytoplanktonarten bestimmt.

Schon während der Anfahrt von den Falkland Inseln zur Eiskante wurden großräumige Variationen in Qualität und Quantität des Phyto- und Zooplanktons festgestellt. Es stellte sich heraus, daß in dem ausgewählten Gebiet der Eisrand selber keine klar definierte Linie darstellte. Der zu dieser Zeit vorherrschende Wind aus südlichen Richtungen führte zu dichten Treibeisfeldern unterschiedlicher Ausdehnung. Vom Schiff aus konnte keine notwendige Aufklärung (Hubschrauber) durchgeführt werden. Die durch Funk übermittelten Angaben über die Eisbedeckung (von Satelliten) war für kleinräumige Vorhersagen nicht geeignet. Daher war es nur begrenzt möglich, das ursprüngliche Programm in einem Gebiet in unmittelbarer Nähe der Eiskante durchzuführen. Die gefundenen Unterschiede in der Planktonverteilung, sowie die nicht klar definierte Eiskante führten dazu, daß das Programm zugunsten einer großräumigeren Erfassung der Prozesse modifiziert wurde.

#### Material und Methoden

Insgesamt wurden 35 Stationen mit Wasserschöpfern gefahren. Die Auswahl dieser Stationen fand in enger Zusammenarbeit mit der Gruppe Meeresoptik statt, ebenfalls die Festlegung der Probentiefen. Aus allen Tiefen wurden Proben für die folgenden Parameter entnommen:  $O_2$ , Nährsalze (Phosphat, Silikat, Nitrat, Nitrit, Ammoniak), Phytoplankton Artenzusammensetzung und Biomasse, partikulärer organischer Kohlenstoff und Stickstoff, partikuläres Phosphat, Pflanzenpigmente. Primärproduktionsmessungen wurden ebenfalls an diesem Wasser durchgeführt (s. Bericht Tilzer, v. Bodungen), und Proben zur Bestimmung verschiedener organischer Substanzen wurden aus ausgewählten Tiefen der Gruppe organische Chemie (Dawson, Heiland) zur Verfügung gestellt.

Treibende Sinkstofffallen konnten wegen der variablen Eisverhältnisse nur 6 Mal kurzfristig (max. 24 h) eingesetzt werden. Eine Falle ging verloren. Mit einer Ausnahme reichten die Mengen der gesammelten Sinkstoffe aus, um alle oben angegebenen Parameter zu bestimmen.

Drei an Deck stehende Polyäthylentanks mit 1 m<sup>3</sup> Inhalt wurden mit Oberflächenwasser von verschiedenen Regionen gefüllt und die Planktonentwicklung über einige Wochen verfolgt.

Für die Bestandsaufnahme des Mesozooplanktons wurden Vertikal-fänge mit einem Nansen-Schließnetz (200 µm Maschenweite) in verschiedenen Tiefenstufen durchgeführt. Die konservierten Fänge werden in Kiel ausgewertet. Anhand der Morphologie der Mundwerkzeuge und Darminhaltsuntersuchungen sollen an diesen Proben Erkenntnisse über die Ernährungsweise der Tiere gewonnen werden, um die trophodynamische Stellung der verschiedenen Arten und Entwicklungsstadien festzustellen.

Freßexperimente mit dominanten herbivoren Copepoden-Arten wurden durchgeführt zur Ermittlung der Freßrate, des Selektionsvermögens, der Verwertung der aufgenommenen Nahrung sowie der Respiration. Als Nahrung diente natürliches Plankton bzw. Reinkulturen von dominanten Arten.

#### Ergebnisse

Aus den bisher vorliegenden Auswertungen kann eine vorläufige Übersicht über die folgenden Parameter gegeben werden.

Die Nährsalze waren erwartungsgemäß hoch. Die anorganischen Stickstoffkomponenten lagen fast ausschließlich als Nitrat vor (Bereich: 10 - 30 µM/l). Silikat und Phosphatkonzentrationen lagen um 60 µM/l bzw. 2.5 µM/l. In Gebieten maximaler Planktonkonzentration (s.u.) gingen die Nährsalze bis auf die Hälfte der maximalen Werte zurück, was eine starke Nährsalzaufnahme bedeutet. Limitierung des Phytoplanktonwachstums durch Nährsalze wurde nirgends festgestellt.

Anhand der Profilmessungen der Gruppe Meeresoptik, unterstützt durch die gemessenen Chlorophyllkonzentrationen lassen sich in Nord/Süd-Richtung drei Zonen unterscheiden:

- 1). Von den Falkland Inseln durch die Drake Passage und im westlichen Ausgang der Bransfield Straße Konzentrationen zwischen 0.3 und 1.5 µg/l.
- 2). Im Bereich der Bransfield Straße und östlich davon die höchsten Werte zwischen 5 und 11 µg/l.
- 3). Südlich von Zone 2, an der Eiskante und im Treibeis 1 - 5 µg/l.

Diese drei Zonen unterscheiden sich ebenfalls deutlich in der Artenzusammensetzung (s. Bericht Elbrächter) und in der Primärproduktion (s. Bericht Tilzer, v. Bodungen). In allen drei Zonen wurden keine stabilen Sprungschichten festgestellt. Die Vertikalprofile sowohl für Chlorophyll als auch für partikuläres Gesamt-Phosphat (TPP) zeigten jedoch eine weite Variationsbreite von gleichmäßig verteiltem Plankton über 200 m Wassersäule bis zur Akkumulation in den oberen 20 m (s. Bericht Haardt, Maaßen). Hieraus wird deutlich, daß die Planktonverteilung das Maß der rezenten Durchmischung in der unstabilen Wassersäule angibt.

Das partikuläre Gesamtphosphat (TPP) ist eng kombiniert mit den Chlorophyllwerten. In Tiefen, in denen kein Chlorophyll vorhanden war, wurden sehr niedrige Phosphatkonzentrationen ( $< 0.02 \mu\text{g/l}$ ) gemessen. Daher wird vermutet, daß zu dieser Jahreszeit das Pelagial der Antarktis sehr detritusarm ist. Die Analyseergebnisse für organischen Kohlenstoff und Stickstoff liegen noch nicht vor. Aus den C/N/P Verhältnissen werden weitere wichtige Informationen erwartet.

Mikroskopische Untersuchungen der Sinkstoffe zeigten ebenfalls, daß die vorhandenen Partikel überwiegend aus Phytoplanktonzellen und frisch gebildeten Kotballen zusammengesetzt waren. Die Sedimentationsraten waren teilweise überraschend hoch, z.B. wurden maximal  $14 \mu\text{g P} / \text{m}^2 / \text{Tag}$  bestimmt. Schließt man Resuspension vom Meeresboden aus, entspricht dies der Entleerung von 3 m Wassersäule (ausgehend von den TPP Werten).

In der Zone 2 (*Phaeocystis*-Zone, s. Elbrächter) wurden zum größten Teil Kotballen, vor allem von Krill, gefunden. In Eisnähe bestanden die Sinkstoffe ausschließlich aus Diatomeenketten.

Die Tankversuche zeigten, daß unter ständig ausreichender Lichtzufuhr, d.h. stabilen Wasserverhältnissen, die Biomasse bis zur Erschöpfung der Nährsalze aufgebaut wurde. Innerhalb einer Woche wurde der Aufbau von  $25 \mu\text{g Chlorophyll/l}$  und  $1 \mu\text{M/l TPP}$  beobachtet. Dabei veränderte sich die Artenzusammensetzung des Phytoplanktons im Verlauf der Aufbauphase in den Tanks nur geringfügig.

Die höchste Zooplanktonkonzentration wurde in der Zone 1, d.h. im Drake Passage Wasser, gefunden, die niedrigste in der Zone 2, wo allerdings das Netz in den oberen 50 m wegen der großen *Phaeocystis*-Kolonien derart verstopft war, daß eine quantitative Aussage schwerfallen wird. Die 3 Zonen unterscheiden sich auch deutlich in ihren Zooplanktonpopulationen. In der Zone 1 fanden wir die höchste Anzahl von adulten Tieren vor, in den Zonen 2 und 3 stieg der Anteil von Entwicklungsstadien als auch von meroplanktischen Larven. Jugendstadien folgender Gruppen waren am häufigsten: Polychaeten, Copepoden, Euphausiaceen, Cirripedier.

Vorläufige Ergebnisse der Freßexperimente lassen auf eine geringe Freßaktivität in der Zone 2 schließen. Es wurden deshalb Fütterungsversuche durchgeführt (s. Bericht Elbrächter), in denen 14 C markierte reine *Phaeocystis*-Kulturen 5 verschiedenen Copepoden-Arten (3 Filtrierer und 2 Greifer) als Nahrung angeboten wurden. Nur die beiden Greifer-Arten, d.h. Arten mit greifender Ernährungsweise, zeigten 14 C-Aktivität nach Beendigung der 36 h Versuche. In ähnlichen Versuchen mit *Thalassiosira*-Ketten hatten die herbivoren Arten, d.h. die Filtrierer, eine deutlich höhere Aktivität als die Greifer.

Bei anderen Freßexperimenten, in denen dominante herbivore Copepoden mit Krill verglichen wurden, zeigte der Krill sehr hohe Freßraten, gekoppelt mit hohem Sauerstoffverbrauch.

#### Diskussion

Anhand der jetzt schon vorhandenen Ergebnisse können folgende Schlüsse gezogen werden:

- 1). In unmittelbarer Nähe der Eiskante zeigte die Wassersäule die geringste Durchmischung im gesamten Untersuchungsgebiet in jeder Hinsicht. Eine Salzgehaltssprungschicht in der Schmelzzone nahe dem östlichen Ausgang der Bransfield Straße wurde nicht gefunden. Vermutlich spielten die gestrandeten Eisberge hier eine wichtige Rolle bei der Durchmischung der Wassersäule. Bei einer Wassertiefe zwischen 150 und 200 m war das Plankton gleichmäßig bis zum Boden verteilt (Näheres in den Berichten Tilzer und Haardt). Am westlichen Ausgang

dagegen war eine ausgeprägte biologische Schichtung vorhanden, die allerdings mit einer hydrographischen Schichtung (Temperatur) zusammenhing. Das wärmste Oberflächenwasser hatte keinen lokalen Ursprung, da noch extensive Eisfelder die Oberfläche bedeckten. Das Chlorophyllmaximum unterhalb von 20 m im kälteren Wasser deutet auf eine Überlagerung durch wärmeres Wasser aus der Drakestraße hin.

Zusammenfassend läßt sich von dem Gebiet am Rande des Eises sagen, daß der Einfluß von Schmelzwasser zur Stabilisierung der Wassersäule durch andere hydrographische Prozesse überlagert wird. Somit kann die Bedeutung des Schmelzvorganges für die Entwicklung im pelagischen System vernachlässigt werden.

2. Die sehr hohen Konzentrationen des Phytoplanktons und seine ausgeprägte Schichtung in einer hydrographisch nur schwach geschichteten Wassersäule in der zweiten Zone deuten auf eine geringe vertikale Durchmischung hin. Der exometabolische Energiebeitrag sowohl in Form von winderzeugter Durchmischung als auch durch laterale Advektion scheint in diesem Gebiet sehr gering zu sein. Die seegangsdämpfende Wirkung der Eisfelder und der umliegenden Inseln ist hierbei wahrscheinlich von großer Bedeutung, jedoch bedarf die fundierte Deutung der vorgefundenen Zustände einer genaueren Analyse.
3. Die niedrige Planktonbiomasse in der Drakestraße ist sicherlich auf die wesentlich größere Durchmischungstiefe im zirkumpolaren Gebiet im Vergleich zu den südlicheren Regionen zurückzuführen. Diese Verhältnisse sind von vielen Autoren bereits berichtet worden.
4. Die Tankversuche stellten eine wertvolle Ergänzung zu den in situ Messungen dar. Es konnte gezeigt werden, daß die vorhandenen Nährsalze, vor allem Stickstoff, unter bestimmten Bedingungen, d.h. optimales Licht und langfristige Stabilisierung der Wassersäule, vom Phytoplankton vollständig aufgenommen werden können. Die in etwa 10 Tagen aufgebaute Biomasse lag dabei erheblich über der in der Wassersäule gefundenen. Somit kann unter den vor-

herrschenden Bedingungen der ständigen Durchmischung eine Situation im Pelagial, in der Nährsalze das Phytoplanktonwachstum limitieren, ausgeschlossen werden.

5. Die eingesetzten treibenden Sinkstofffallen erbrachten die ersten Sinkstoffanalysen, die im antarktischen Ökosystem durchgeführt worden sind. Die hohen Sedimentationsraten, vor allem von frischer organischer Substanz, schaffen die Nahrungsgrundlage für die bekanntermaßen reiche Benthosfauna des antarktischen Schelfs. Für ein vollständiges Bild der Planktonsedimentation jedoch sind weitere Messungen, vor allem zu anderen Jahreszeiten, erforderlich.
6. Die Zooplanktonverteilung in den drei Zonen war deutlich verschieden, und die Zunahme des Anteils an Jugendstadien an der Gesamtpopulation zum Eisrand hin kann als Zeichen für das Alter der Phytoplanktonpopulation gedeutet werden. Eine genauere Aufschlüsselung wird erheblich mehr an Information bringen.

*Phaeocystis* scheint kein beliebtes Futter für Crustaceen-Plankton zu sein, vermutlich wegen des Schleims, in dem die Zellen eingebettet sind. Frühere Untersuchungen, die sich speziell mit *Phaeocystis* beschäftigt haben, zeigten, daß diese Organismen vom Krill gefressen werden. Es wurden jedoch keine Experimente durchgeführt, die erzielten Schlußfolgerungen sind anhand des Acrylsäuregehalts entlang der Nahrungskette entstanden, da *Phaeocystis* als Acrylsäureproduzent bekannt ist.



## 5.2 Produktivität des Phytoplanktons (M. Tilzer, B. v. Bodungen)

In nährstoffgesättigten Systemen wie dem antarktischen Ozean wird die Photosynthese des Phytoplanktons und damit seine Produktivität vor allem durch physikalische Prozesse bzw. Zustandsgrößen gesteuert. Es sind dies das Lichtklima und die Wassertemperatur. Das Lichtklima, dem die Phytoplankter ausgesetzt sind, wird durch die einfallende Strahlungsenergie und die Dicke der durchmischten Wasserschicht bestimmt. Die Selektionierung des Artenspektrums bzw. die physiologische Anpassung der Einzelorganismen erfolgt dabei vermutlich vor allem im Sinne einer Maximierung des Wachstums und damit der Produktivität. Die laufende Verschiebung der physikalischen Umweltbedingungen im Jahreszyklus ist demnach der wichtigste Steuerungsfaktor für den Ablauf des Produktionsgeschehens.

Ziele der Primärproduktionsuntersuchungen waren einerseits die Kennzeichnung verschiedener Entwicklungsstadien im Zuge des Frühjahrs-Aspektes im Phytoplankton nach dem Rückzug der Eisbedeckung. Dieser ist mit einer sprunghaften Steigerung der Zufuhr an Strahlungsenergie verbunden. Die Primärproduktion wurde in verschiedenen Regionen, insbesondere in verschiedenen Abständen von der Eisgrenze, untersucht. Dabei war die Hypothese ausschlaggebend, daß eine an einem festen Ort in zeitlicher Abfolge auftretende Sukzession quasi-simultan in unterschiedlichen Abständen von der Eisgrenze erfaßt werden könne. Das zweite Ziel der Untersuchungen war die ökophysiologische Kennzeichnung der Phytoplankton-Assoziationen als produzierende Systeme.

Zwischen dem 21. November und dem 14. Dezember 1980 wurde an insgesamt 21 Tagen die Photosynthese des Phytoplanktons gemessen. Proben aus 6 - 9 Lichttiefen zwischen 100 und 0,1 % der Oberflächen-Lichtintensität wurden mit  $^{14}\text{C}$ -Bicarbonat (Aktivität ca.  $10 \mu\text{Ci}/\text{Probe}$ ) markiert und in der Regel für 6 Stunden an Deck des Schiffes inkubiert. Dabei wurden durch "Lichtsocken" unterschiedlicher Durchlässigkeiten annähernd die Lichtintensitäten (nicht aber die spektrale Zusammensetzung) in den Entnahmetiefen simuliert ("simulated in situ"). Daneben wurden Parallelproben jeweils unter konstanten Temperatur- ( $+0,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ) und Lichtbedingungen (photosynthetisch verwertbare Strahlung ca.  $200 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) in einem Kühl-Brutschrank für jeweils 4 Stunden inkubiert

(*in vitro*). Durch diese Versuche sollte das photosynthetische Potential des Phytoplanktons unter definierten Bedingungen erfaßt werden. An 3 Tagen wurde die Tagesrhythmik der Primärproduktion durch Entnahme bzw. Inkubation zu 4 Tageszeiten über das gesamte 24-Stunden-Intervall untersucht (02-08, 08-14, 14-20, 20-02 Uhr). Neben den "simulated *in situ*" Inkubationen wurden wiederum vierstündige "*in vitro*" Photosynthesemessungen durchgeführt.

Die Radioaktivität der Filter als Maß für den aufgenommenen Kohlenstoff wurde nach Auflösung der Filter in Dioxan-Scintillations-Coctail in einem Beckman LS 100 C Flüssigkeits-Scintillationszähler an Bord durchgeführt. Die Aktivität der zugegebenen Markierungslösung wurde in jeder Probe durch Entnahme von 0,5 ml Wasser und Messung in Unisolve-Gel erfaßt.

Im folgenden werden einige Ergebnisse beschrieben, die jedoch nur vorläufigen Charakter besitzen.

Wie bereits in Abschnitt 5.1. (Smetacek et al.) geschildert, ergaben sich sowohl qualitativ als auch quantitativ enorme Unterschiede. Abb. 27 zeigt, daß bei hoher Biomasse das Primärproduktions-Profil zwar hohe Absolutwerte aufweist, aber in der Vertikalen stark komprimiert ist. Ursache dafür ist der große Einfluß, den das Phytoplankton auf die vertikale Attenuation des Lichtes besitzt (vgl. Abschn. 3.2.). Durch die Selbstbeschattung des Phytoplanktons schwankt die Produktivität pro Flächeneinheit ( $\Sigma A$ ) innerhalb wesentlich engerer Grenzen als die Produktivität pro Volumeneinheit. Der höchste Produktionswert pro Flächeneinheit war 13 mal so hoch wie der niedrigste, der höchste pro Volumeneinheit jedoch 43 mal so hoch wie der niedrigste. Die Chlorophyllkonzentrationen schwankten gleichzeitig um den Faktor 27 (Tabelle 2). Obwohl zu Vergleichszwecken (etwa mit Landflächen) die Produktivität von Wasserkörpern meist auf die Oberfläche bezogen wird, ist es aus produktionsbiologischer Sicht weit aussagekräftiger, die Produktivität des Planktons auf das Wasservolumen zu beziehen. Dies vor allem deshalb, weil die Ingestionsrate des Zooplanktons sehr wesentlich von der Dichte der Futterpartikel pro Volumeneinheit abhängig ist.

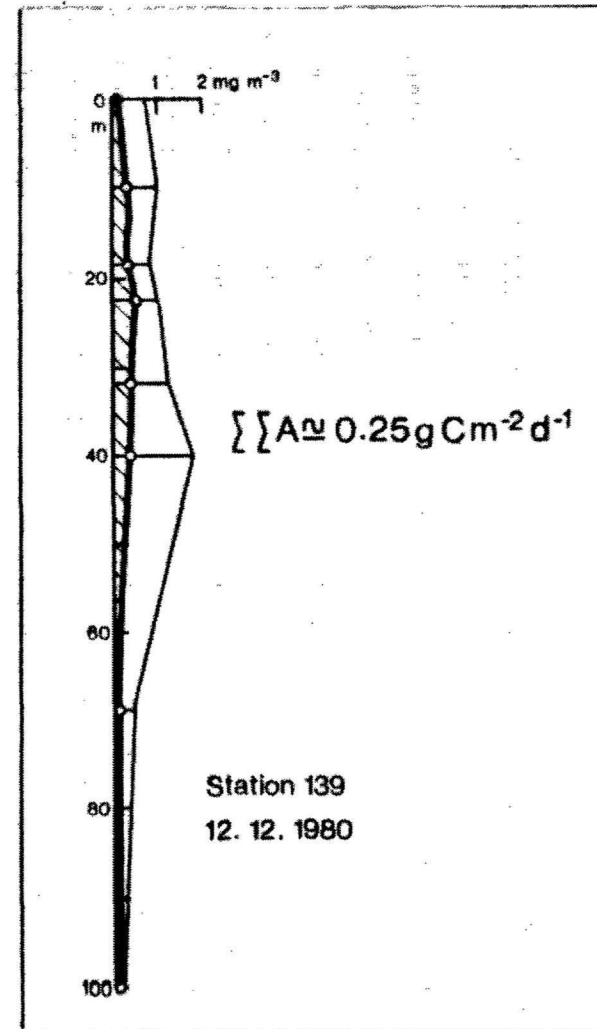
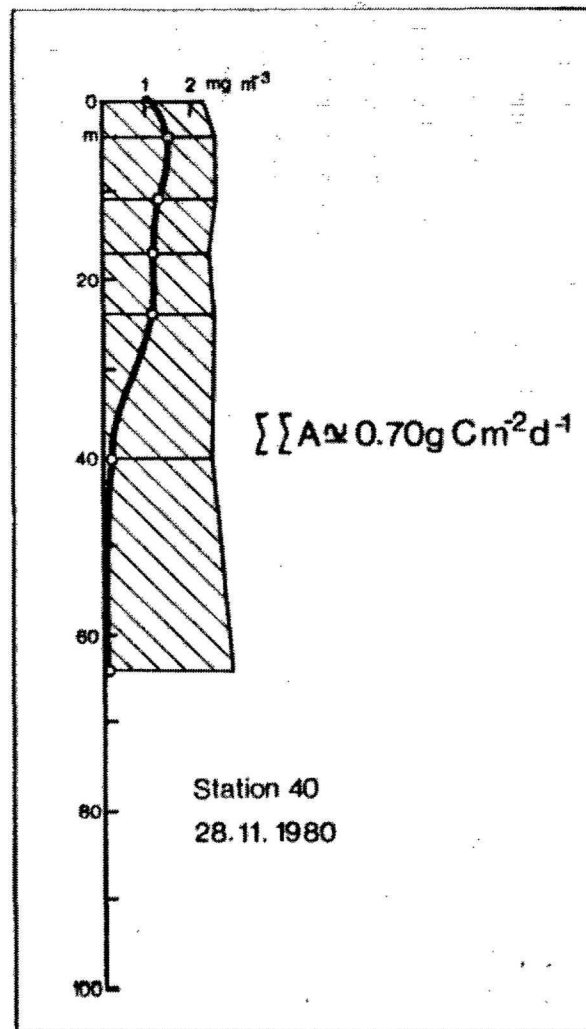
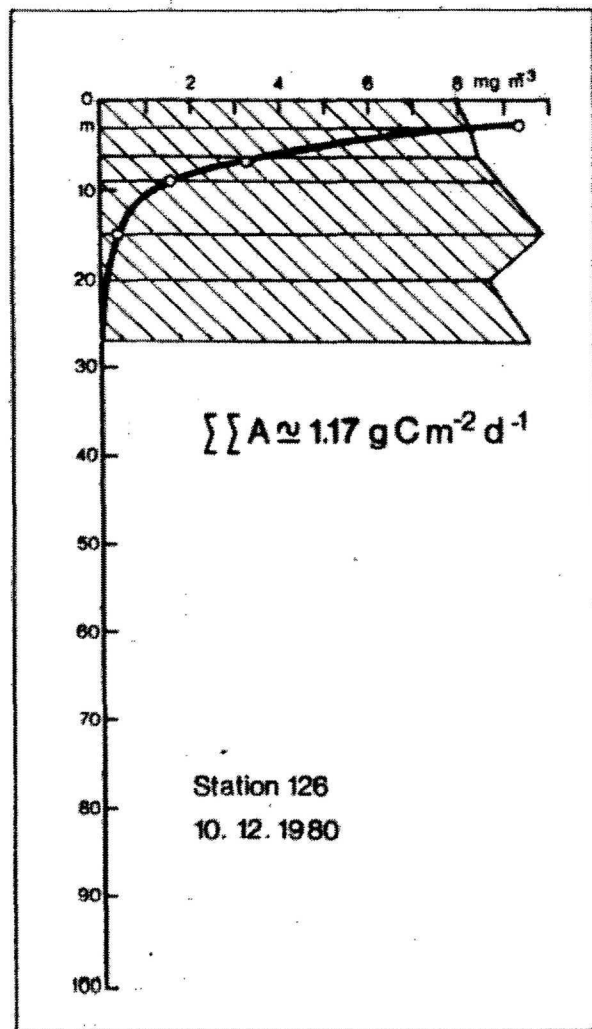


Abb. 27 Drei ausgewählte Profile der Primärproduktion im Untersuchungsgebiet. Beachte die relativ geringe Schwankungsbreite der Produktivität pro Flächeneinheit. Offene Kreise: Photosyntheseraten  $\text{mg C}^{-3} \text{h}^{-1}$ ; schraffierte Fläche: Chlorophyllkonzentration  $\text{mg m}^{-3}$ .

Fig. 27 Three selected profiles for primary productivity from the area under investigation. Note the relative small range of productivity in respect to surface area. Open circles: rate of photosynthesis  $\text{mg}^{-3} \text{h}^{-1}$ ; shaded area: concentration of chlorophyll a.  $\text{mg m}^{-3}$ .

Die *in vitro* Versuche ergaben, daß die durchschnittlichen Assimilationszahlen (Photosyntheserate pro Chlorophylleinheit) nur relativ geringfügige Unterschiede aufwiesen. Trotz der enormen Schwankungsbreite von Biomasse und absoluten Produktionsraten lagen die Mittelwerte innerhalb einer Standard-Abweichung von  $\pm 30\%$ . Auffällig ist vor allem, daß sich keine Trends in Abhängigkeit von der Biomassedichte bzw. der Absoluthöhe der Produktionsraten ergaben. In anderen Systemen wurden häufig herabgesetzte Assimilationszahlen bei hohen Biomassedichten beobachtet. Die Frage, inwieweit die Assimilationszahlen von der Artenzusammensetzung der Assoziation abhängig sind, muß einer eingehenderen Analyse vorbehalten bleiben. Die photosynthetische Kapazität ( $P_{opt}$ : Assimilationszahl im Lichtoptimum) zeigt größere, jedoch nicht systematische Schwankungen. Die Tatsache, daß  $P_{opt}$  manchmal niedriger war als die *in vitro* gemessene durchschnittliche Assimilationszahl (Tabelle 2) ist vor allem darin begründet, daß die simulated *in situ* - Profile, aus denen  $P_{opt}$  abgeleitet wurde, in den meisten gezeigten Fällen über 24 Stunden gemessen wurden. Dies muß zu einer Unterschätzung dieser Werte führen, wenn  $P_{opt}$  auf eine Stunde bezogen wird. Die *in vitro* - Inkubationen, aus denen die durchschnittlichen Assimilationszahlen abgeleitet wurden, dauerten dagegen stets 4 Stunden.

Im Tageslauf zeigt die Photosynthese weit größere Schwankungen, als dies nach den Strahlungsenergieinputs zu erwarten gewesen wäre. Änderungen in der Phytoplankton-Biomasse infolge einer Lageänderung des Schiffes relativ zu Wassermassen unterschiedlicher Biomassedichten im Tagesablauf spielten dabei häufig eine geringere Rolle als diurnale Schwankungen des photosynthetischen Potentials (Tabelle 3). Bei den *in vitro* Inkubationen zeigte sich eine deutlich abnehmende Tendenz der Assimilationszahlen im Tageslauf. Die Ursachen für dieses auch aus anderen Meeresteilen und aus Seen bekannten Phänomen sind vielfältig und lassen sich im gegenständlichen Fall noch nicht im einzelnen aufklären.

Algen zeigen häufig bei Temperaturen unter  $5^{\circ}\text{C}$  eine stark überproportionale Abnahme der photosynthetischen Leistung. Nahe dem Gefrierpunkt kommt die Photosynthese häufig zum Stillstand.

Wir (Tilzer und Elbrächter) inkubierten Phytoplankton bei 4 Wassertemperaturen zwischen  $-1,5$  und  $+10^{\circ}\text{C}$ . Der zu errechnende  $Q_{10}$  (hypothetischer Faktor, um den sich ein metabolischer Prozeß bei Temperaturerhöhung um  $10^{\circ}\text{C}$  erhöht) betrug zwischen  $-1,5$  und  $+1,0^{\circ}\text{C}$  3,4, zwischen  $+1,0$  und  $5,0^{\circ}\text{C}$  nahm er auf 1,6 ab. Darüber war die Photosynthese unabhängig von der Temperatur. Dieses Temperaturverhalten des antarktischen Phytoplanktons weicht erheblich vom bisher Bekannten ab.

Des weiteren wurden Versuche zur Respiration des Phytoplanktons durchgeführt. Proben wurden für 12 Stunden im Licht mit  $^{14}\text{C}$ -Bicarbonat *in vitro* inkubiert. Ein Satz von Inkubationsflaschen wurde sofort filtriert, während ein anderer Satz weitere 12 Stunden in Dunkelheit gehalten wurde. Nach der Dunkelinkubation zeigte sich keine signifikante Abnahme der Aktivität. Dies bedeutet vermutlich, daß die nächtlichen Respirationsverluste vernachlässigbar gering waren. Dieses Ergebnis könnte allerdings auch bedeuten, daß die veratmeten Substrate am vorhergehenden Tag nicht markiert worden sind. Dies ist jedoch unwahrscheinlich, da in gemäßigten Breiten nächtliche Respirationsverluste von bis zu 30 % beobachtet worden sind.

Die Temperaturabhängigkeit von Photosynthese und Respiration bei Extremtemperaturen ist von großem produktionsbiologischen Interesse. Die Biomasseproduktion ist von der Produktions-Nettobilanz abhängig. Wenn bei den vorkommenden niedrigen Temperaturen die Respirationsraten stärker gedrosselt sind als die Photosyntheseraten, müßte es bei sonst vergleichbaren Bedingungen zu einer erhöhten Biomassebildung kommen als bei höheren Temperaturen. Dieses Phänomen spielt möglicherweise für die relativ hohe Produktivität kalter Regionen eine Rolle.

Station	Datum	1%-Tiefe	Durchschnitts- produktion ( $\text{mg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ )	Produktion pro Fläche ( $\text{g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ )	Durchschnitts- Chlorophyll ( $\text{mg m}^{-3}$ )	Photosynthes. Kapazität ( $\text{C Chla}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )	Assimilations- zahl in vitro ( $\text{C Chla}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )
86	2.12.1980	71 m	1,4	0,10	0,40	0,81	0,49
20	21.11.1980	50 m	2,8	0,22	0,71	0,83	0,24
40	28.11.1980	41 m	11	0,70	2,58	0,59	0,67
28	25.11.1980	34 m	27,8	0,95	4,17	1,09	0,44
71	30.11.1980	14 m	46	1,15	6,19	0,65	0,62
126	10.12.1980	15 m	43	1,17	8,88	1,11	0,68
92	3.12.1980	13 m	60	1,31	10,93	0,41	0,67

Tabelle 2 Ausgewählte Ergebnisse der produktionsbiologischen Untersuchungen

Table 2 Selected results of primary productivity and standing stock of phytoplankton

Datum	Uhrzeit	2 - 6 h	8 - 12 h	14 - 18 h	20 - 24 h	Maximum:Minimum
23.11.1980	Chlorophyll a ( $\text{mg m}^{-3}$ )		$2,38 \pm 0,22$	$3,18 \pm 0,29$		1,34
	Ass.Zahl ( $\text{C Chla}^{-1} \text{h}^{-1}$ )		$1,19 \pm 0,17$	$1,24 \pm 0,63$		1,04
26.11.1980	Chlorophyll a ( $\text{mg m}^{-3}$ )	$3,20 \pm 0,42$	$2,99 \pm 0,28$	$3,64 \pm 0,26$	$3,20 \pm 0,27$	1,22
	Ass.Zahl ( $\text{C Chla}^{-1} \text{h}^{-1}$ )	$0,87 \pm 0,24$	$0,57 \pm 0,15$	$0,48 \pm 0,11$	$0,31 \pm 0,03$	2,81
30.11.1980	Chlorophyll a ( $\text{mg m}^{-3}$ )	$6,20 \pm 0,28$	$4,45 \pm 0,70$	$3,12 \pm 0,16$	$2,18 \pm 0,37$	2,84
	Ass.Zahl ( $\text{C Chla}^{-1} \text{h}^{-1}$ )	$0,62 \pm 0,11$	$0,32 \pm 0,08$	$0,33 \pm 0,07$	$0,46 \pm 0,19$	1,94
9.12.1980	Chlorophyll a ( $\text{mg m}^{-3}$ )	$5,34 \pm 0,35$	$5,30 \pm 0,23$	$5,38 \pm 0,52$	$5,56 \pm 0,46$	1,05
	Ass.Zahl ( $\text{C Chla}^{-1} \text{h}^{-1}$ )	$0,70 \pm 0,11$	$0,78 \pm 0,11$	$0,51 \pm 0,08$	$0,23 \pm 0,03$	3,43

Tabelle 3 Tageszeitliche Schwankungen von Chlorophyllgehalt und Assimilationszahlen  
Mittelwerte mit Standardabweichungen für die Wassersäule

Table 3 Diurnal variations in the concentration of chlorophyll and assimilation number  
Mean values and standard deviation for the water column

### 5.3 Arten und Größenspektrum des Mikroplanktons (M. Elbrächter)

Ziel der Untersuchungen war es, das Arten- und Größenspektrum der bestandsbildenden Phytoplanktonorganismen zu analysieren und verschiedene Arten in Kultur zu nehmen, um an ihnen produktionsbiologisch wichtige Parameter wie z.B. die Vermehrungsraten in Abhängigkeit von Licht und Temperatur experimentell zu untersuchen. Kulturen sollten ferner für Freßexperimente mit Crustaceen zur Verfügung gestellt werden. Aufgrund der Untersuchungsergebnisse, die auf den beiden Antarktisreisen von F.S. "Walther Herwig" gewonnen wurden, wurden kleine unbeschaltete Flagellaten als bestandsbildend erwartet.

Auf 71 Stationen wurde mit dem Mikronetz (20 µm) Oberflächenproben genommen, das Mikroplankton lebend untersucht und Arten isoliert. Zusätzlich wurde das durch Schwerkraftfiltration aus 250 ml Seewasser angereicherte Phytoplankton untersucht. Nanoflagellaten traten nur in wenigen Proben in etwas größerer Zahl auf, und zwar nur an Stationen, auf denen *Phaeocystis* dominant war (St. 20, 22-24, 48-50, 55-77, 89-92, 107). Es dürfte sich dabei um Einzelzellen zerfallener *Phaeocystis*-Kolonien gehandelt haben. Photosyntheseratemessungen mit Phytoplankton nach Größenfraktionierung ergab ebenfalls keinen wesentlichen Anteil des Nanoplanktons an der Gesamtproduktion.

Es konnten drei verschiedene Phytoplanktonassoziationen nachgewiesen werden. Diatomeen aus der Gattung *Corethron* waren bestandsbildend an 4 Stationen (19, 21, 85, 144), an denen die Gesamtphytoplanktonmenge gering war. An anderen Stationen mit durchweg hohem Chlorophyll-Gehalt herrschten Diatomeen aus den Gattungen *Thalassiosira*, *Rhizosolenia*, *Chaetoceros* und *Nitzschia* vor (St. 25-46, 52-54, 95-102, 119-137). An der Mehrzahl der Stationen gesellte sich zu diesen Diatomeen noch *Phaeocystis*, die in vielen Gebieten, besonders in der Bransfieldstraße, eine außergewöhnlich hohe Bestandsdichte hatte. Zum Teil wurde das Wasser durch diese Alge braun gefärbt.

Dinoflagellaten spielten zahlen- und volumenmäßig auf keiner Station eine Rolle. Nördlich von Elephant Island fand sich noch *Ceratium pentagonum* und *Dinophysis antarcticum* neben mehreren heterotrophen Arten aus den Gattungen *Protoperidinium*, *Diplopsalis* und *Gyrodinium*. Mindestens 2 Arten aus der Gattung *Amphidinium*



und 1 *Gymnodinium*-Art werden als neu zu beschreiben sein. Erstmals wurden Vertreter aus der Familie der *Warnowiaceae* (Dinophyta) für die Antarktis festgestellt, und zwar neben *Nematodinium armatum* eine neu zu beschreibende Art aus der Gattung *Proterothropsis*. Beide Arten wurden auch direkt am Eisrand bei Wassertemperaturen von  $-1,5^{\circ}\text{C}$  festgestellt, es sind also echte antarktische Formen.

Silicoflagellaten traten besonders in den Proben nördlich von Elephant Island auf, ebenso Radiolarien. Foraminiferen wurden jedoch auch direkt am Eisrand festgestellt. Tintinnen aus den Gattungen *Codonellopsis*, *Cymtocylis*, *Laakmaniella* und *Stenosomella* traten an allen Stationen mehr oder weniger häufig auf. Manche Arten waren besonders häufig an Stationen, an denen *Phaeocystis* vorkam. Diese Alge wird auch von den Tintinnen gefressen.

Bei Ende des Fahrtabschnitts werden 14 Phytoplanktonarten in Kultur gehalten. Vorläufige Abschätzungen von Vermehrungsraten einiger Arten ergaben Generationszeiten von etwa 20 Stunden bei einigen *Thalassiosira*-Arten. Diese Werte deuten darauf hin, daß die Algen sehr gut an niedrige Temperaturen wie  $-1,5^{\circ}\text{C}$  angepaßt sind. Eine ähnliche Schlußfolgerung kann auch aus den Photosyntheseaktivitätsmessungen gezogen werden, die an einer Diatomeenmischkultur in Zusammenarbeit mit Herrn Tilzer gewonnen wurden. Kulturen von *Phaeocystis* sowie von verschiedenen Diatomeen wurden den Arbeitsgruppen Organische Chemie und Mikrobiologie (siehe Arbeitsberichte Dawson/Heilandt und Bölder/Dzomla) für vergleichende Analysen zur Verfügung gestellt. Weitere Kulturen wurden für Fütterungsexperimente mit Crustaceen (auch Krill) zur Verfügung gestellt. Es wird versucht, die Algenkulturen lebend nach Deutschland zu transportieren, um unter Laborbedingungen exakte Versuche zur Bestimmung der Generationszeit in Abhängigkeit von Licht und Temperatur durchführen zu können. Außerdem sollen diese Kulturen für Freßexperimente mit Krill und anderen Crustaceen auf dem Fahrtabschnitt ANT III zur Verfügung stehen.

#### 5.4 Mikrobielle Prozesse (M. Bölter, W. Dzomla)

Während des Fahrtabschnittes ANT I der 56. Reise der 'Meteor' wurden im Rahmen der Beteiligung des SFB 95 eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt, die eine Beschreibung mikrobieller Prozesse in antarktischen Gewässern zum Ziel hatten. Hierzu sind Wasser- und Eisproben von verschiedenen Stationen sowie aus Inkubationsversuchen auf mikrobiologische Aktivität untersucht worden. Diese Aktivitätsbestimmung wurde mit Hilfe der Tracertechnik durchgeführt: Die Wasserproben werden mit  $^{14}\text{C}$ -Substraten versetzt, kurzzeitig inkubiert, und nach entsprechenden Zeitintervallen kann nach weiteren Schritten im Scintillationszähler die Menge an inkorporiertem und respiriertem Substrat ermittelt werden. Die Auswertung ergibt dann Angaben über Aufnahmegeschwindigkeit, Biomasseproduktion, Sauerstoffzehrung und Umsatzraten.

In Verbindung mit den natürlich vorliegenden Substratkonzentrationen, die von den Mitarbeitern der Arbeitsgruppe Organische Chemie bestimmt werden konnten, lassen sich die mit der Tracertechnik ermittelten Umsatzraten auf die aktuellen Prozesse in den Proben beziehen.

An 25 Versuchstagen sind unter folgenden Gesichtspunkten Proben genommen und verarbeitet worden:

1. Oberflächenproben. Zur Beschreibung der örtlichen Variation mikrobiologischer Vorgänge werden - beginnend bei den Falkland Inseln - bis  $64^{\circ}\text{S}$  täglich um Mittag Oberflächenwasserproben genommen und bearbeitet.
2. Tiefenprofile. In Verbindung mit den Schöpferproben der Tiefenserien, die für eine Vielzahl weiterer Parameter in anderen Arbeitsgruppen genommen worden sind, wurden mikrobielle Aktivitätsbestimmungen in der Wassersäule bis 500 m Wassertiefe durchgeführt.
3. Tagesgang. In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Planktologie wurden zur Ermittlung kurzfristiger und eventuell periodischer Schwankungen in der mikrobiellen Aktivität Oberflächenproben in einem 36-Stunden-Zyklus untersucht.

4. Matratze. Zur Charakterisierung kleinräumiger Variationen, die eventuell mit Salzgehalts- oder Temperaturfronten einhergehen können, wurden während des Kurses einer Matratze am 11.12. in einem Abstand von ca. 2 sm 13 Proben auf 3 Schnitten bearbeitet.
5. Inkubationsversuche. In Tanks und Flaschen mit geschöpftem Seewasser unterschiedlicher Herkunft und in Algenkulturen wurden Untersuchungen über die Abbauprozesse organischen Materials durchgeführt.
6. Verwertung verschiedener Substrate. Eine Palette verschiedener Kohlenhydrate (Mono- und Disaccharide), eine Aminosäuremischung aus Algenhydrolysat und einzelnen Aminosäuren wurden den Proben zugesetzt und Aufnahme, Respiration und Inkorporation ermittelt. Die Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf die mögliche Verwertung und den Umsatz eines wesentlichen Teils des DOC-Poles zu.
7. Fraktionierte Filtration. Um zu ermitteln, in welcher Größenfraktion der osmotrophen Mikroorganismen der wesentliche Anteil der Aktivität zu finden ist, wurden vor und nach der Inkubation die Proben in verschiedenen Größenklassen separiert. Weiterhin kann hieraus auf den Ort der Aktivität geschlossen werden, wenn sich die Ergebnisse durch grobmaschige Filter stark beeinflussen lassen.
8. Eis. Die Beobachtung, daß treibendes Eis häufig mit dicken Schichten verschiedener Algen durchsetzt ist, führte zu dem Versuch, derartiges Eis mikrobiologisch zu untersuchen. Dem kurzfristig aufgetautem Eis wurden verschiedene  $^{14}\text{C}$ -Substrate zugesetzt, dann wieder eingefroren und inkubiert. Eine anschließende Messung der  $^{14}\text{C}$ -Aktivität läßt Rückschlüsse auf Abbauvorgänge im Eis zu.

Von allen Stationen wurden auch Proben für die Bestimmung der Gesamtzellzahl genommen, die fluoreszenzmikroskopisch in Kiel ermittelt werden soll. Mit Hilfe dieses weiteren Parameters läßt sich die bakterielle Biomasse bestimmen, die dann in Verbindung mit den Daten zur Biomasseproduktion den bakteriellen Turnover ergeben und Hinweis auf die für Grazer zur Verfügung stehende bakterielle Biomasse sind.

Einige ausgewählte Ergebnisse sollen im folgenden vorgestellt werden. Da die exakten Analysendaten, insbesondere die der organischen Nährstoffe, die zur Berechnung der aktuellen Umsatzraten erforderlich sind, noch nicht in vollem Umfang vorliegen, können hier nur relative Werte präsentiert werden.

Abb. 28 zeigt das Profil einer Wassersäule (St. 68) im Hinblick auf die Inkorporation von  $^{14}\text{C}$ -markierten Aminosäuren. Die Werte stellen die counts per minute nach einer Inkubation von 5 h dar.

Es zeigt sich hier eine hohe Aktivität in den oberen Wasserschichten gegenüber den tieferen Horizonten, in denen aber noch meßbare Umsatzraten stattfinden.

Bei Station 40 wurde eine fraktionierte Filtration durchgeführt. Diese Ergebnisse lassen vermuten, daß 75% der Aktivität in der Fraktion  $3\ \mu\text{m}$  liegt und etwa 90% im Bereich  $0,8\ \mu\text{m}$ . Insbesondere der hohe Anteil in der größten Fraktion zeigt, daß ein wesentlicher Teil der heterotrophen Aktivität an partikulärem Material zu suchen ist.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß während aller Phasen eine z.T. sehr hohe mikrobielle Aktivität festgestellt werden konnte, insbesondere im Zusammenhang mit hohen Phytoplanktonkonzentrationen. Hier traten die höchsten Werte der Umsatzraten und bakteriellen Biomasseproduktion auf, sowohl im Hinblick auf gelöste Kohlenhydrate wie auch Aminosäuren.

Die biochemische Verwertung der angebotenen Substrate zeigt aber sehr starke Schwankungen, die nähere Analysen erfordern: Der Anteil bakterieller Biomasseproduktion im Gesamtsystem, wie sie hier gemessen wurde, erscheint aber für die Nahrungskette von großer Bedeutung, so daß diese Quelle partikulären Materials von großem Einfluß auf die filtrierenden Organismen erscheint.

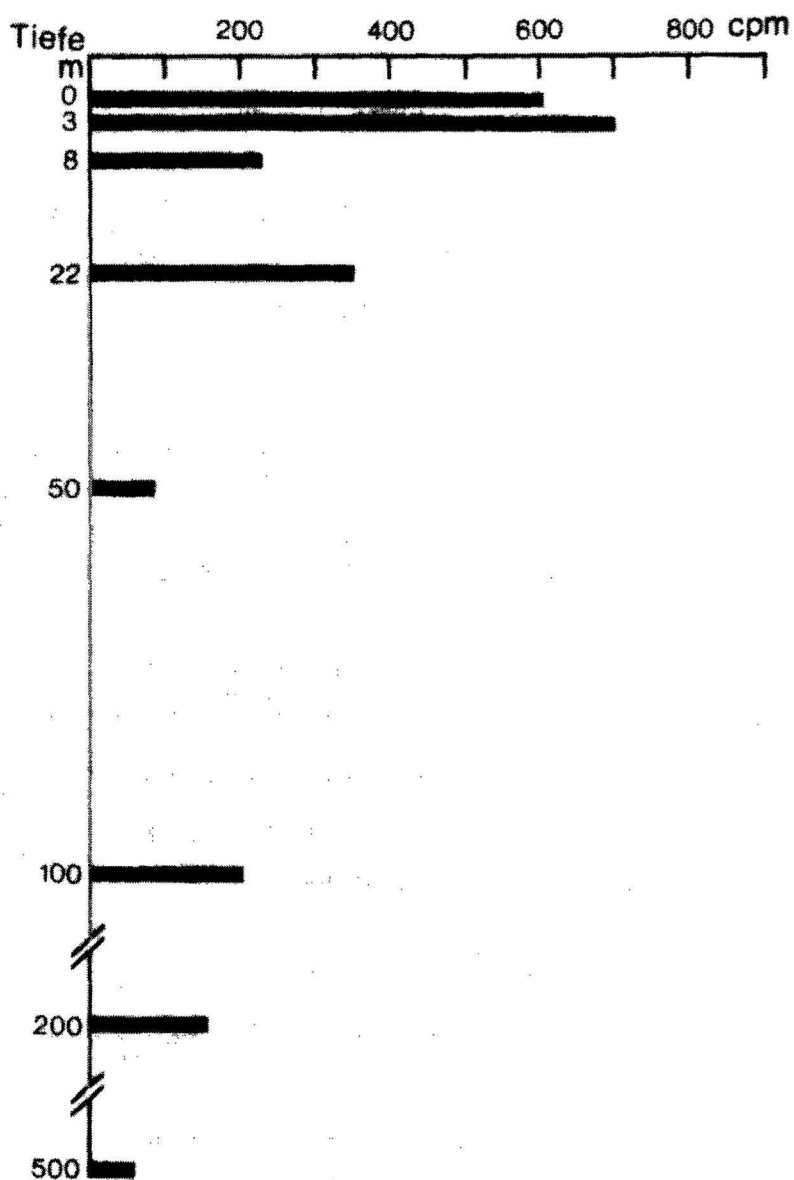


Abb. 28 Inkorporation von  $^{14}\text{C}$ -markierten Aminosäuren (cpm nach 5 h Inkubation). Station 68

Fig. 28 Incorporation of a  $^{14}\text{C}$ -labelled amino acid mixture (cpm after 5 h incubation). Station 68

## 5.5 Krill-Untersuchungen (U. Rowedder, W. Hoffmann)

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über Krill (nur *Euphausia superba*) führten zu der Auffassung, daß es wahrscheinlich unterschiedliche Krillpopulationen gibt. So werden z.B. voneinander getrennte Populationen im Bereich der Weddellsee und in der Bellingshausen See/Branfield Strait vermutet, die sich am Ausgang der Bransfield Strait im Osten miteinander vermischen.

Um dieses Phänomen genauer zu untersuchen, wurden während des 1. antarktischen Abschnitts der 56. 'Meteor'-Reise Krill gefangen. Außerdem sollten die Untersuchungen über das Vorkommen von Krilleiern bzw. -larven fortgesetzt werden.

Wie auf den früheren Expeditionen (FFS 'Walther Herwig' 75/76 und 77/78) wurde auch auf dieser Reise ein 'Rectangular Midwater Trawl 1 + 8' (= RMT) zum Krillfang verwendet, auf dessen Beschreibung hier verzichtet werden soll. Auf den meisten Stationen (insgesamt 24) wurden die oberen 140 m der Wassersäule befischt (doppelter Schräghol), einige Fänge wurden bis dicht an den Boden durchgeführt.

Für die Untersuchungen über das Vorkommen von Krilleiern wurde mehrmals ein Nansen-Schließnetz (Vertikalnetz, 330 µm, 70 cm Ø) bis zum Boden eingesetzt. (An dieser Stelle sei auf die Untersuchungen von Fr. Dr. Schnack verwiesen, die das o.a. Netz während der gesamten Reise zur Probennahme von kleinerem Zooplankton benutzte.)

Um neben den RMT-Fängen weitere Aussagen über das Vorkommen von Krill machen zu können, wurde zeitweilig ein 150-kHz Echolot benutzt.

Die RMT-Stationen lagen entlang eines Nord-Süd-Schnittes auf ungefähr 57°W am östlichen Ausgang der Bransfield Strait. Die ursprünglich im Gebiet südwestlich der South Shetlands geplanten Stationen mußten aufgrund der Eisverhältnisse in nördlicher Richtung verlegt werden. Zusätzlich konnten einige Hols bis an den Rand der Weddell See durchgeführt werden (siehe Stationsliste).

Da der Fang möglichst unversehrt konserviert werden sollte, wurde darauf verzichtet, schon an Bord Messungen vorzunehmen. Daher können in diesem Bericht nur Aussagen über das Vorkommen von Krill in dem betreffenden Gebiet und zur betreffenden Jahreszeit gemacht werden.

Adulter Krill wurde hauptsächlich am östlichen Ausgang der Bransfield Strait auf der Höhe von King George Island und im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets gefunden. Dabei waren die gefangenen Mengen im Osten deutlich geringer. Je nördlicher die Stationen lagen, desto weniger Krill trat in den Fängen auf.

Die Anzeigen des Echolots bestätigten die obigen Aussagen über die Verteilung des Krills. Auf dem Schnitt auf  $57^{\circ}\text{W}$  wurden nur geringe Vorkommen angezeigt, im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets bis an den Rand der Weddellsee gab es keine Anzeigen und im Westen wurden die stärksten Echos aufgezeichnet. Dabei muß berücksichtigt werden, daß durch das Vorkommen von Salpen zusammen mit Krill die Ergebnisse verfälscht werden können. Salpen traten allerdings in den RMT-Fängen nur vereinzelt auf.

Juveniler Krill wurde hauptsächlich im östlichen Teil des Untersuchungsgebiets gefangen. Erstaunlich war das Auftreten von Krilleiern und -nauplien (Identifikation ist noch nicht abgesichert!) auf den südlichsten Stationen, obwohl hier kaum adulter Krill vorkam. Bei einer erneuten Untersuchung dieses Gebiets nach einem Zeitraum von 11 Tagen wurden keine Eier mehr gefunden, dafür traten jetzt größere Larven in den Fängen auf.

Um zu diesen Themen weitere Aussagen machen zu können, muß die genauere Analyse der Fänge abgewartet werden.

## 6. Analyse der gelösten und partikulären organischen substanz (R. Dawson, S. Heiland)

Von der Arbeitsgruppe Organische Chemie wurden über den gesamten Zeitraum des ANT I-Abschnittes der 56. Forschungsreise des F.S. 'Meteor' vom Auslaufen aus Montevideo bis zur Einfahrt in die Magellan Straße Bestimmungen physiologisch relevanter Naturstoffe durchgeführt.

Diese Untersuchungen erfolgten im Rahmen der Beteiligung des SFB 95 der Universität Kiel an diesem Fahrtabschnitt und hatten zum Ziel,

1. eine Bestandsaufnahme organischer Substanzen in den antarktischen Gewässern zu erstellen,
2. aus der Relation verschiedener organischer Substanzen zueinander typische Muster zu gewinnen und diese mit der Art, Menge und dem physiologischen Zustand der gefundenen Planktonpopulation, bzw. der partikulären Bestandteile, zu korrelieren, und
3. in Zusammenarbeit mit der mikrobiologischen Arbeitsgruppe Angebot und Umsatz bakteriell metabolisierbarer Substanzen zu bestimmen.

Die zusammenfassende Betrachtung dieser drei Teilaspekte läßt Erkenntnisse über Entstehung und Werdegang des organischen Materials bis hin zu Abbau und Sedimentation erwarten.

### Untersuchungsmaterial

Zur Analyse gelangten Proben von filtriertem Seewasser, partikuläres Material auf Glasfaserfiltern, Material aus Sedimentfallen, Eisproben sowie Medium und Partikel aus monospezifischen Algenkulturen.

Im einzelnen wurden an Bord folgende Parameter bestimmt:

1. Proteine, Aminosäuren, Harnstoff
  - a) kontinuierliche fluorimetrische Bestimmung und Registrierung von  $\alpha$ -Aminoverbindungen aus dem Seewasser der 1500 l/h-Pumpe,



- b) qualitative und quantitative Auftrennung von gelösten freien  $\alpha$ -Aminosäuren, von gelösten gebundenen  $\alpha$ -Aminosäuren sowie von partikulären freien und partikulären gebundenen  $\alpha$ -Aminosäuren mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) - insgesamt 500 Chromatographieläufe, die ca. 7.500 Einzeldaten beinhalten;
- c) quantitative colorimetrische Bestimmung von Harnstoff.

## 2. Kohlenhydrate

- a) quantitative colorimetrische Bestimmung von gelösten freien Monosacchariden und von gelösten Polysacchariden nach 20-stündiger saurer Hydrolyse;
- b) quantitative colorimetrische Bestimmung der wasserextrahierbaren und der durch saure Hydrolyse freigesetzten Zucker aus partikulärem Material;

Insgesamt wurden ca. 1.500 Kohlenhydratanalysen an Bord durchgeführt.

## 3. Pigmente

- a) Fluorimetrie  
ca. 400 Pigmentextrakte wurden fluorimetrisch auf ihren Gehalt an Chlorophyll- und Phaeopigmenten untersucht.
- b) Chromatographische Pigmentauftrennung  
Zur Klärung der z.T. erheblichen Differenzen zwischen den fluorimetrisch und den nach der Strickland-Methode bestimmten Pigmentdaten wurden Extrakte mittels HPLC aufgetrennt und verschiedene Chlorophyll- und Phaeopigmente nachgewiesen. Diese Untersuchungen werden mit definierten Standards in Kiel und von einem weiteren Mitarbeiter des SPB 95 im Fahrtabschnitt ANT II an Bord der 'Meteor' fortgeführt werden.

Außerdem wurden Proben vorbereitet für Analysen, die nicht an Bord vorgenommen werden konnten. Zu diesen in Kiel zu bestimmenden Parametern gehören:

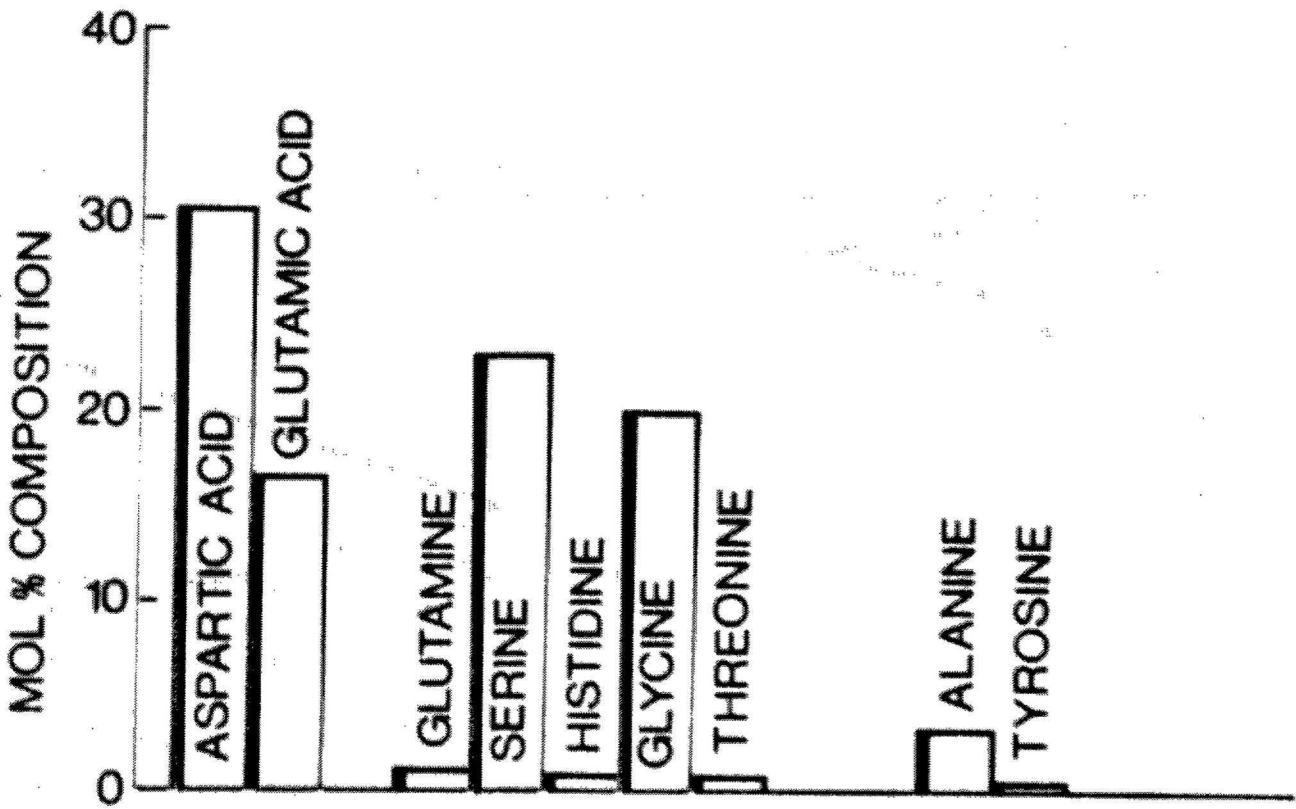
- a) Gelöster organischer Kohlenstoff DOC (120 Proben)
- b) Monosaccharide chromatographisch (100 Proben)
- c) ATP (100 Partikelextrakte)
- d) Lipide, Aminozucker und Uronsäuren aus partikulärem Material (200 Filterproben).

### Vorläufige Ergebnisse

Die gewonnenen Daten bedürfen zu ihrer Wertung der weiteren eingehenden Bearbeitung sowie der Ergänzung durch die in Kiel auszuführenden Analysen. Die im folgenden angefügten Abb. 29 - 36 stellen Beispiele der Verteilung der von uns bestimmten organisch-chemischen Parameter in der Wassersäule dar.

Abb. 29  
Freie Aminosäuren im Seewasser

Fig. 29  
Free amino acids in seawater



Station 73

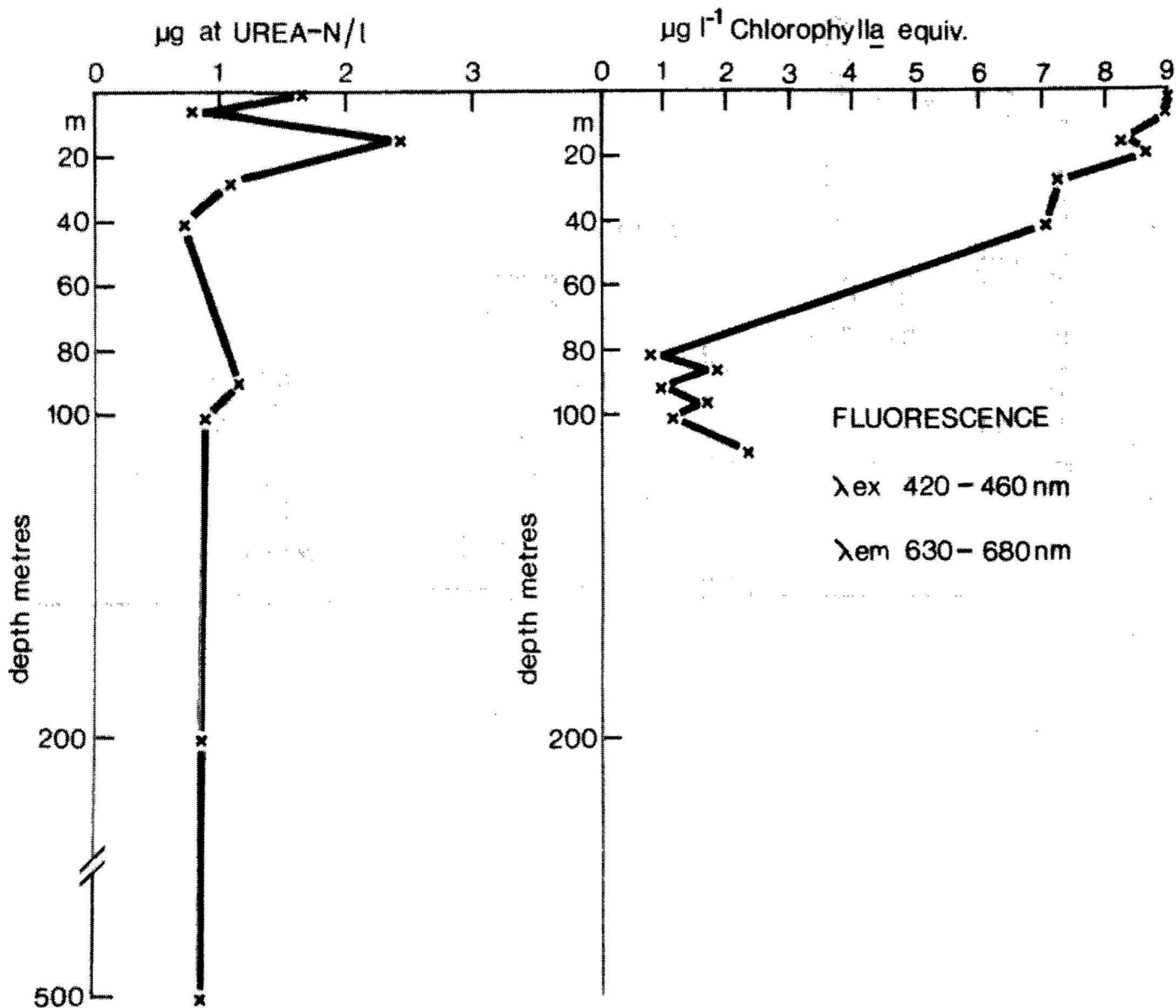
Abb. 30 (links)  
Konzentration von Urea in Abhängigkeit von der Tiefe

Fig. 30 (left)  
Concentration of Urea vs. depth

Station 73

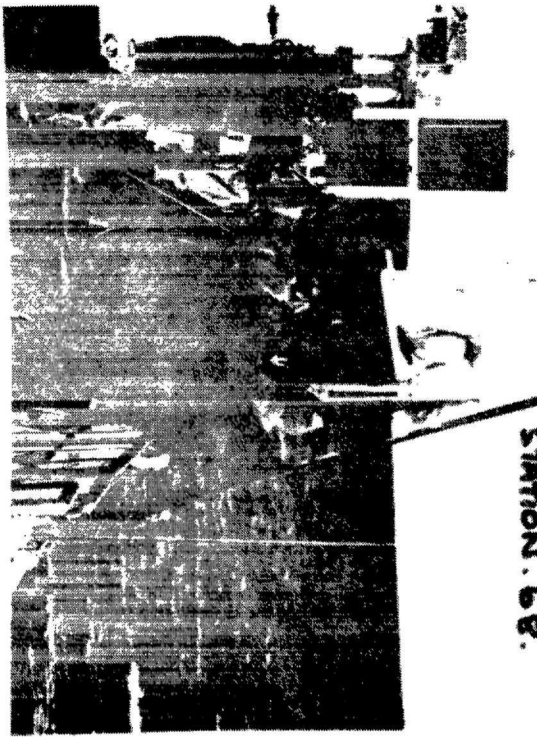
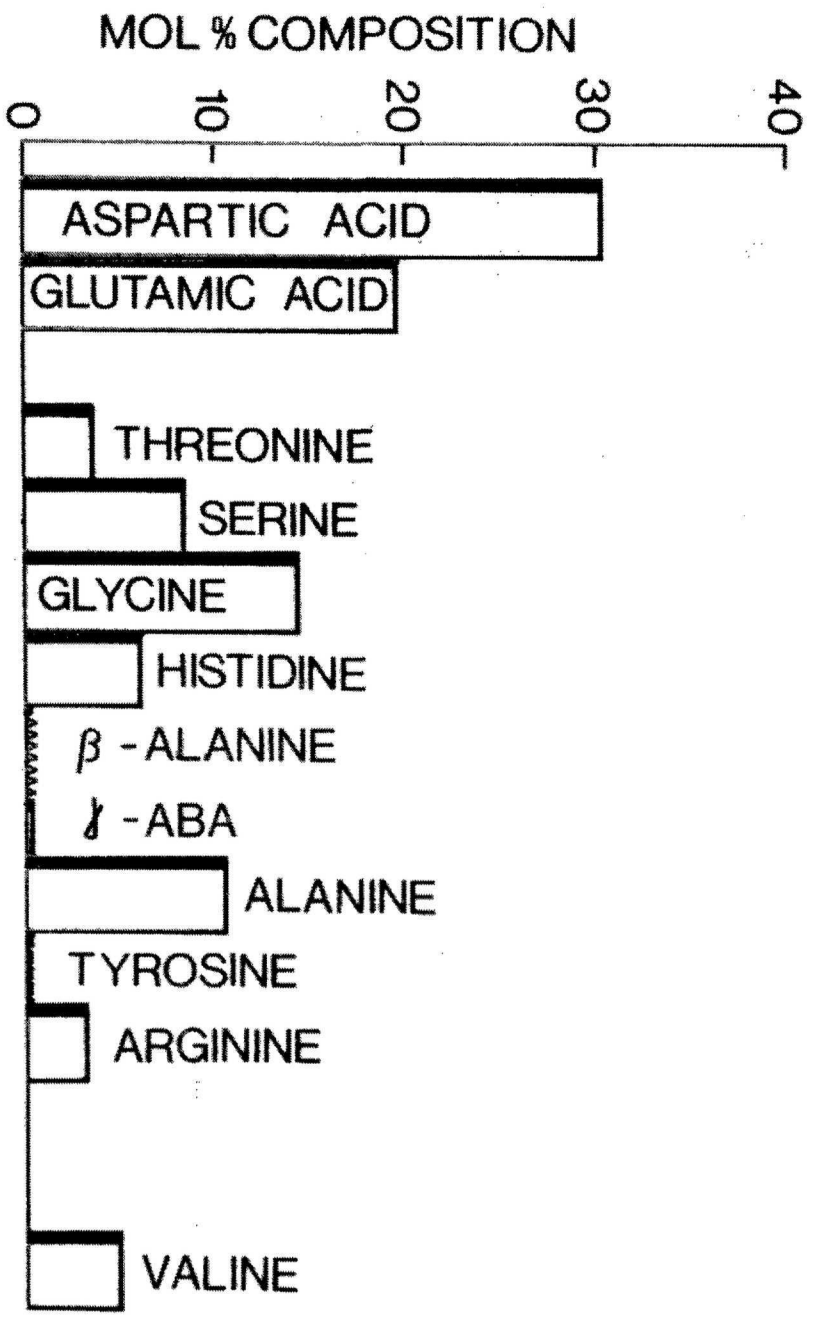
Abb. 31 (rechts)  
Konzentration von Chlorophyll und Phaephytin (in Chl. equiv) in Abhängigkeit von der Tiefe

Fig. 31 (right)  
Concentration of chlorophyll and phaephytin (chl. equiv) vs. depth



Freie Aminosäuren aus hydrolysiertter partikulärer Substanz

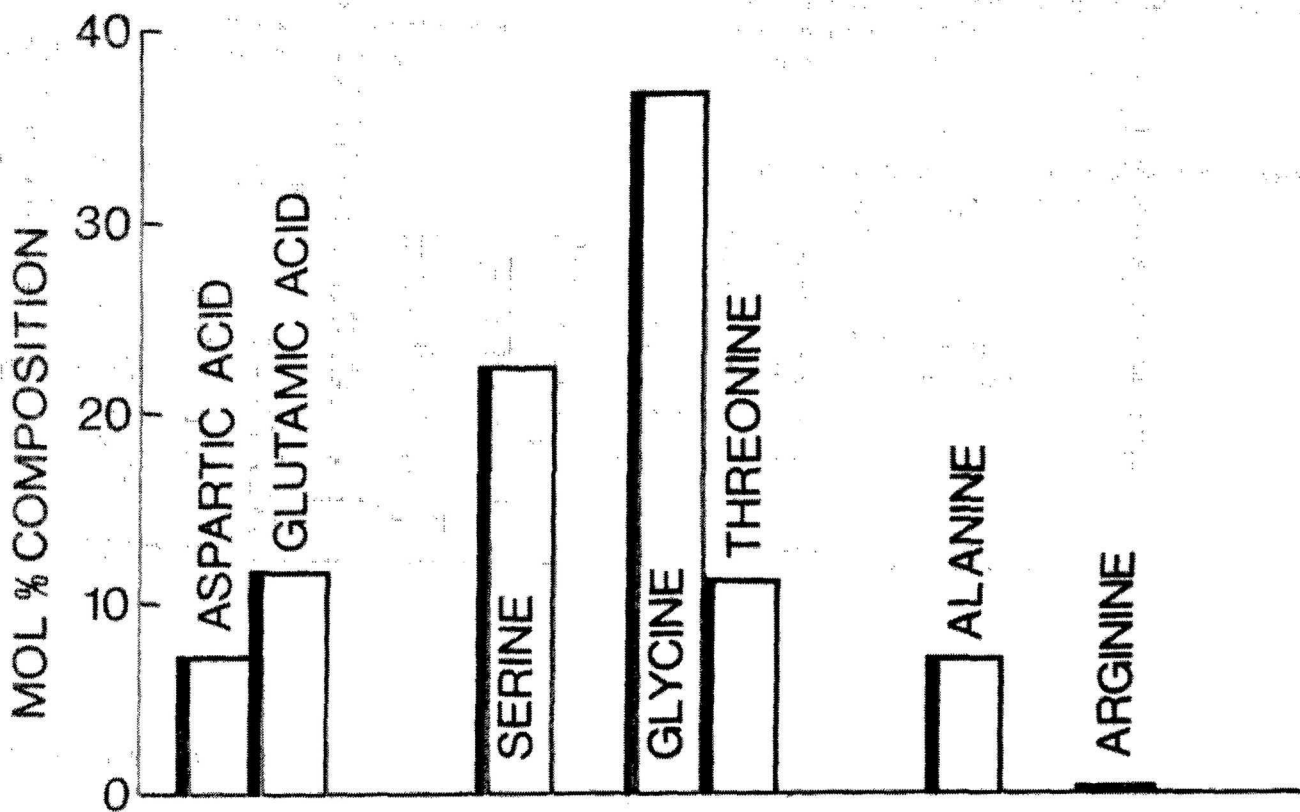
Free amino acids from hydrolyzed particulate matter

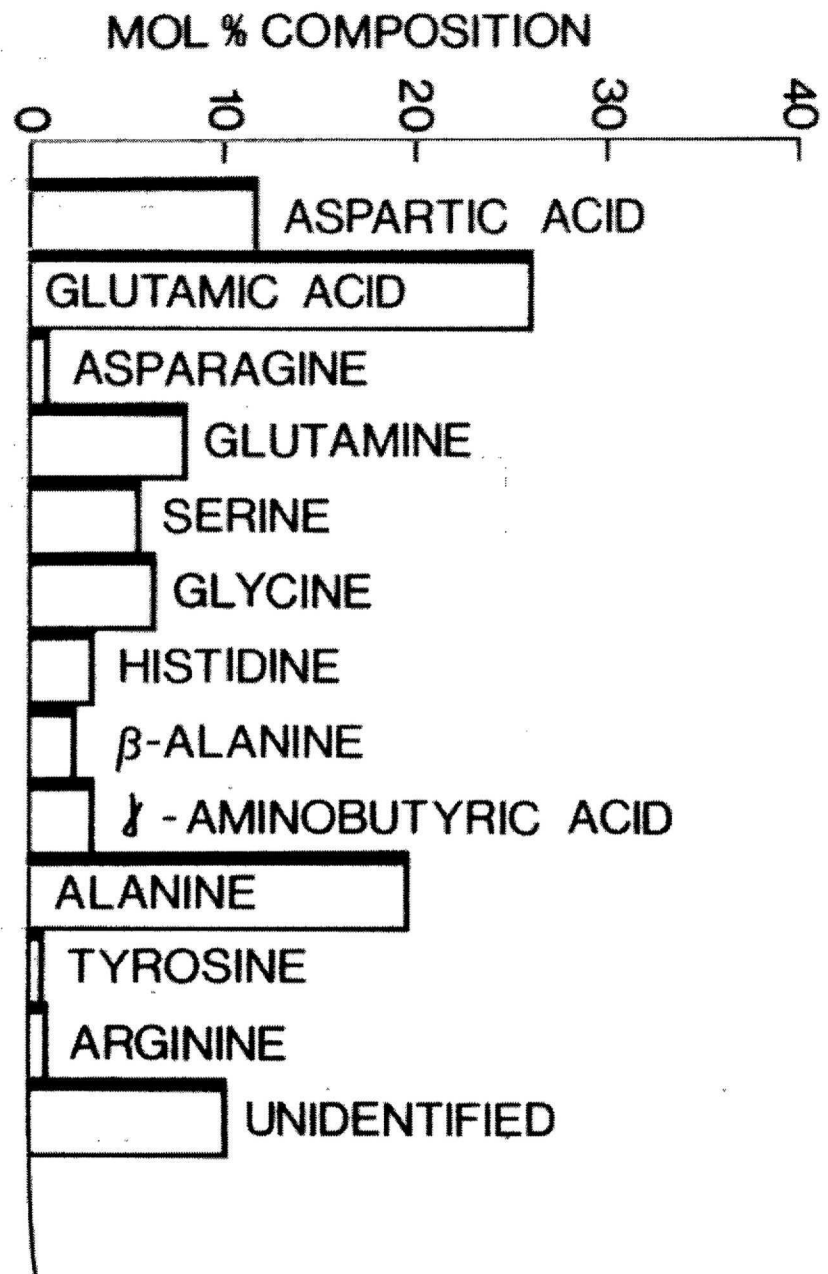


STATION 68.

Abb. 33  
Hydrolysierbare Aminosäuren aus Seewasser

Fig. 33  
Hydrolysable amino acids from seawater





Station 68

Abb. 35 (links)

Molar %-Anteil der wasserextrahierbaren partikulären Kohlenhydrate an den partikulären Gesamtkohlenhydraten in Abhängigkeit von der Tiefe

Fig. 35 (left)

Water extractable particulate carbohydrates as % mol of total particulate carbohydrates vs. depth

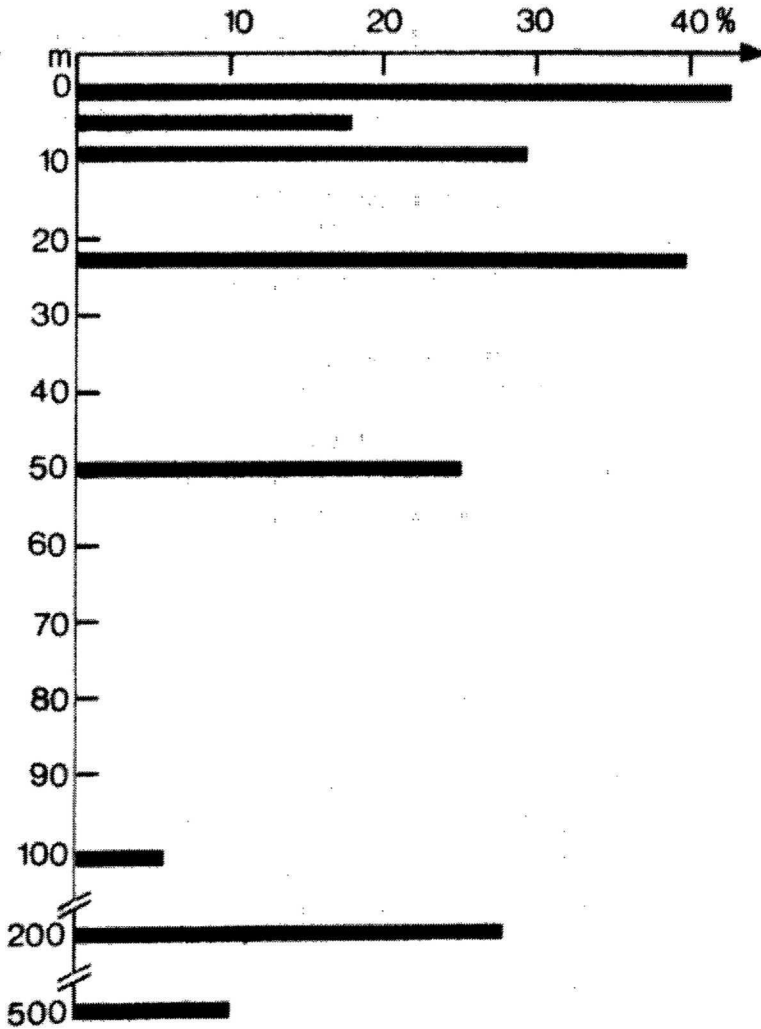
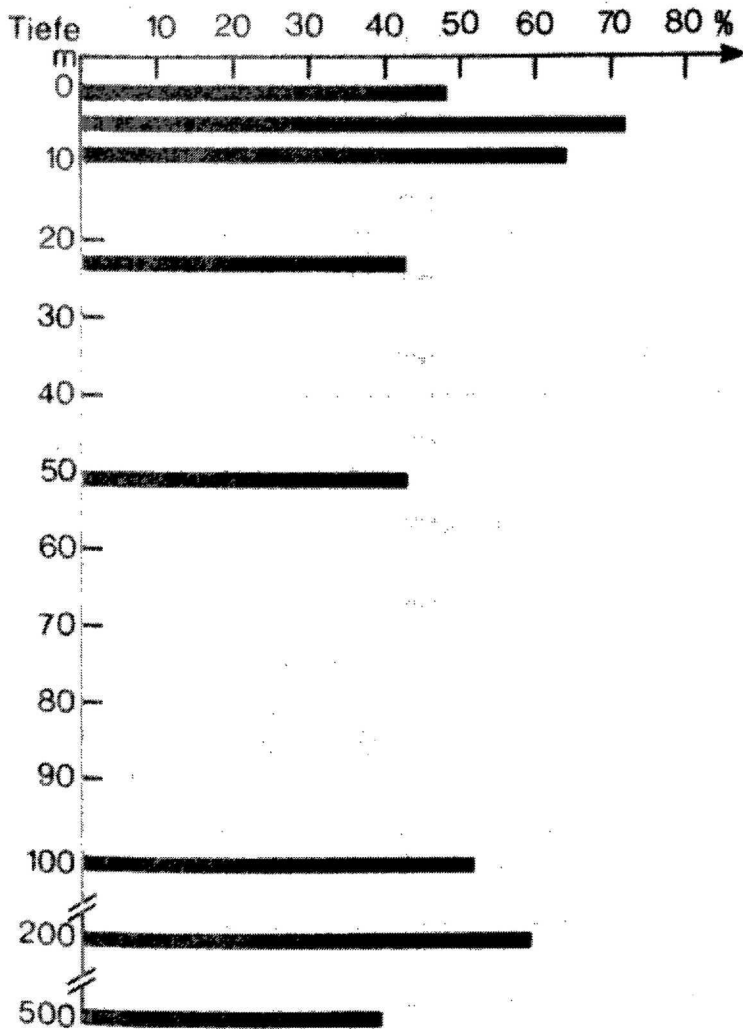
Station 68

Abb. 36 (rechts)

%-Anteil der gelösten Monosaccharide an den gelösten Gesamtkohlenhydraten in Abhängigkeit von der Tiefe

Fig. 36 (right)

Soluable monosaccharides as % of total soluble carbohydrates vs. depth





7.1 Bedeutung der Abkürzungen für den Stationsplan

**B E D E U T U N G   D E R   A B K Ü R Z U N G E N**  
**F Ü R   D E N   S T A T I O N S P L A N**  
**A U F   D E R   F A H R T   56/2   (A N T I)**

---

<b>Multisonde</b>	<b>MS</b>
<b>Multisonde mit Rosette</b>	<b>MS/RO</b>
<b>Optiksonde</b>	<b>OS</b>
<b>10 Liter Wasserschöpfer</b>	<b>10 S</b>
<b>2 Liter Wasserschöpfer</b>	<b>2 S</b>
<b>Sedimentfalle</b>	<b>SF</b>
<b>Copepodennets</b>	<b>CO</b>
<b>Mikronets</b>	<b>MK</b>
<b>Secchi Disk</b>	<b>SD</b>
<b>RMT 1 + 8 Nets</b>	<b>RMT</b>
<b>Dopy</b>	<b>DO</b>

FS "Meteor"		Fahrt Nr. 56/2 (ANT I)				S t a t i o n s p l a n		
Datum 1980	Station Nr.	M G Z von - bis	Breite, S	Länge, V	Wss. Tiefe m	Geräteinsatz		
18.11.	13	1500 - 1524	52° 24.7'	52° 22.1'	2735	2 S		
19.11.	14	0448 - 1118	52.3	48 19.2	3048	Kurse zur Bestimmung der Auslöse- position		
19.11.	15	1118 - 1318	52.1	17.4	3065	MS/RO		
19.11.	16	1318 - 1606	52.3	19.2	3048	Verankerung Nr. 239 aufgenommen		
19.11.	17	1830 - 2024	49.0	47 29.3	2671	MS/RO		
20.11.	18	0206 - 0442	55.9	49 10.2	2775	MS/RO		
20.11.	19	1500 - 1912	54 37.5	50 11.1	4005	2 x OS, 10 S, CO, MS/RO		
21.11.	20	1500 - 1842	57 46.8	52 06.2	4127	OS, 10 S, CO, MS/RO		
22.11.	21	1830 - 2330	61 17.4	54 42.3	345	RMT, DO, MS, OS, SF		
23.11.	22	1000 - 1242	62 04.1	55 20.0	1235	2 x OS, MS/RO, 10 S, 2 x CO		
23.11.	23	1500 - 1906	15.1	16.6	365	4 x OS, 10 S, 4 x CO, MS/RO, RMT		
24.11.	24	1148 - 1430	18.0	53.0	300	5 x OS, MS/RO, SF		
24.11.	25	1624 - 1948	22.9	43.4	286	4 x OS, 10 S, 3 x CO, MS/RO, RMT		
25.11.	26	0900 - 1012	57.8	43.8	280	MS/RO, 2 x OS		
25.11.	27	1100 - 1400	55.7	44.2	235	CO, 3 x OS, SF, DO		
25.11.	28	1536 - 1824	53.0	47.0	206	2 x OS, 10 S, 4 x CO, MS/RO		
25.11.	29	1918 - 2118	52.3	47.4	208	3 x CO, DO		
26.11.	30	0500 - 0800	48.0	47.0	174	2 x OS, 10 S, CO, MS/RO		
26.11.	31	1130 - 1354	45.0	41.9	135	2 x OS, 10 S, 3 x CO, MS/RO		
26.11.	32	1530 - 1542	42.9	42.7	263	OS		
26.11.	33	1700 - 2000	40.7	44.6	187	2 x OS, 10 S, CO, MS/RO		
26.-27.11.	34	2300 - 0148	36.9	51.2	315	2 x OS, 10 S, 2 x CO, 5 x MS/RO		

Datum 1980	Station Nr.	M G Z von - bis	Breite	Länge	Wss. Tiefe m	Geräteinsatz
27.11.	35	1118 - 1254	62° 47.2'	54° 51.0'	171	2 x OS, 3 x CO, MS/RU
27.11.	36	1324 - 1424	44.8	58.3	190	RMT
27.11.	37	1500 - 1748	45.1	55.2	180	5 x OS, 10 S, 3 x CO, MS/RO
27.11.	38	1830 -	44.0	55 01.9	195	2 x MS/RO, DO, von -
27.11.-	39	2130 -	42.2	00.0	195	bis
28.11.	40	0324	47.8	00.7	150	2 x MS/RO, DO, von -
28.11.	40	1100 - 1250	46.5	54 59.4	175	bis
28.11.	40 a	1300 -	46.1	44.4	152	2 x OS, 10 S, 3 x CO, MS/RO, MK
28.11.	41	1330	45.2	43.2	157	RMT von -
28.11.	42	1354 - 1418	43.5	45.7	183	bis
28.11.	43	1448 - 1506	41.6	47.8	187	OS, MK
28.11.	44	1536 - 1554	39.1	51.1	276	OS, MK
28.11.	45	1642 - 1648	30.6	53.9	190	OS, MK
28.11.	46	1718 - 1736	34.1	55 01.8	194	OS, MK
28.11.	47	1806 - 1824	31.6	04.6	248	OS, MK
28.11.	48	1854 - 1912	29.0	07.5	226	OS, MK
28.11.	49	1942 - 1954	26.6	11.0	242	OS, MK
28.11.	50	2030 - 2042	24.1	13.4	232	OS, MK
28.11.	51	2124 - 2148	21.6	18.4	295	OS, MK
28.11.	52	2218 - 2236	19.3	25.9	304	OS, MK
28.11.	53	2312 - 2330	21.1	31.0	397	OS, MK
29.11.	53	0006 - 0024	23.0	41.4	288	OS, MK
				51.2	265	OS, MK

FS "Meteor"

Fahrt Nr. 56/2 (ANT I)

S t a t i o n e n p l a n

Datum 1980	Station Nr.	M G Z von - bis	Breite, S	Länge, W	Wass. Tiefe m	Geräteinsatz
29.11.	54	0112 - 0136	62° 20.8'	56° 00.8	362	OS, MK
29.11.	55	0206 - 0230	18.0	04.5	377	OS, MK
29.11.	56	0300 - 0312	15.6	07.0	500	OS, MK
29.11.	57	0336 - 0348	13.0	09.0	1088	OS, MK
29.11.	58	0412 - 0430	10.2	07.0	1145	OS, MK
29.11.	59	0524 - 0536	11.3	16.0	1078	OS, MK
29.11.	60	0612 - 0624	15.3	21.0	816	OS, MK
29.11.	61	0706 - 0730	15.6	32.6	1015	OS, MK
29.11.	62	0812 - 0824	16.2	41.4	1130	OS, MK
29.11.	63	0906 - 0924	12.1	40.9	1170	OS, MK
29.11.	64	0954 - 1012	08.6	35.8	1170	OS, MK
29.11.	65	1048 - 1100	05.2	31.1	1395	OS, MK
29.11.	66	1148 - 1206	61	30.2	1685	OS, MK
29.11.	67	1242 - 1254	55.9	31.6	905	OS, MK
29.11.	68	1500 - 2006	62	31.7	1521	4 x OS, 10 S, 3 x CO, MS/RO
29.11.	68 a	2006 -	04.4	30.6	1602	RMT von -
			05.9	34.2	1102	bis
30.11.	69	0130 - 0230	32.8	16.9	1110	DOPY zu Wasser
30.11.	70	0236 - 0248	32.8	16.7	1105	SF zu Wasser
30.11.	71	0300 - 0354	32.5	16.6	1101	OS, 10 S
30.11.	69 a	0400 - 0448	31.9	17.0	1048	DOPY aus dem Wasser
30.11.	72	0900 - 1154	30.9	08.8	1022	2 x OS, 10 S, CO, MS/RO
30.11.	73	1500 - 1900	30.0	04.8	950	3 x OS, 10 S, CO, MS/RO

Datum 1980	Station Nr.	M G Z von - bis	Breite, S	Länge, W	Wss. Tiefe m	Geräteinsatz
30.11.	73 a	1718 - 1736	62° 30,1'	57° 04,8'	934	SF zu Wasser
30.11.-1.12.	74	2100 - 0030	29.7	05.4	950	2 x OS, 10 S, 4 x CO, MS
1.12.	75	0042 - 0224	29.2	06.6	950	MS
1.12.	76	1100 - 1442	29.9	05.4	932	2 x OS, 10 S, 2 x CO, MS/RO
1.12.	77	1500 - 1712	29.8	03.0	910	2 x OS, 10 S, 2 x CO, MS/RO
1.12.	78	2100 - 2348	29.5	02.0	913	2 x OS, 10 S, CO, MS/RO
2.12.	79	0100 - 0112	29.8	02.6	905	SF aus dem Wasser
2.12.	80	0112 -	29.9	02.6	890	RMT von -
2.12.	81	0400 -	36.4	07.6	590	bis
2.12.	82	0654 -	37.2	07.9	531	RMT (H5) von -
2.12.	83	1006 -	36.0	08.1	598	bis
2.12.	84	1300 -	11.9	08.4	1770	RMT (H4) von -
2.12.	85	1636 - 1912	09.9	08.6	1720	bis
2.12.	86	1924 - 2236	61	07.7	405	RMT (H3) von -
2.12.	87	2236 -	43.4	08.5	395	bis
2.12.	88	1154 - 1230	21.8	07.4	1125	RMT (H2) von -
2.12.	89	1230 - 1354	20.2	06.0	1310	bis
3.12.			60	06.0	3625	Verankerung Nr. 270 ausgelegt
3.12.			53.8	06.6	3648	MS/RO, 2 x OS, 10 S, CO
3.12.			53.3	05.3	3705	RMT (H1) von -
3.12.			55.1	01.6	3440	bis
3.12.			62	04.2	976	MS
3.12.			28.7	02.6	935	Verankerung Nr. 80/06 (B4) ausgel.

FS "Meteor"

Fahrt Nr. 56/2 (ANT 1)

S t a t i o n s p l a n

Datum 1980	Station Nr.	M G Z von - bis	Breite, S	Länge, W	Was. Tiefe m	Geräteinsatz
3.12.	90	1500 - 1618	62° 36.3'	57° 19.0'	890	Verankerung Nr. 80/07 (B1) ausgel.
3.12.	91	1630 - 1700	37.4	18.2	616	MS, MK
3.12.	92	2100 - 2248	22.5	58.6	1992	OS, MS, 10 S, MK
3.12.	93	2318 - 2348	25.2	58 00.5	1975	DOPY mit 2 x SF zu Wasser
5.12.	94	1100 - 1130	19.6	57 51.2	1990	DOPY mit 2 x SF aus dem Wasser
6.12.	95	0900 - 1006	63 08.0	54 52.6	410	2 x OS, MK
6.12.	96	1100 - 1454	07.5	54.9	480	2 x OS, 10 S, 3 x CO, MS/RO, MK
6.12.	97	1524 - 1800	04.7	53.5	355	2 x OS, 10 S, 3 x CO, MS/RO, MK
6.12.	98	1854 - 1942	62 58.2 63 00.0	55.8 57.2	453 476	RMT von - bis
6.12.	99	2100 - 2236	01.5	57.5	400	2 x OS, 2 x CO, MS, MK
7.12.	100	1100 - 1148	62 49.7	58.5	175	2 x OS, MS, MK
7.12.	101	1454 - 1512	43.4	55 13.7	185	DOPY mit 2 x SF zu Wasser
7.12.	102	1518 - 1654	42.4	14.9	190	3 x OS, 10 S, 2 x CO, MS, MK
7.12.	103	1712 - 1754	43.6 45.7	13.4 13.0	203 162	RMT von - bis
7.12.	104	2100 - 2236	42.3	16.0	177	29 x OS, MK
7.-8.12.	105	2248 - 0100	43.5	18.4	326	24 x MS, MK
8.12.	106	1100 - 1242	44.4 40.6	11.6 19.9	225 195	RMT von - bis
8.12.	107	1312 - 1448	42.4	14.2	171	2 x OS, 10 S, 2 x CO, MS, MK
8.12.	108	1500 - 1530	43.3	13.3	185	DOPY mit 2 SF aus dem Wasser
8.12.	109	2006 - 2030	63 06.1	06.1	466	DOPY mit 2 SF zu Wasser

Datum 1980	Station Nr.	M G Z von - bis	Breite, S	Länge, W	Wss. Tiefe m	Geräteinsatz
8.12.	110	2100 - 2200	63° 06.5'	55° 08.0'	535	2 x OS, MS, MK
8.-9.12.	111	2242 - 0124	06.3	08.5	377	41 x OS, MK
9.12.	112	0300 - 0318	06.0	06.4	447	DOPY mit 2 x SF aus dem Wasser
9.12.	113	0324 - 0518	05.0	07.1	290	OS, 10 S, 3 x CO, MS
9.12.	114	0900 - 1036	04.2	10.2	152	2 x OS, 10 S, 3 x CO, MS
9.12.	115	1218 - 2230	04.2	11.1	105	SF zu Wasser
9.12.	116	1536 - 1800	04.8	09.8	145	4 x OS, 10 S, 3 x CO, MS, MK, SD
9.12.	117	2100 - 2230	03.3	10.9	112	2 x OS, 10 S, SD, 3 x CO, MS
10.12.	118	1000 - 1036	62 23.1	56 33.5	900	DOPY mit 2 x SF zu Wasser
10.12.	119	1206 - 1224	24.4	31.8	812	OS, MK
10.12.	120	1242 - 1300	23.4	34.4	890	OS, MK
10.12.	121	1324 - 1342	22.0	37.0	1060	OS, MK
10.12.	122	1412 - 1430	20.4	40.0	1202	OS, MK
10.12.	123	1554 - 1630	28.8	34.2	420	OS, 10 S, MK
10.12.	124	1654 - 1712	27.4	37.1	820	OS, MK
10.12.	125	1736 - 1748	26.2	39.7	954	OS, MK
10.12.	126	1812 - 1906	24.5	42.8	1039	OS, 10 S, MK
10.12.	127	2030 - 2054	33.9	38.2	314	OS, MK
10.12.	128	2112 - 2130	31.7	41.1	386	OS, MK
10.12.	129	2154 - 2206	30.3	44.1	496	OS, MK
10.12.	130	2230 - 2248	29.1	48.1	713	OS, MK
10.12.	131	2306 - 2324	27.8	51.7	916	OS, MK
11.12.	132	0148 - 0206	26.9	33.1	895	OS, MK

## FS "Meteor" Fahrt Nr. 56/2 (ANT I)

## Stationsplan

Datum 1980	Station Nr.	M G Z von - bis	Breite, S	Länge, W	Wss. Tiefe m	Geräteinsatz
11.12.	133	0248 - 0300	62° 24.6'	56° 30.6'	825	OS, MK
11.12.	134	0324 - 0400	25.7	36.0	915	DOPY mit 2 x SF aus dem Wasser
11.12.	135	0636 - 0736	48.3	57 08.0	280	RMT von - (H6)
11.12.	136	1348 - 1418	49.0	13.6	170	bis
11.12.	137	1500 - 1812	63 09.5	59 17.1	790	RMT von - (H6a)
12.12.	138	0400 - 0506	08.5	14.9	880	bis
12.12.	139	1500 - 1806	10.4	18.2	820	3 x OS, SD, 10 S, MS, CO, MK
12.12.	140	1812 - 1854	30.0	61 59.8	167	RMT von - (H7)
13.12.	141	0124 - 0206	32.0	62 03.1	317	bis
13.12.	142	0500 - 0548	64 16.1	64 08.7	655	4 x OS, 10 S, 4 x CO, MS, SD, MK
13.12.	143	1224 - 1312	15.5	08.3	635	RMT von - (H8)
13.12.	144	1524 - 1812	16.3	10.8	584	bis
13.12.	145	2000 - 2054	63 57.9	14.9	385	RMT von - (H9)
14.12.	146	0100 - 0136	59.7	15.2	410	bis
			37.0	00.7	235	RMT von - (H10)
			38.3	05.0	245	bis
			15.4	63 27.7	405	RMT von - (H11)
			13.7	25.3	520	bis
			05.5	20.9	456	4 x OS, 10 S, 3 x CO, MS, MK
			62 55.8	62 50.7	1107	RMT von - (H12)
			54.4	46.0	1112	bis
			23.9	17.7	1950	RMT von - (H13)
			22.5	15.6	1480	bis



FS "Meteor"

Fahrt Nr. 56/2 (ANT I)

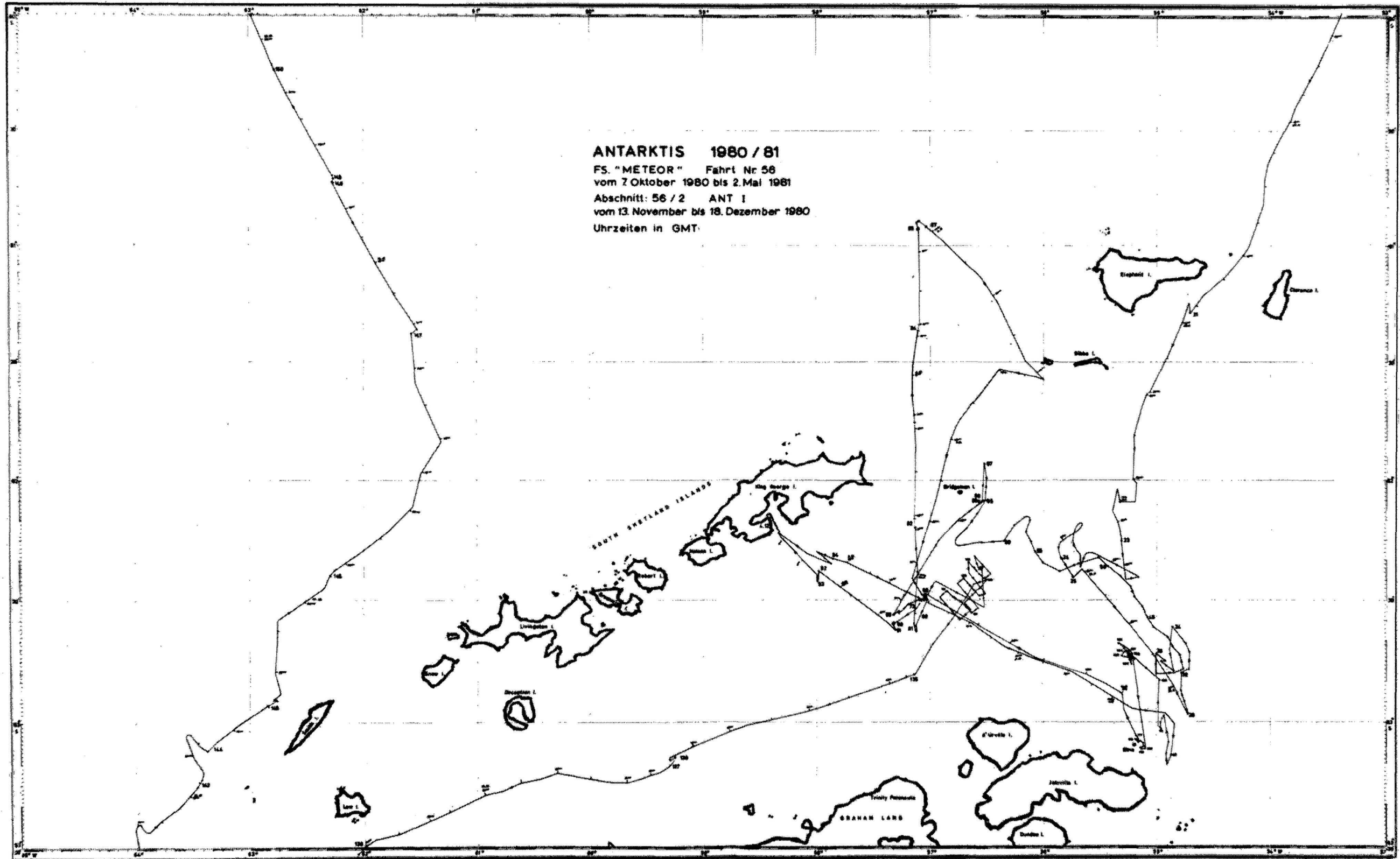
Stationsplan

Datum 1980	Station Nr.	M G Z von - bis	Breite, S	Länge, W	Wss. Tiefe m	Geräteinsatz
14.12.	147	0900 -	61° 22.8'	61° 34.7'	3775	RMT von - (H14)
		0948	21.5	31.6	3835	bis
14.12.	148	1500 - 1712	60	15.8	3774	3 x OS, 10 S, 3 x CO, MS, MK
14.12.	149	1718 -	43.6	16.4	3785	RMT von - (H15)
		1754	41.4	18.1	3825	bis
14.12.	150	2200 - 2248	14.5	46.3	3795	OS, MS
15.12.	151	0918 - 0948	59 03.0	64 01.6	3920	MS

### 7.3 Fahrtteilnehmer

<u>Name, Vorname</u>	<u>Institut</u>	<u>Arbeitsgebiet</u>
Dr. v. Bodungen, Bodo	SFB	Primärproduktion
Dr. Bölter, Manfred	SFB	Mikrobiologie
Dr. Dawson, Rodger	SFB	Organische Meereschemie
Dzomla, Werner	SFB	Mikrobiologie
Dipl.Phys.Eigenbrod, Holger	IAP	Datenverarbeitung (Datenboje DOPY)
Dr. Elbrächter, Malte	BAH	Phytoplankton
Fritsche, Peter	IfM	Anorganische Meereschemie (Nährsalze)
Dr. Haardt, Hauke	SFB	Meeresoptik
Heiland, Stefan Ulrich	SFB	Organische Meereschemie
Hoffmann, Werner	IfM	Fischereibiologie
Prof. Dr. Kroebe, Werner	IAP	Parameterforschung (Multisonde)
Dipl.Phys. Maaßen, Rainer	SFB	Meeresoptik
Mempel, Margit	SFB	Planktologie
Dipl.Phys. Mittelstaedt, Rolf-Ulrich	IAP	Meeresphysik, Omega-System
Dr. Petersohn, Ulrich	IAP	Meeresphysik (Datenboje DOPY)
Dr. Rathlev, Jürgen	IAP	Datenverarbeitung (Multisonde)
Dipl.Biol. Rowedder, Uwe	IfM	Fischereibiologie
Dr. Schnack, Sigrid	IfM	Zooplankton
Dr. Smetacek, Victor	IfM	Phytoplankton
Prof. Dr. Tilzer, Max	LIK	Primärproduktion
Uhlmann, Louis	SFB	Sinkstofffallen
Werner, Rolf	IfM	Anorganische Meereschemie (Nährsalze)
Prof.Dr.Zeitzschel, Bernt	IfM	Planktologie (Fahrtleiter)
Dr. Zenk, Walter	IfM	Physikalische Ozeanographie (Hydrographie, Verankerungen)

- BAH - Biologische Anstalt Helgoland, Litoralstation List/Sylt
- IAP - Institut für Angewandte Physik der Universität Kiel
- IfM - Institut für Meereskunde an der Universität Kiel
- LIK - Limnologisches Institut der Universität Konstanz
- SFB - Sonderforschungsbereich 95 'Wechselwirkung Meer-Meeressboden' der Universität Kiel



M = 1 : 500 000 auf  $\varphi$  60°

# BERICHTE AUS DEM INSTITUT FÜR MEERESKUNDE

## Verzeichnis der veröffentlichten Arbeiten

- |     |        |  |  |
|-----|--------|--|--|
| 1   | (1973) | FECHNER, H.  | Orthogonale Vektorfunktionen zur stetigen Darstellung von meteorologischen Feldern auf der Kugeloberfläche   |
| 2   | (1974) | SPETH, P.  | Mittlere Meridionalschnitte der verfügbaren potentiellen Energie für jeden Januar und Juli aus dem Zeitraum 1967 bis 1972  |
| 3   | (1974) | SPETH, P.  | Mittlere Horizontalverteilungen der Temperatur und der verfügbaren potentiellen Energie und mittlere Meridionalschnitte der Temperatur für jeden Januar und Juli aus dem Zeitraum 1967 bis 1972                  |
| 4   | (1974) | DEFANT, Fr.  | Das Anfangstadium der Entwicklung einer baroklinen Wellenstörung in einem baroklinen Grundstrom  |
| 5   | (1974) | FECHNER, H.  | Darstellung des Geopotentials der 500 mb-Fläche der winterlichen Nordhalbkugel durch natürliche Orthogonalfunktionen   |
| 7   | (1974) | SPETH, P.  | Die Veränderlichkeit der atmosphärischen Zirkulation, dargestellt mit Hilfe energetischer Größen   |
| 8   | (1975) | SKADE, H.  | Eine aerologische Klimatologie der Ostsee. Teil I – Textband   |
| 9   | (1975) | SKADE, H.  | Eine aerologische Klimatologie der Ostsee. Teil II – Abbildungsband  |
| 10  | (1975) | MÖLLER, H.   | Bestimmungstafeln für die Fischparasiten der Kieler Bucht  |
| 11  | (1975) | KEUNECKE, K. H.,<br>KOHN, H.,<br>KRAUSS, W.,<br>MIOGA, G.,<br>SCHOTT, F.,<br>SPETH, P.,<br>WILLEBRAND, J.,<br>ZENK, W. | Baltic 75 – Physikalischer Teil<br>Messungen des IIM, der FWG und der DFVLR.   |
| 13  | (1975) | RUMOHR, H.   | Der Einfluß von Temperatur und Salinität auf das Wachstum und die Geschlechtsreife von nutzbaren Knochenfischen (Eine Literaturstudie)   |
| 14  | (1975) | PULS, K. E.,<br>MEINCKE, J.  | General Atmospheric Circulation and Weather Conditions in the Greenland-Scotland Area for August and September 1973  |
| 15  | (1975) | MÖLLER, H.   | Bibliography on parasites and diseases of marine fishes from North Sea and Baltic Sea  |
| 16  | (1975) | LÖBE, D.   | Schwermetall-Kontamination von Phytoplankton unter natürlichen Verhältnissen und in Laborkulturen  |
| 17  | (1976) | BEHR, H. D.  | Untersuchungen zum Jahresgang des atmosphärischen Wärmehaushalts für das Gebiet der Ostsee. Teil I – Textband.   |
| 18  | (1976) | BEHR, H. D.  | Untersuchungen zum Jahresgang des atmosphärischen Wärmehaushalts für das Gebiet der Ostsee. Teil II – Abbildungsband   |
| 19  | (1976) | BROCKMANN, Ch.,<br>MEINCKE, J.,<br>PETERS, H.,<br>SIEDLER, G.,<br>ZENK, W.   | GATE – Oceanographic Activities on F.R.G. Research Vessels   |
| 20a | (1977) | WILLEBRAND, J.,<br>MÖLLER, P.,<br>OLBERS, D. J.  | Inverse Analysis of the Trimooored Internal Wave Experiment (IWEX)<br>Part 1   |
| 20b | (1977) | WILLEBRAND, J.,<br>MÖLLER, P.,<br>OLBERS, D. J.  | Inverse Analysis of the Trimooored Internal Wave Experiment (IWEX)<br>Part 2   |
| 21  | (1976) | MÖLLER, H.   | Die Biologie des Flachwassers vor der westdeutschen Ostseeküste und ihre Beeinflussung durch die Temperatur – eine Literaturstudie   |
| 22  | (1976) | PETERS, H.   | GATE – CTD Data measured on the F.R.G. Ships Shipboard Operations-Calibration-Editing  |
| 23  | (1976) | KOLTERMANN, K. P.,<br>MEINCKE, J.,<br>MÖLLER, T.   | Overflow '73 – Data Report<br>'Meteor' and 'Meerkatze 2'   |
| 24  | (1976) | LIEBING, H.  | Grundlagen zur objektiven Ermittlung eines Bodenluftdruckfeldes für ein begrenztes Gebiet (Ostsee)   |
| 25  | (1976) | SIMONS, T. J.  | Topographic and Baroclinic Circulations in the Southwest Baltic  |
| 26  | (1976) | KIELMANN, J.,<br>HOLTORFF, J.,<br>REIMER, U.   | Data Report Baltic '75   |
| 27  | (1976) | BEHRENDT, J.   | Der Zusammenhang zwischen wahren und geostrophischem Wind über der Ostsee während „Baltic '75“   |
| 28  | (1977) | DEFANT, Fr.,<br>SPETH, P.  | Zwischenbericht der Arbeitsgruppe „Diagnose Empirischer Felder der Allgemeinen Atmosphärischen Zirkulation“ im Schwerpunkt „Energiehaushalt und Zirkulation der Atmosphäre“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft |

- 29 (1977) MEINCKE, J. Measurements of Currents and Stratification by FRV „Anton Dohrn“ during the GATE Equatorial Experiment
- 30 (1977) SANFORD, Th. Design Concepts for a Shallow Water Velocity Profiler and a Discussion of a Profiler Based on the Principles of Geomagnetic Induction
- 31 (1977) MÖLLER, H. Indexed bibliography on parasites and diseases of marine fish from North Sea and Baltic Sea (2nd edition)
- 32 (1977) BROCKMANN, Ch., HUGHES, P., TOMCZAK, M. Data Report on Currents, Winds and Stratification in the NW African Upwelling Region during early 1975
- 33 (1977) SIERTS, H. W. Meteorologische Einflüsse auf das Auftriebsgebiet vor Nordwest-Afrika
- 34 (1977) CUBASCH, U. Spektren des Windes über Land und über Meer im Periodenbereich von 1 Minute bis 1 Tag
- 35 (1977) KAMINSKI, U. Klassifikation der Wetterlagen über dem Wetterschiff - C - durch vertikale natürliche Orthogonalfunktionen
- 36 (1977) JECKSTRÖM, W. Eine Entwicklung des Geopotentialfeldes der 500 mb-Fläche im Winter der Nordhalbkugel in natürliche Orthogonalfunktionen und eine Interpretation der Ergebnisse im Zusammenhang mit tatsächlichen synoptischen großskaligen Wetterlagen
- 37 (1977) CLAUSS, E., HESSLER, G., SPETH, P., UHLIG, K. Datendokumentation zum meteorologischen Meßprojekt 1976
- 38 (1977) KIRK, E. Objektive Analysen meteorologischer Parameter über der Kieler Bucht
- 40 (1978) OSTHAUS, A., SPETH, P. Large-scale horizontal fluxes of sensible energy and of momentum caused by mean standing eddies for each January and July of the period 1967 until 1976
- 41 (1978) SPETH, P. Mean meridional cross-sections of the available potential energy for each January and July of the period 1973 until 1976
- 42 (1978) SPETH, P. Mean meridional cross-sections of the available potential energy for each April and October of the period 1967 until 1976
- 43 (1978) SPETH, P. Mean horizontal fields of temperature available potential energy and mean meridional cross-sections of temperature for each January and July of the period 1967 until 1976
- 44 (1978) FECHNER, H. Darstellung meteorologischer Felder mit endlichem Definitionsgebiet durch Reihen orthogonaler Funktionen
- 45 (1978) RIECKE, W. In der Meteorologie benutzte objektive horizontale Analysenverfahren im Hinblick auf die Anwendung bei wissenschaftlichen Untersuchungen
- 46 (1978) OSTHAUS, A. Die Struktur der stehenden Temperatur- und Geopotentialwellen im Januar und Juli und die durch sie hervorgerufenen Transporte von sensibler Energie und Drehimpuls
- 47 (1978) CORNUS, H.-P. Untersuchungen zu Deckschichtänderungen und zur Anwendbarkeit eindimensionaler Deckschichtmodelle im äquatorialen Atlantik während GATE 1974
- 48 (1978) WÖRNER, F. G., KÖHN, A. Liste der Mikronekton- und Zooplanktonfänge der Deutschen Antarktis-Expedition 1975/76
- 49 (1978) DETLEFSEN, H. Wasseroberflächentemperaturen und Luftdruckdifferenzen im Auftriebsgebiet vor Nordwest-Afrika von 1969-1976
- 50 (1978) MENGELKAMP, H.-T. Wind-, Temperatur- und Feuchteprofile über der Ostsee während des Meßprojektes „Kieler Bucht“ 1976
- 51 (1978) BROCKMANN, C., FAHRBACH, E., URQUIZO, W. ESACAN - Data report
- 52 (1978) STRÖFING, R. Die Struktur der atmosphärischen Temperatur- und Geopotentialwellen und die durch sie hervorgerufenen Transporte von sensibler Energie und Drehimpuls während eines vierteljährigen Winterzeitraums November 1967 - Januar 1968.
- 53 (1978) SPETH, P. Mean horizontal fields of temperature and geopotential height for each January, April, July and October for the period 1967-1976
- 54 (1978) KREY, J. (†), BABENERD, B., LENZ, J. Beobachtungen zur Produktionsbiologie des Planktons in der Kieler Bucht: 1957-1975 - 1. Datenband
- 55 (1978) PAULY, D. A preliminary compilation of fish length growth parameters
- 56 (1978) WITTSTOCK, R.-R. Vergleich der aus Temperatur- und Dichtefluktuationen berechneten Vertikalgeschwindigkeit im GATE-Gebiet
- 57 (1978) STRUVE, S. Transport und Vermischung einer passiven Beimengung in einem Medium mit einem vorgegebenen Geschwindigkeitsfeld
- 58 (1978) MÖLLER, H. Effects of Power Plant Cooling on Aquatic Biota - An Indexed Bibliography -
- 59 (1978) JAMES, R., WÖRNER, F. G. Results of the Sorting of the Mikronekton and Zooplankton Material sampled by the German Antarctic Expedition 1975/76
- 60 (1978) WÖRNER, F. G. Liste der Mikronekton- und Zooplanktonfänge der 2. Deutschen Antarktis-Expedition 1977/78

- 61 (1978) SCHWEIMER, M. Physikalisch-ozeanographische Parameter in der westlichen Ostsee – Eine Literaturstudie –
- 62 (1979) MÖLLER, T. J., MEINCKE, J., BECKER, G. A. Overflow '73: The Distribution of Water Masses on the Greenland-Scotland Ridge in August/September 1973 – A Data Report –
- 63 (1979) PAULY, D. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: A generalization of von Bertalanffy's growth formula
- 64 (1979) WÖBBER, C., Die zweidimensionalen Seiches der Ostsee
- 65 (1979) KILS, U., Schwimmverhalten, Schwimmleistung und Energiebilanz des antarktischen Krills, *Euphausia superba* – Ergebnisse der zweiten deutschen Antarktis-Expedition des „FFS Walther Herwig“ im Südsommer 1977/78
- 66 (1979) KREMLING, K., OTTO, C., PETERSEN, H. Spurenmetall-Untersuchungen in den Förden der Kieler Bucht – Datenbericht von 1977/78
- 67 (1979) RHEINHEIMER, G. Mikrobiologisch-ökologische Untersuchungen in verschiedenen Flüssen Schleswig-Holsteins – Daten
- 68 (1979) KNOLL, M., Zur Wärmebilanz der ozeanischen Deckschicht im GATE-Gebiet
- 69 (1979) ZENK, W., SCHAUER, U., PETERSOHN, U., MITTELSTAEDT, R. U. Bodenströmungen und Schichtungsverhältnisse in der nördlichen Kieler Bucht im März 1978
- 70 (1979) REDELL, R.-D. Winderzeugte Trägheitsbewegungen und Energiekorrelationen interner Wellen im tropischen Atlantik
- 72 (1979) HERRMANNSEN, U. Energiespektren von Temperatur, Geopotential und Wind an ausgewählten Gitterpunkten des DWD-Gitternetzes der Nordhalbkugel
- 73 (1979) PERKUHN, J. Spektrale Betrachtung der groß-skaligen Transporte von sensibler Energie und Drehimpuls an ausgewählten Gitterpunkten des DWD-Gitternetzes der Nordhemisphäre
- 74 (1979) VOGL, CH. Die Struktur der stehenden Temperatur- und Geopotentialwellen im April und Oktober und die durch sie hervorgerufenen Transporte von sensibler Energie und Drehimpuls
- 75 (1980) NIELAND, H. Die Nahrung von Sardinen, Sardinellen und Maifischen vor der Westküste Afrikas
- 76 (1980) DAMM, U. Langfristige Veränderungen in der Verbreitung von Nordseefischen, untersucht durch Korrelations- und Varianzanalyse
- 77 (1980) DAUB, P. Wind-, Temperatur- und Feuchteprofile über der Kieler Bucht im Zeitraum April bis Oktober 1977
- 78 (1980) EBBRECHT, H.-G. Die verfügbare potentielle Energie des Planetarischen Wirbels und ihre jährliche Variation
- 79 (1980) WOSNITZA-MENDO, C. Zur Populationsdynamik und Ökologie von *Tilapia rendalli* (Blgr.) im Lago Sauce (Peru)
- 80 (1981) ZEITZSCHEL, B., ZENK, W. ANTARKTIS 80/81, Beobachtungen und erste Ergebnisse der „Meteor“-Reise 56 aus der Scotia-See und der Bransfield-Straße im November/Dezember 1980 (ANT I): ein nautischer und wissenschaftlicher Bericht
- 81 (1981) STRUNK, H. A. Die kinetische Energie des planetarischen Wirbels und ihre jährliche Variation
- 82 (1981) PETERS, H. Zur Kinematik eines stochastischen Feldes interner Wellen in einer Scherströmung