

## „Atlantische Kuppenfahrten 1967“ mit dem Forschungsschiff „Meteor“ — Reisebericht

bearbeitet von

HANS CLOSS, Bundesanstalt für Bodenforschung — Hannover

GÜNTER DIETRICH und GOTTHILF HEMPEL, Institut für Meereskunde an der Universität Kiel

WOLFGANG SCHOTT, Bundesanstalt für Bodenforschung — Hannover

EUGEN SEIBOLD, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel

### *Inhalt*

Summary .....	1
1. Vorbereitungen zu den „Atlantischen Kuppen- fahrten 1967“ .....	3
2. Fahrtabschnitte, Expeditionsteilnehmer und betei- ligte Institute (Koordinator G. DIETRICH) .....	6
3. Fahrtabschnitte 1–3 (Fahrtleiter E. SEIBOLD) .....	7
3.1. <i>Fahrtverlauf</i> .....	7
3.1.1. Fahrtabschnitt 1 .....	7
3.1.2. Fahrtabschnitt 2 .....	8
3.1.3. Fahrtabschnitt 3 .....	9
3.2. <i>Berichte der Arbeitsgruppen</i> .....	9
3.2.1. Geologie (E. SEIBOLD) .....	10
3.2.2. Physikalische Ozeanographie (G. SIEDLER) ..	11
3.2.3. Chemische Ozeanographie (J. GIESKES) ....	12
3.2.4. Marine Geophysik (W. GIESEL, H. A. ROESER)	12
3.2.5. Maritime Meteorologie (P. EMMERICH) .....	12
3.2.6. Meeresbiologie (HJ. THIEL) .....	13
4. Fahrtabschnitte 4–7 .....	13
4.1. <i>Fahrtverlauf</i> .....	13
4.1.1. Fahrtabschnitt 4 (Fahrtleiter G. HEMPEL) ..	13
4.1.2. Fahrtabschnitt 5 (Fahrtleiter H. CLOSS) ....	15
4.1.3. Fahrtabschnitt 6 (Fahrtleiter G. HEMPEL) ..	17
4.1.4. Fahrtabschnitt 7 (Fahrtleiter W. SCHOTT) ..	20
4.2. <i>Berichte der Arbeitsgruppen</i> .....	21
4.2.1. Topographie und Morphologie (J. ULRICH) ..	21
4.2.2. Navigation (E. W. LEMKE) .....	23
4.2.3. Physikalische Ozeanographie (G. KRAUSE et al.) .....	24
4.2.4. Maritime Meteorologie (P. LOBEMEIER et al.)	25
4.2.5. Chemische Ozeanographie (K. GRASSHOFF) ..	26
4.2.6. Marine Geophysik (H. CLOSS et al.) .....	27
4.2.7. Meeresgeologie (W. SCHOTT et al.) .....	32
4.2.8. Meeresbiologie (G. HEMPEL et al.) .....	37
5. Anhang .....	39

### Atlantic Seamount Cruises 1967 with R. V. "Meteor"

#### *Summary*

The investigation of the shelf, the continental slope and the seamounts of the eastern Northatlantic Ocean has been planned since 1961. Research proposals submitted by geographers, oceanographers, meteorologists, geophysicists, geologists and biologists led to the detailed plan of the "Atlantic Seamount Cruises 1967" (see Fig. 1). The cruise plan provided combined investigations of the shelf and the continental slope areas off Portugal, Morocco and the Spanish Sahara, the area of the Canary Islands, the region of the Mediterranean water outflow, the Great Meteor-Seamount and some additional seamounts between the Great Meteor-Seamount and the Portuguese coast. The German research vessel "Meteor" left Hamburg at the 11th of January 1967 for the first of seven cruise-sections (see Table 1). A total of 91 scientists from 23 institutions (see Table 3) took part in the cruise, among them experts from France, Great Britain, Netherlands, Norwegia, Portugal and Spain. Although each of the cruise sections emphasized a specific aspect of the program with its own working group, there was always parallel work done by scientists from different disciplines (see Table 4). In this way the total working capacity of R. V. "Meteor" was utilized (see Figs. 3, 6, 7). During 164 days at sea "Meteor" covered a distance of 21 042 nautical miles and worked 269 stations (see Table 9). Besides different continuously operated surface data recorders (see Table 10) an additional 39 recording and sampling devices were used (see Table 8, 9).

Two Spanish Navy vessels cooperated with "Meteor" during section 5.

In the following paragraphs the scientific program as well as the preliminary results from the various participating groups at the "Atlantic Seamount Cruises 1967" are outlined briefly.

*Marine geography:* The bottom topography and special morphological features of each of the working areas were investigated by means of the narrow beam echo sounder (see Fig. 13). Initial results are presented from the region of the Great Meteor-Seamount. The large number of profiles across the seamount (see Fig. 8) formed the basis for a detailed depth-chart shown in Fig. 9. Two smaller seamounts were discovered southeast of the Great Meteor-Seamount (see Fig. 9). The topography of the slopes showed a more complicated structure than it was expected (see Fig. 10).

*Physical oceanography:* The variability of stratification and currents was investigated within small testing areas (the shelf, the deep water west of the Strait of Gibraltar and the deep water in the region of the Great Meteor-Seamount). Moored systems consisting of self contained current meters and temperature recorders (see Figs. 11, 12, 16) were used as well as vertical continuously recording devices for temperature and salinity. Preliminary results indicate: Double layered outflow of the Mediterranean water; steplike vertical structure of temperature and salinity in the layer below the Mediterranean water outflow; mainly periodical components in the currents in the region of the Great Meteor-Seamount with semi-diurnal and diurnal periods; the direction of the residual currents being strongly influenced by the seamounts topography; influences of the seamount on the density stratification.

*Marine meteorology:* The influence of a boundary layer on the energy exchange between ocean and atmosphere was investigated by means of a special temperature-probe (see Figs. 14, 15) which measured the temperature distribution in the lowest layer above the sea surface. A deviation from the logarithmic profile was frequently observed in the first millimeters above the surface (see Fig. 17).

*Chemical oceanography:* The variability of chemical parameters in relation to physical and biological processes was investigated. In the near bottom layer of deep sea regions an increase in pH and a simultaneous decrease of oxygen content was observed. Automated analyses of sea water (see Fig. 18) from the upper layer in the region of the Great Meteor-Seamount clearly indicated that the low concentration of nutrients was the limiting factor for biological productivity.

*Marine geophysics:* Geophysical research programs were carried out mainly in the regions of the Canary Islands and of the Great Meteor-Seamount

with the aim to outline the deep crustal structure, structural features of sediments and the internal structure of the Great Meteor-Seamount. Seismic refraction profiles (Fig. 19, Table 6 and 7, s. p. 30) in the eastern part of the Canary Islands show a structure that differs from the typical oceanic crust by much larger thickness of sediments. The area between the African mainland and the islands Gran Canaria and Fuerteventura is underlain by a wide and deep trough with thickness of sediments of more than 8000 m, whereas in the western part of the Canary Islands a normal oceanic crust was ascertained. Continuous seismic reflection profiling was very useful to outline the internal structure of the Great Meteor-Seamount (Fig. 21). The Moho-discontinuity is gently depressed below the Great Meteor-Seamount after refraction seismic measurements (Fig. 20).

*Marine geology:* The sediments of the shelves, the continental slopes and the seamounts, and their relation to current, waves, winds and earthquakes were investigated with respect to their geological history. Initial results are: The shelf areas that were investigated are mainly covered by pleistocene sediments with very little recent sediments. On the continental slope off Morocco red sediment was found, whereas on the slope off Portugal the sediment was dominantly grey, becoming browner higher up on the slope. The geological samples from the various seamounts show similarities in rock and sediment formation, but they indicate slight differences concerning their development. Whereas on the plateau of the Josephine- and Ormonde-Seamount biogenic calcareous sand, calcareous rock and volcanic material were sampled (see Figs. 22, 23), the plateau of the Great Meteor-Seamount was found to be free of volcanic rock (see Fig. 24).

*Marine biology:* In addition to work in the open ocean (investigations of the distribution of near-surface plankton organisms (neuston) and the composition of the deep scattering layer) and on the shelves, the ecology of isolated seamounts was investigated. The waters in the region of the Great Meteor-Seamount proved to be extraordinarily poor in phytoplankton. The amount of zooplankton was also found to be low. This may explain the scarcity of benthos and of fish in the area.

Due to a smaller distance from the coast and to a greater variety in bottom conditions life in the region of the Josephine-Seamount was not as poor as found in the area of the Meteor-Seamount. An intensive sampling program with a neuston-net (see Table 8), a high speed plankton sampler (see Fig. 28) and a larvae-net with remote controlled sampling buckets will give a better understanding of the diurnal variations in the composition of the neuston as well as of the vertical movement of euphausiids, copepods and fish forming the deep scattering layers.

## 1. Vorbereitungen zu den „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“

(Hierzu Abb. 1)

Erste Pläne einer Atlantischen Kuppenfahrt wurden auf Grund zwischenfachlich erarbeiteter Vorschläge schon auf der 3. Sitzung der Senatskommission für Ozeanographie der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Hamburg am 27. 6. 1961 diskutiert. Hierbei wurde von seiten der Ozeanographie (G. DIETRICH) vor allem an das offene Seegebiet mit den Kuppen gedacht. Geologische Interessen wurden in erster Linie für den Kontinentalrand angemeldet (K. GRIPP „Schelfprogramm“, E. SEIBOLD „Ostatlantischer Schelf“). Schon damals wurde auf die zu klärenden Zusammenhänge Wassereigenschaften–Morphologie–Sediment-Organismen hingewiesen und an Erweiterungsprogramme nach Norden bis Schottland und nach Süden bis zur Guineaküste, sowie an wiederholt zu besuchende Standardprofile gedacht. Ein biologisch ausgerichteter Plan von A. BÜCKMANN (1964) machte weiterhin mit Nachdruck auf diese Seegebiete aufmerksam. Er entwickelte einen „Rahmenplan für eine biologisch-geologische Expedition mit ‚Meteor‘ in den subtropischen Nordatlantischen Ozean“ vom 15. 7. 1965.

Unter Berücksichtigung der zahlreichen Erfahrungen der beiden ersten Expeditionen mit dem neuen Forschungsschiff „Meteor“ in den Indischen Ozean (1964/65) und in den tropischen Atlantischen Ozean (1965) trat am 8. 12. 1965 in Hamburg eine Planungsgruppe zusammen, die den Rahmen für ein endgültiges Programm für die „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“ erstellte. Das Unternehmen sollte in zwei „Meteor“-Fahrten innerhalb von sieben Monaten in sieben Abschnitten durchgeführt werden. Koordinator wurde hierfür G. DIETRICH.

In vielen Einzelbesprechungen wurde anschließend eine nationale Abstimmung der verschieden interessierten Disziplinen, Institute und Einzelwissenschaftler erzielt, die zu einer 1966 erschienenen Druckschrift der Deutschen Forschungsgemeinschaft „Atlantische Kuppenfahrten 1967“ führte. In ihr sind die wissenschaftlichen Probleme, die anzuwendenden Methoden und zu erhoffenden Ergebnisse für die beteiligten Disziplinen und die Fahrten 8 und 9 sowie die geplanten Reisewege (s. Abb. 1) zusammengestellt. Ein angefügter vorläufiger Zeit- und Personalplan wurde am 18. 11. 1966 durch eine Neufassung ergänzt. Das wissenschaftliche Rahmenprogramm nach dem Stand vom 1. 8. 1966 sei im Wortlaut wiedergegeben:

### Allgemeines

Unterseeische Kuppen gehören zu einem charakteristischen Formenelement im Antlitz der Erde. Etwa 1200 sind heute im Weltmeer bekannt. Überträgt man ihre Häufigkeit aus gut erloteten Gebieten auf die weißen Flecken in den Tiefenkarten, so gelangt man

für das ganze Weltmeer zu einer Gesamtzahl von etwa 20 000. Nur einzelne Kuppen sind systematisch untersucht. Eine Fülle von Fragen drängt sich auf; diese stehen im Zusammenhang mit der Form der Kuppen und ihrer Entstehung, mit der Besiedlung durch marine Lebewesen und mit der Frage der Störungen, die für die Schichtung und Bewegung des umgebenden Seegebietes von diesen Kuppen ausgehen. Zur Beantwortung dieser Fragen sind Geodäsie, Meeresgeologie und Geophysik ebenso wie Meeresbiologie, physikalische und chemische Ozeanographie angesprochen. Hinzu kommt, daß man die Besonderheiten der Kuppen nur verstehen kann, wenn man den Kontinentalsockel, also den Schelf und den Kontinentalabfall, zur vergleichenden Betrachtung in die Untersuchung mit einbezieht.

Eine solche Untersuchung von Kuppen und Schelfrand wird von verschiedenen Zweigen der Meeresforschung bereits seit 1960 in Deutschland diskutiert. Ihre Erfüllung mußte bis zur Indienststellung von F.S. „Meteor“ zurückgestellt werden und konnte auch dann erst nach der Durchführung anderer dringender Aufgaben des Schiffes auf das erste Halbjahr 1967 festgelegt werden. Es war naheliegend, daß zur Behandlung der grundsätzlichen Probleme von Kuppen und Schelfrand ein Seegebiet gewählt wurde, das für F.S. „Meteor“ möglichst schnell zu erreichen ist und aus dem Vorarbeiten verschiedener Art vorliegen. Dies gilt für den Nordostatlantischen Ozean. Die geplanten Untersuchungen konzentrieren sich auf zwei Kuppen: Große Meteor-Bank und die Kuppengruppe halben Weges zwischen Lissabon und Madeira sowie auf den Schelfrand in drei Beispielen: eines vor SW-Portugal und zwei vor NW-Afrika.

Unter den Kuppen nimmt die Große Meteor-Bank eine besondere Stellung ein. Sie ist die größte im ganzen Atlantischen Ozean, sie gehört zu den steil aus der Tiefsee mit Wassertiefen von etwa 4000 m aufragenden Kuppen mit ebenem Gipfelplateau, das in diesem Falle nur rund 300 m tief liegt und einen Durchmesser von etwa 30 km besitzt. Sie wurde von dem früheren deutschen Forschungs- und Vermessungsschiff „Meteor“ 1938 auf der Nordatlantischen Expedition entdeckt. Erste geologisch-geophysikalische Untersuchungen der Woods Hole Oceanographic Institution 1959 und 1961 mit dem Forschungsschiff „Chain“ haben bemerkenswerte Tatsachen erbracht, die auf ein Inseldasein der Kuppe in der jüngeren Erdgeschichte, nämlich im Tertiär, hinweisen. Auch von der Kuppengruppe zwischen Lissabon und Madeira sowie von den Schelfrändern liegen Vorarbeiten vor. Diese erlauben eine gezielte und systematische Planung der Arbeiten. Die Durchführung wird im folgenden für die einzelnen Arbeitsgruppen umrissen;

### Meeresgeologie

Auf ausgewählten Schnitten von den Kuppen bzw. dem Schelf in die Tiefsee soll das Groß-Relief mit dem Echographen, das Klein-Relief mit der Unterwasser-Fernsehkamera untersucht werden. Gleichzeitig werden von der Oberfläche des felsigen oder sedimentbedeckten Meeresbodens Proben entnommen, zu denen lange, zum Teil orientierte und – für bodenmechanische Untersuchungen an Bord – wenig gestörte Sedimentkerne treten.

Die Auswertung läßt Aufschlüsse über die heutige Sedimentverteilung und deren Ursachen wie Meeresströmungen, Wind, Erdbeben erhoffen – ein aktuelles Problem an einer der entscheidenden Nahtstellen der Erdkruste, dem Kontinentalrand. Sie wird auch zu einer Typisierung von Sediment und Bodenfauna in diesem subtropischen Meeresgebiet führen, was Vergleiche mit erdgeschichtlichen Befunden aus dem Tertiär und der Kreide des angrenzenden Festlandes sowie der damaligen Meere in Nordwesteuropa erlauben wird. Darüber hinaus soll versucht werden, einen Beitrag zur Klärung der geologischen Geschichte der Kuppen und Schelfe, aber auch der Tiefsee, zu liefern.

Die meeresgeologischen Untersuchungen stehen in engem Zusammenhang mit den Untersuchungen anderer wissenschaftlicher Disziplinen an Bord: Mit der Geophysik, die mit ihren Methoden Aussagen über die Sedimentmächtigkeit und die Natur des tieferen Untergrundes anstrebt, mit der physikalischen Ozeanographie, die u. a. bodennahe Strömungen zu messen sucht, mit der chemischen Ozeanographie, die u. a. Spurenstoffe in Bodennähe erfassen will sowie mit der Meeresbiologie, die sich der Beobachtung der Bodenbesiedlung annimmt. Es wird darum gehen, Einblick in die Zusammenhänge zwischen dieser Besiedlung und der Faziesänderung der Sedimente in Abhängigkeit von der Tiefe zu gewinnen.

### Geophysik

Es ist beabsichtigt, mit Reflexionsseismik (Sprengseismik und Seismik mit einer pneumatischen Schallquelle), Refraktionsseismik, Gravimetrie und Magnetik den Untergrund im Bereich der Großen Meteor-Bank zu untersuchen sowie die Zusammenhänge zwischen den Kanarischen Inseln und dem afrikanischen Kontinent zu klären.

Bei der Großen Meteor-Bank handelt es sich wahrscheinlich um ein vulkanisches Gebilde, das einst eine Insel war, die infolge von Abrasion durch Seegang eingeebnet worden ist. Die gegenwärtige Form eines Kegelstumpfes deutet darauf hin. Die heutige Tiefenlage des ebenen Gipfelplateaus von 300 m könnte ein Hinweis für ein Absinken der Kuppe sein. Es wird darauf ankommen, festzustellen, welchen Anteil dichtes basaltisches Material am Aufbau der Kuppe haben kann und wieviel leichteres vulkanisches Material aus Tuffen und Aschen vorliegt.

Die Kanarischen Inseln weisen wie die Kap Verden Gesteine auf, die abweichend von den Azoren und Madeira auf einen Zusammenhang mit Afrika deuten. Außerdem gibt es lokal begrenzt fossilführende tertiäre Sedimente. Die Hauptaufgabe im Raum der Kanarischen Inseln und der anschließenden Meeresräume wird es also sein, zu bestimmen, wo der Übergang von kontinentaler zu ozeanischer Kruste liegt und wie er beschaffen ist.

Darüber hinaus werden auch auf anderen Kuppen, an mehreren Stellen des iberischen und afrikanischen Schelfrandes und auf Fahrten zwischen den Arbeitsgebieten Registrierungen mit Sedimentechograph, Seegravimeter und Magnetometer vorgenommen. Sie sollen zusätzlich Aussagen über Sedimentmächtigkeiten, Schwere und Totalintensität des erdmagnetischen Feldes ergeben und damit Hinweise auf die geologische Geschichte des ganzen befahrenen Seegebietes.

Von seiten der Geophysik sollen an ausgewähltem Kernmaterial folgende Untersuchungen durchgeführt werden: Ultraschall-Messungen zur Bestimmung seismischer Geschwindigkeiten, Dichtemessungen mit Hilfe der Absorption von Gamma-Strahlen, Messungen von Richtung und Intensität der remanenten Magnetisierung und absolute Altersbestimmungen nach der Thorium- und Protactinium-Methode (Th/Pa).

### Physikalische Ozeanographie

Die zeitliche und räumliche Veränderlichkeit von Schichtung und Strömung im Ozean gehört heute, nachdem das Weltmeer in großen Zügen erforscht ist, zu den Gegenwartsproblemen in der Ozeanographie. Beiträge zu ihrer Lösung sind erschwert, weil es mit Dauerregistrierungen einzelner Faktoren wie Temperatur, Strömung und Wasserstand mit verankerten Geräten allein nicht getan ist. Vertikalregistrierungen der Temperatur-, Salzgehalts- und Stromverteilung haben erwiesen, daß sowohl eine Feinstruktur als auch lokale Inhomogenitäten der Schichtung und Strömung vorhanden sind, ohne deren Kenntnis die Dauerregistrierungen schwer zu deuten sind.

Es soll versucht werden, der zeitlichen und räumlichen Veränderlichkeit in kleinen Seegebieten, die unter verschiedenen äußeren Einflüssen stehen, nachzugehen. Es wurden vier Testfelder ausgewählt: zwei am Schelfrand, davon eines vor SW-Portugal und ein anderes vor NW-Afrika, ein drittes auf tiefem Wasser im Ausflußgebiet des Mittelmeerwassers. Dieses Feld liegt bei der Gettysburg-Bank auf einem Schnitt zwischen SW-Portugal und NW-Afrika. Das vierte Testfeld umfaßt die Große Meteor-Bank. Strom- und Temperaturregistrierungen mit verankerten Geräten und vom verankerten Schiff aus sind vorgesehen, ferner Vertikalregistrierungen von Temperatur, Salzgehalt und Strömung vom verankerten Schiff aus in dichter zeitlicher Folge sowie Schnitte mit engen Abständen der Stationen, auf denen ebenfalls Vertikal-



registrierungen der Schichtung durchgeführt werden sollen. Da die Große Meteor-Bank wiederholt angefahren wird, nämlich in drei Fahrabschnitten, besteht die Hoffnung, daß Dauerregistrierungen mit verankerten Geräten über drei Monate (Anfang April bis Mitte Juli 1967) erzielt werden.

#### *Chemische Ozeanographie*

Die Untersuchung ist auf die Klärung der zeitlichen Veränderlichkeit einiger für den Stoffwechsel der Organismen wichtigen Spurenstoffe gerichtet, vor allem auf ihren Tagesrhythmus. Dieser ist wenig bekannt und wird von photochemischen und biochemischen Prozessen neben physikalischen (Strömung, Vermischung, interne Wellen) bestimmt. Die letzteren versucht die physikalische Ozeanographie zu erfassen. Zur Messung der chemischen Faktoren soll auf der 14tägigen Dauerstation bei der Großen Meteor-Bank ein kontinuierlich arbeitendes Analysensystem eingesetzt werden, das in fünf verschiedenen Tiefen den Gehalt des Wassers an Spurenstoffen ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2'$ ,  $\text{NO}_3'$ ,  $\text{PO}_4''$ , Si; pH) laufend registriert. Außerdem soll die Sauerstoffverteilung durch wiederholte Vertikalregistrierungen aufgenommen werden. Kurze Schnitte im Umkreis der Ankerposition sollen der Feststellung der räumlichen Verteilung der Schichtung dienen. Eine weitere Aufgabe ist die Untersuchung des Gashaushaltes und des Gasaustausches in der oberflächennahen Schicht. Die häufig anzutreffende Übersättigung der Deckschicht an Sauerstoff kann auf biologische, physikalisch-chemische und mechanische Ursachen zurückgeführt werden. Die Trennung dieser Übersättigungsquellen soll durch gaschromatographische Gasvollanalysen von Wasserproben erfolgen.

Auf der Dauerstation auf tiefem Wasser im Ausflußgebiet des Mittelmeerwassers sollen kontinuierliche Registrierungen von pH vorgenommen werden. Diese Registrierungen sollen mit der Alkalinität in Verbindung gebracht werden. Ferner ist geplant, den Salzgehaltsgradienten in der Oberflächenschicht mittels zwei Chlorid-Konzentrationszellen zu studieren.

#### *Meeresbiologie*

Die meisten Umweltfaktoren auf ozeanischen Kuppen unterscheiden sich bei gleicher Tiefe und gleicher geographischer Breite nicht wesentlich von denen auf den Schelfen. Drei Faktoren machen jedoch eine Ausnahme: die Ausdehnung des Biotops, die auf den Kuppen viel geringer ist, ferner die Zufuhr von terrigenem Sediment, das auf den Kuppen nahezu fehlt, sowie das Angebot anorganischer Pflanzennährstoffe, das auf dem Schelf reicher zu sein pflegt als im offenen Ozean. Die Bodenbesiedlung der Kuppen wird sich wahrscheinlich unter dem Einfluß dieser Faktoren wesentlich von der des Schelfes unterscheiden.

Es wird darauf ankommen, die wenig bekannte Bodenbesiedlung der Kuppen eingehend zu erforschen.

Dabei wird sich feststellen lassen, ob endemische Formen vorkommen bzw. welche Organismen des Schelfes auch die Kuppen zu besiedeln vermöchten. Durch eine geeignete Auswahl der zu untersuchenden Kuppen wird Antwort auf die Frage erhofft, welche Bedeutung der Abstand der Kuppen vom Festlandssockel für die Bodenbesiedlung hat. Können sich z. B. Formen auf den Kuppen halten, deren Lebenszyklus ein längeres pelagisches Larvenstadium enthält? Können diese Larven vom Festlandssockel herangeführt werden? Diese Fragestellungen erfordern, daß an den Kuppen und am Schelfrand die Biomasse sowie die Vertikalverteilung und das Artenspektrum des Zooplanktons im Vergleich mit den dazwischen liegenden ungestörten ozeanischen Gebieten untersucht werden.

An biologischen Beobachtungs- und Fangmethoden werden eingesetzt: Unterwasser-Fernsehen und Unterwasser-Fotokameras zur Überprüfung der Bodenbesiedlung, ferner leichte und schwere Dredsches, Kastengreifer und schwere Greifer zur quantitativen und qualitativen Erfassung des Makro- und Mikrobenthos im Sediment und am Fels. Die Probenentnahme soll auf Profilen über Kuppen und Schelfrand erfolgen. Außerdem sollen Schleppnetze (Kuttertrawl, Agassiz-Trawl) zum Fang größerer beweglicher Formen sowie „Hai“ und Bodenplanktonnetze zum Fang mesoplanktischer Formen eingesetzt werden. Die engen Beziehungen der geplanten meeresbiologischen Arbeiten zu den Arbeiten der Meeresgeologen, physikalischen und chemischen Ozeanographen auf der Kuppenfahrt von F. S. „Meteor“ 1967 sind offensichtlich.

#### *Sonstiges*

Da Schelfrand und Kuppen durch eine starke topographische Gliederung ausgezeichnet sind, und da jeder Zweig der Meeresforschung, der an der Kuppenfahrt von F. S. „Meteor“ 1967 beteiligt ist, die genaue Kenntnis der Bodentopographie voraussetzt, kommt der Vermessung große Bedeutung zu. Sie ist in allen Untersuchungsgebieten vorgesehen, besonders eingehend für die Große Meteor-Bank. Das Spezial-Tiefseelot auf F. S. „Meteor“ mit seiner extremen Bündelung des Schallstrahles ist für die einwandfreie Erfassung der zu erwartenden starken Bodenneigungen gut geeignet. Schwieriger werden sich die hohen Anforderungen an die Ortsbestimmung bei dieser landfernen Kuppe erfüllen lassen. Satellitennavigation zur absoluten Ortsbestimmung steht „Meteor“ noch nicht zur Verfügung; verankerte Funkbojen werden ein geeignetes, relatives Bezugssystem liefern müssen.

Es wird erwartet, daß das Lotmaterial Grundlagen für morphologische Untersuchungen liefern wird, sei es im Zusammenhang mit den festländischen Formen oder in Verfolgung submariner Terrassen an den Kuppen, die Aussagen über das mögliche Absinken der Kuppen versprechen.

Die Dauerstation des verankerten Schiffes an der Großen Meteor-Bank bietet Gelegenheit, meteorologischen Problemen auf offener See nachzugehen. Die Messungen sollen Aussagen zu der Frage liefern, ob und wie weit die molekularen Eigenschaften einer dünnen Schicht über dem Wasser den Energieaustausch Ozean/Atmosphäre beeinflussen. Mit Hilfe von Widerstandsthermometern geringer Größe ( $1\ \mu\varnothing$ , 1 mm lang) soll die Temperaturverteilung in der Vertikalen über der Wasseroberfläche gemessen werden. Die Dimensionierung wird eine Auflösung der Temperaturverteilung von etwa 0,02 mm Schichtdicke erlauben.

Eine große Erleichterung für die internationale Abstimmung war der 2. Internationale Ozeanographische Kongreß in Moskau im Mai/Juni 1966. In dankenswerter Weise stellten z. B. für die „Meteor“-Fahrt 8 vor allem A. S. LAUGHTON (National Institute of Oceanography, Wormley) und B. C. HEEZEN (Lamont Geological Observatory, Palisades) ihren Rat und Tiefenkarten zur Verfügung. Für die „Meteor“-Fahrt 9 konnten wertvolle Unterlagen in Form von Arbeitskarten durch R. M. PRATT (Woods Hole Oceanographic Institution) und Plotting Sheets durch Cmdr. D. E. P. D. SCOTT (Hydrographic Department, Admiralty, London) beschafft werden. Außerdem wurde gemeinsam ein Ausweichprogramm für eventuelle zu schlechte Wetterbedingungen besprochen, das dann im Schutz von Cabo de S. Vicente durchgeführt werden sollte. Der Wunsch, Begleitboote zur Unterstützung des geophysikalischen Programms im Raum der Kanarischen Inseln vor der spanischen Sahara und auf der Großen Meteor-Bank bereitgestellt zu erhalten, wurde über Dr. J. F. DE CALEYA VALLCORBA, Gijón, sowie über das Deutsche Hydrographische Institut und das Auswärtige Amt dem spanischen Marineminister und dem spanischen Minister für Erziehung und Wissenschaft vorgetragen. Nach einer im Grundsatz positiven Antwort der spanischen Regierung wurde am 6. und 7. März 1966 von H. BUNGENSTOCK im Insti-

tuto Espanol de Oceanografia in Madrid (Präsident D. DAMASOS BERENQUER, Direktor N. G. MENENDEZ) mit F. LOZANO und J. ROS verhandelt, außerdem mit M. ALIA (Seccion de Ciencias Geologicas, Facultad de Ciencias, Universidad Madrid), J. M. BONELLI (Instituto Geografico y Catastral, Madrid) und J. M. FUSTER (Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid). Von diesen Herren wurde auch das spanische „Upper Mantle Committee“ vertreten, das seinerseits Pläne im Raum der Kanarischen Inseln verfolgt. Die Deutsche Botschaft unterstützte unsere Bemühungen wirkungsvoll. Das Ergebnis der Verhandlungen war die Bereitschaft der spanischen Dienststellen, das Kuppenfahrtprogramm großzügig zu fördern durch die Bereitstellung der Marineschiffe „Tofiño“ und „Castor“ für den 5. Fahrtabschnitt.

Das Auswärtige Amt beschaffte die für die Schelfuntersuchungen notwendigen Einwilligungen der portugiesischen, spanischen und marokkanischen Regierung und half bei der Vorbereitung der Hafenaufenthalte. Mit Hilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft konnten Gastforscher aus mehreren Ländern zur Teilnahme an den Fahrten eingeladen werden.

Da auf den Fahrtabschnitten 1–3 (Fahrt 8) eine Reihe neuer geologischer Geräte eingesetzt werden sollte, wurden von E. SEIBOLD und F. C. KÖGLER auf der „Meteor“-Fahrt 7 des Deutschen Hydrographischen Instituts in die Ligurische See (27. 9. bis 12. 11. 1966) im ersten Fahrtabschnitt Vorerkundungen an Bord angestellt. Diese führten beispielsweise zur Konstruktion der Fangvorrichtung für das Kastenlot, die sich dann sehr bewährt hat.

Die wissenschaftlichen und technischen Vorbereitungen gipfelten in einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft veranstaltetem und von G. DIETRICH in Kiel geleitetem „Kuppen-Seminar“ (20. 10. 1966), das alle Teilnehmer sowie Mitglieder des Deutschen Hydrographischen Instituts, Hamburg, zusammenführte. Das Seminar war für die letzten Vorbereitungen eine wesentliche Hilfe.

## 2. Fahrtabschnitte, Expeditionsteilnehmer und beteiligte Institute

Koordinator G. DIETRICH (Hierzu Abb. 2, Tabelle 1–5)

Der Zeitplan wurde vollständig eingehalten. Dagegen mußten im Personalplan Änderungen vorgenommen werden. A. BÜCKMANN, der als Fahrtleiter für den sechsten und siebenten Fahrtabschnitt vorgesehen war, konnte aus gesundheitlichen Rücksichten nicht teilnehmen. Für ihn übernahmen die Fahrtleitung G. HEMPEL für den sechsten und W. SCHOTT für den siebenten Abschnitt. G. DIETRICH erkrankte vor Beginn des vierten Abschnittes, an seine Stelle trat G. HEMPEL. Die endgültigen Fahrtabschnitte sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Tabelle 2 enthält die Namen der Wissenschaftler und Techniker, ihre Fachrichtung,

ihre Zugehörigkeit zu einem der Institute, die in Tabelle 3 aufgeführt sind, sowie den Hinweis auf ihre Teilnahme an den Fahrtabschnitten, die in Tabelle 1 erwähnt sind. Es waren insgesamt 91 Wissenschaftler und Techniker aus 22 Instituten.

Das Schwergewicht der Arbeiten war in den einzelnen sieben Fahrtabschnitten verschieden, was sich in der Zusammensetzung der Fachvertreter widerspiegelt (s. Tab. 4). Von der Meeresgeologie in den Abschnitten 1 und 2 wurde das Schwergewicht auf die physikalische Ozeanographie in den Abschnitten 3 und 4, weiter auf die marine Geophysik im Abschnitt 5,

auf die Meeresbiologie in Abschnitt 6 und in Abschnitt 7 schließlich wieder auf die Meeresgeologie verlagert. Eine solche Verlagerung der Hauptarbeiten war nicht gleichbedeutend mit einem Ausschalten anderer Fachrichtungen und dem Aufsuchen anderer Seegebiete. Es blieb ein Neben- und Miteinander der Fachgebiete in gleichen Meeresräumen, aber mit Verschiebung der Akzente der Arbeiten. Besonders deutlich ist dies am Beispiel der Großen Meteor-Bank, die dreimal von „Meteor“ 1967 aufgesucht wurde (Abb. 2), jedesmal mit besonderem Schwergewicht in einer Arbeitsrichtung. Trotzdem konnten die anderen Arbeitsrichtungen ihre Probleme weiter verfolgen, so daß die Be-

sonderheit von „Meteor“, vielen Zweigen der Meeresforschung Arbeitsmöglichkeit zu bieten, zur Geltung kam.

Das Seewetteramt des Deutschen Wetterdienstes stellte die Bordmeteorologen (Dipl.-Met. P. EMMERICH, Fahrtabschnitte 1–3, Dr. H.-O. MERTINS, Fahrtabschnitte 4 und 5 sowie Dr. G. WURLITZER, Fahrtabschnitte 6 und 7 und den Wetterfunker K. FUGMANN, Fahrtabschnitte 1–7.

Das Deutsche Hydrographische Institut in Hamburg war in seiner Funktion als Reeder von „Meteor“ beteiligt. Die Zusammensetzung der Stammbesatzung ist in Tabelle 5 aufgeführt.

### 3. Fahrtabschnitte 1–3

#### 3.1 *Fahrtverlauf* (Hierzu Abb. 2 und 3) Fahrtleiter E. SEIBOLD

##### 3.1.1. *Fahrtabschnitt 1: Hamburg-Casablanca*

Am 11. 1. 1967 legte „Meteor“ um 10 Uhr in Hamburg ab. Am 13. 1. um 05 Uhr wurde nach glatter Fahrt durch die Nordsee Dover passiert, bei weiterhin gutem Wetter am 16. 1. die erste Station in der Biskaya erreicht (vgl. Tabelle 9).

Der Anmarsch wurde dazu benutzt, Laboratorien und Geräte auf den Einsatz vorzubereiten. Deshalb wurden mehrere Meß-Strecken mit dem Pneuflex-System (s. 3.2.4., Bericht Geophysik) eingelegt. Station 8002 vor der Estremadura-Küste diente z. B. bei besonders ruhiger See zur Erprobung des Unterwasserfernseh-Systems und des Vibrationslotes. In vielen Gruppenbesprechungen wurde ein Arbeitsplan für den 1. Fahrtabschnitt aufgestellt, der auch Ausweichpläne für ungünstige Wetterlagen vorsah. Da auf diesem Abschnitt morphologische, geologische, geophysikalische und biologische Untersuchungen durchgeführt werden sollten, war es mitunter schwierig, die verschiedenartigen Anforderungen der Disziplinen zu erfüllen: Kontinuierliche Fahrt ohne Kursänderung für die eine, möglichst viele Stationen für die andere Seite. Bei astronomischer Ortsbestimmung in Landferne mußten zudem einige Stationen mit Einsatz mehrerer Geräte zweckmäßigerweise in die Nähe von Abend- und Morgendämmerung gelegt werden, um die Position nach der Verdriftung durch Strom und Wind möglichst genau zu erhalten.

Wir entschlossen uns zudem, an den Schwerpunkten vor Portugal (Cabo Sardo) und vor Marokko (Cap de Mazagan) zur Vorerkundung und Klärung von Morphologie, Sedimentbedeckung und Untergrund jeweils 3 Pneuflex-Profile senkrecht zum Schelfrand von der Küste bis zur Tiefsee-Ebene im Abstand von je 10 Seemeilen als Meßfahrt abzulaufen. Auf das geeignetste Profil sollten dann die Stationen gelegt werden. Glücklicherweise war es jeweils das mittlere, was aus Abb. 3 zu ersehen ist.

Vor Portugal wurde die eigentliche Profil-Arbeit mit dem Auslegen eines Strommessers am Schelfrand (Station 8003) am 17. 1. gegen 02 Uhr begonnen. Er wurde am 20. 1. wieder aufgenommen. Der Einsatz der schweren Geräte mußte sich nicht nur an die wissenschaftlichen Anforderungen, sondern auch an die Wetterlage und die zu erwartende Bodenbeschaffenheit halten. Trotzdem waren nicht alle Einsätze von Kolben- und Kastenlot sowie Greifern erfolgreich (Westwind bis Stärke 7, Dünung bis 3 m Höhe).

Da der Minimalplan, in rund 100, 150, 200, 500, 1000, 2000, 3000 und 4000 bzw. 5000 m Wassertiefe geologische und biologische Proben zu erhalten, unbedingt erfüllt werden sollte, wurde auf Station 8011 der Entschluß gefaßt, die Lücken während des Abschnitts 2 vor Einlaufen in Lissabon unter hoffentlich besseren Wetterbedingungen zu schließen.

Der Schiffskurs danach und Station 8012 dienten zur Vorbereitung der geplanten Ankerstation des Abschnitts 3.

Da das Pneuflex-System nach anfänglichen Schwierigkeiten schon vor Nordportugal befriedigende Ergebnisse erbracht hatte und gute Erfahrungen auf den 3 Profilen zur Tiefsee hinzugekommen waren, wurde die Querfahrt nach Marokko nicht auf direktem Weg, sondern mit Ausgangspunkt Cabo de Santa Maria (Abb. 3) unternommen. Es hatte sich gezeigt, daß mit diesem System die besten Aufzeichnungen in 500 bis 2000 m Wassertiefe und bei verringerter Fahrt zu erhalten waren. Die schließlich gefahrenen 8 Knoten waren ein Kompromiß, um nicht zuviel Zeit opfern zu müssen. Trotzdem ergab diese Querung ausgezeichnete Registrierungen.

Die Untersuchungen für den Schwerpunkt vor Marokko begannen am 23. 1. gegen 10 Uhr wieder mit Auslegen eines Strommessers am Schelfrand. Die drei Meßprofile konnten bei gutem Wetter gefahren werden, wenn auch die lange und zeitweilig 5–6 m hohe

Dünung teilweise störte. Am 24. 1. folgte ab 23 Uhr die Stationsarbeit, die ohne Behinderungen das erwähnte Minimalprogramm erbrachte und am 26. 1. um 18 Uhr abgeschlossen werden konnte. Nach einer Fahrt mit verminderter Geschwindigkeit durch Einsatz des Pneuflex-Systems vor dem Schelfrand wurde am 27. 1. um 09 Uhr 30 Min. Casablanca erreicht.

Außer einer Beschädigung des Kutternetzes, das auf Station 8013 auf Grund gehakt hatte, waren keine Geräteverluste aufgetreten.

#### Hafenaufenthalt Casablanca

Wie schon auf den bisherigen größeren Fahrten der „Meteor“ wurde auch in Casablanca die Gelegenheit genutzt, Kontakte mit den interessierten Wissenschaftlern an Land aufzunehmen oder zu vertiefen. Hierzu dienten Führungen durch das Schiff und die Laboratorien mit Vorträgen und Diskussionen, Austausch von Material etc. Besonderen Eindruck machte dabei das Vorführen verschiedener Fernsehstationen der vorangegangenen Tage vom Magnetband. Umgekehrt wurden Institutionen an Land von den Eingeschiffen besucht. Ein Vortrag des Fahrtleiters im Goethe-Institut über „L'océanographie moderne et le Navire scientifique Meteor“ sollte auch weitere Kreise ansprechen. Wir erinnern uns mit Dankbarkeit an die mannigfaltige Hilfe und die sorgfältigen Vorbereitungen durch die Deutsche Botschaft in Rabat und das Generalkonsulat in Casablanca. In wissenschaftlicher Hinsicht gilt unser Dank vor allem dem Institut des Pêches Maritimes, Casablanca, mit Dr. COLLIGNON und Dr. ERIMESCO sowie dem Service de la Carte Géologique du Maroc, Rabat mit Dr. CHOUBERT. Der Austausch von Wissenschaftlern und Technikern (vgl. Tab. 2 und 4) erfolgte planmäßig.

#### 3.1.2. *Fahrtabschnitt 2: Casablanca–Lissabon*

Am 30. 1. um 08 Uhr legte „Meteor“ nach diesem ihrem ersten Besuch in Marokko von der Pier ab. Auf dem zweiten Fahrtabschnitt sollten wetter- und gerätebedingte Lücken der geologischen und biologischen Bearbeitung der beiden Profilgruppen geschlossen und die Ormondebanks besucht werden. Als Schwerpunkt war aber ein physikalisch- und chemisch-ozeanographischer Schnitt Marokko–Gettysburgbank–Portugal vorgesehen. Dies vereinfachte den Arbeitsplan erheblich.

Auf Station 8023 wurde ein weiterer Einsatz des Vibrationslots versucht. Danach konnte am 30. 1. ab 18 Uhr der Strommesser am Schelfrand wieder aufgenommen werden. Trotz Westwinds mit Stärke 6 und Seegang mit Dünung um 3 m Höhe kam die gesamte Apparatur nach einer knappen Stunde wieder unbeschädigt an Bord.

Ab 31. 1. 06 Uhr begann mit Station 8026 (Abb. 3) die hydrographische Serienarbeit. Sie konnte bis zur Gettysburg/Ormonde-Bank fast völlig nach dem vor-

gesehenen Schema durchgeführt werden. Unterwegs frischte der Wind bisweilen auf Windstärke 8 auf. Das Arbeitsdeck war dann dauernd überspült, weshalb eine Tiefenserie ausgelassen wurde.

Auf Station 8036 brach zudem der Seriendraht, so daß neben 900 m Draht 1 Bodewasserschöpfer, 3 Wasserschöpfer und 1 Pinger verloren gingen. Das ermüdete Seil wurde durch Reserven an Bord ersetzt. Der Besuch der Ormondebanks nach dieser Querung dauerte am 3. 2. von etwa 01 Uhr bis 24 Uhr. Pneuflex-System, Fernsehkamera, verschiedene Greifer und Dredschens wurden erfolgreich eingesetzt.

Die Strecke in Richtung Cabo de S. Vicente war wieder ozeanographischen Messungen gewidmet. Das Dreieck der Stationen 8043–8054 wurde am 4. 2. 09 Uhr bis 5. 2. 18 Uhr in möglichst rascher Folge vor allem mit der Bathysonde gefahren, um einen Einblick in Aufbau und kurzzeitige Veränderungen im Mittelmeer-Ausstromwasser erfassen zu können.

Bis Lissabon wurde auf interessanten Teilstrecken wieder das Pneuflex-System eingesetzt, das geologische und biologische Probennetz ergänzt und wieder am Schelfrand ein Strommesser ausgelegt (Station 8055, 6. 2., 06 Uhr). Das geplante Programm war danach lückenlos erfüllt. Dadurch ergab sich jedoch eine recht verwirrende Routenkarte. Das Zweckmäßige oder gar das Mögliche sind aber auch sonst nicht immer „schön“. Umgekehrt erbrachten die Pneuflex-Profile eine dreidimensionale Aufnahme der Lockersedimente auf dem Schelf und Kontinentalabhang vor Südportugal.

Die Zeit bis zum programmgemäßen Einlaufen in Lissabon wurde durch Pneuflex-Profile und umfangreiche geologisch-biologische Arbeit in der Bucht von Setubal (Station 8062) genutzt.

Mit Sonnenaufgang erfolgte am 9. 2. die Einfahrt in die Tejomündung, einer der Höhepunkte der gesamten Reise. Zur malerischen Landschaft, zum regen Schiffsverkehr traten all die Erinnerungen der Männer an Bord, die überwiegend Teilnehmer an der Expedition in den Indischen Ozean 1964/65 waren. So passierten wir das Grab Vasco da Gamas im Hieronymitenkloster von Belém. Um 08 Uhr 45 Min. wurde das Schiff im Zentrum der Stadt festgemacht.

#### Hafenaufenthalt Lissabon

Auch in Lissabon konnten die kurzen Tage zur Aufnahme vieler wissenschaftlicher Kontakte genutzt werden. Hier war vor allem das lebhafteste Interesse der akademischen Jugend ein erfreulicher Eindruck. Auf zahlreichen Schiffsführungen versuchten wir, die vielen Fragen aller Disziplinen nach ozeanographischen Geräten, Methoden und Ergebnissen zu beantworten.

Einen Überblick dazu gab ein Vortrag des Fahrtleiters in der Universität sowie ein Symposium mit rund 20 portugiesischen Wissenschaftlern an Bord. Wir möchten uns auch an dieser Stelle sehr für das

große Entgegenkommen dieser Kollegen bedanken, vor allem beim Vizerektor der Universität, Prof. Dr. JACOBSON, bei den Professoren Dr. TEIXEIRA und Dr. VILLELLA samt unserem Gast an Bord, Dr. MACHADO und beim Präsidenten des Hydrographischen Instituts, Admiral ROSSA. In organisatorischer Hinsicht genossen wir die Unterstützung der Deutschen Botschaft. Wieder wurden Wissenschaftler und Techniker planmäßig ausgetauscht (Tab. 2 und 4).

### 3.1.3. *Fahrtabschnitt 3: Lissabon–Hamburg*

Nach Ablegen am 12. 2. um 08 Uhr und glatter Fahrt wurde gegen 15 Uhr der Strommesser südwestlich von Cabo de Sines wieder ohne Schwierigkeiten aufgenommen. Ursprünglich war geplant, sofort danach ein Profil für Vermessung und Pneuflex parallel zum Kurs des Abschnitts 1 nach Marokko und zurück zu unternehmen. Die Bordwetterwarte sagte jedoch für die Tage danach eine starke Wetterverschlechterung voraus. Wir wollten nicht wagen, die schwierige und kostspielige Strommesser-Auslegung bei starkem Seegang durchzuführen. Deshalb wurde das gute Wetter genutzt und schon am 13. 2. von 07 Uhr 36 Min. bis 15 Uhr 35 Min. das gesamte System mit 6 untereinanderhängenden Strommessern in 2450 m Wassertiefe (Station 8064, Abb. 3) und den besten Wünschen ausgelegt. Rund 5 Seemeilen nördlich davon ging „Meteor“ auf 3200 m Wasser vor Anker, wobei 6500 m, nach einigen Tagen 7800 m Tiefseetrosse gefiert wurden. Auf dieser Dauerstation (8065) wurden bis zum 24. 2. 07 Uhr u. a. 106 Bathysonden-, 118 Bathythermographen- sowie Oberflächenstrommessungen durchgeführt und 35 Hydro-Serien gefahren. Außerdem wurde laufend die Position und der Zustand der Oberflächenteile der Strommesser-Auslegung kontrolliert, durch Einsatz des Verkehrsbootes, des Wetter-Radars und einer Funksendeboje.

Am Abend des 14. 2. nahmen Wind und Seegang, wie richtig vorhergesagt, stark zu. Der Wind erreichte im Laufe der Nacht Stärke 7–8 aus SW. Er drehte in den folgenden Tagen bei ähnlichen Stärken zwischen SW und NW, so daß diese Kontrollen und die Serienarbeiten außerordentlich erschwert, aber nie abgebrochen wurden. Um den Zug auf die Ankertrasse zu vermindern, mußte deshalb dauernd mit dem Aktivrudder gegen Wind und See gedampft werden. Erst am 18. 2. traten wieder normalere Verhältnisse ein. Am 23. 2., 36 Stunden vor der geplanten Beendigung der Ankerstation, war ab 09 Uhr keine Radarpeilung der Bojenauslegung mehr zu erhalten, obwohl Wetter und See ruhig waren. Schiff oder Markierungsbojen mußten deshalb vertrieben sein. Das ausgesetzte V-Boot erreichte gegen 15 Uhr die intakte Auslegung, wobei der Abstand zum Schiff auf 9,1 Seemeilen zugenommen hatte. Der Verdacht lag nahe, daß die Ankertrasse der „Meteor“ am Meeresboden gebrochen sein mußte.

Deshalb wurde die Trosse eingehievt. Tatsächlich fehlten von ihr 4350 m.

Da wieder mit starker Wetterverschlechterung zu rechnen war, wurde beschlossen, die für den 25. 2. geplante Aufnahme der Auslegung um einen Tag vorzuverlegen. Am 24. 2. 08 Uhr begann diese Arbeit bei noch ruhiger See, gegen 17 Uhr war alles wieder unversehrt an Bord, ein Erfolg, der nicht zuletzt auch der Bordwetterwarte zu verdanken ist. Um 19 Uhr 42 Min. konnte zur letzten Querfahrt nach Marokko abgelaufen werden.

Auf ihr frische der Wind aus NW nach der Vorhersage wieder erheblich bis zur Stärke 8–9 auf, was zuletzt zu starker Fahrverminderung zwang. Trotz dieser Maßnahme wurde die Qualität der Pneuflex-Registrierungen beim Rücklaufen (etwa von der Höhe der Station 8070 bis Cabo de Santa Maria) immer schlechter, besserte sich aber wieder bei der letzten Querung vor Cadiz im Schutz der dortigen Ausbuchtung.

Da das Gerät durch die lange Beanspruchung während der Fahrt 8 nicht mehr einwandfrei arbeitete und ein hydrographischer Anschluß der Ankerstation und der sonstigen bisherigen hydrographischen Stationen an das Ausstromgebiet westlich Gibraltar wünschenswert erschien, wurde die Rückfahrt nach C. de S. Vicente dazu benutzt, die Stationen 8067–8073 mit Bathysondenmessungen und Hydroserien einzulegen, was am 28. 2. gegen 22 Uhr abgeschlossen war.

Nach einer letzten Kastenlot-Station (8074) lief „Meteor“ am 1. 3. 8 Uhr 30 Min. zur Heimreise ab. Vor Kap Finisterre (8075) wurde dabei trotz Westwind mit Stärke 8 noch eine Bathysonde, in der Biskaya bei abflauendem Wind noch eine Hydroserie bis 1000 m Tiefe gefahren (8076).

Nach glatter Fahrt wurde Dover am 5. 3. gegen 12, Elbe 1 am 6. 3. gegen 15 Uhr passiert. Nach Ankerung bei Stadersand machte „Meteor“ am 7. 3. 10 Uhr 6 Min. am Kirchpaukerkai in Hamburg wieder fest.

### 3.2. *Berichte der Arbeitsgruppen*

(Hierzu Abb. 3 bis 5)

Die „Meteor“-Fahrt 8 verlief trotz der frühen Jahreszeit in einem recht exponierten Seegebiet sehr zufriedenstellend. Dies ist einerseits auf die gute Zusammenarbeit der eingesetzten Wissenschaftler und Techniker zurückzuführen, andererseits auf die eingespielte Schiffsbesatzung. Im folgenden werden Berichte der einzelnen Arbeitsgruppen gegeben, bei denen der Nachdruck auf methodische und gerätemäßige Bemerkungen gelegt wird. Einige vorläufige Ergebnisse, die schon während der Fahrt gewonnen werden konnten, seien angefügt.

Für alle Gruppen war die genaue Bestimmung der Position des Schiffes entscheidend. In Landnähe wurde das hervorragende Wind-Wetter-Radar eingesetzt, das zuweilen bis 60 Seemeilen Küstenabstand gute Werte

lieferte. Funkpeilung trat mitunter dazu. In größerer Landentfernung stand leider nur die astronomische Ortsbestimmung zur Verfügung. Außer auf der Ankerstation verstrich jedoch nie längere Zeit mit schlechtem Wetter, in der Messungen nicht möglich gewesen wären. Die bathymetrische Karte, die uns Dr. LAUGHTON überlassen hatte, war im Seegebiet Cabo de S. Vicente-Gettysburgbank-C. de Mazagan durch ihre große Genauigkeit eine zusätzliche Hilfe.

Die Meerestiefe wurde kontinuierlich mit dem bewährten Schelfrandlot bestimmt. Im allgemeinen war der 30-kHz-Schwinger eingesetzt, bei größeren Wassertiefen und für die Stationsarbeit in weniger als 1500 m auch der 15-kHz-Schwinger mit jeweiliger Anpassung der Impulslänge. Ein Beispiel für das gute Erfassen der Geräte bei Annäherung an den Meeresboden bringt Abb. 4. Umgekehrt wurde mit einem Tochterechographen insgesamt rund 500 Stunden lang die Streuschicht registriert. Die Aufzeichnungen der Echographen im Schelfbereich sollen der Gruppe „Marine Geographie“ den Anschluß an die morphologische Bearbeitung der angrenzenden portugiesischen und marokkanischen Küstengebiete ermöglichen, die zur Zeit vom Geographischen Institut der Universität München aus im Gange ist.

### 3.2.1. Meeresgeologie. Bericht E. SEIBOLD

Im „Reisebericht der Indischen Ozean Expedition“ (1966, Meteor-Forschungsergebnisse, Reihe A, Nr. 1, 1–52) sind eine Reihe meeresgeologischer und -biologischer Greifer charakterisiert, die auch auf dieser Fahrt eingesetzt wurden: Kastengreifer, Backengreifer, Shipkgreifer. Erfolgreiche Einsätze waren meist auf Grobsedimente zurückzuführen, die beim Hieven ausgespült wurden. Das Material der obersten Zentimeter wurde jeweils zwischen Biologen und Mikropaläontologen aufgeteilt. Letztere färbten es mit „Bengal rot“ zum Erkennen der Lebendfauna an. Parallel dazu wurden 5 cm<sup>2</sup> 2 cm tief ausgestanzt, um das Plankton/Benthosverhältnis der Foraminiferen bestimmen zu können. Es nimmt auch vor Portugal und Marokko mit der Wassertiefe zu. Ab rund 200 m überwiegen die planktischen Formen völlig.

Das Kolbenlot wurde nur einmal verwandt. Da es offensichtlich im angetroffenen Sediment keine größeren Kernlängen als das Kastenlot erbrachte, wurde in der Folge nur noch das letztere eingesetzt. Die für Fahrt 8 entwickelte Fangvorrichtung für das Kastenlot arbeitete einwandfrei, auch bei hoher Dünung. Ein Kern konnte bei Windböen bis 8 Bft. nur dadurch an Bord gebracht werden. Vor Portugal wurden so 21,5, vor Marokko 10,5 Kernmeter geborgen. 31 m davon wurden sofort an Bord aufgearbeitet, die Präparate sodann im Kühlraum (um +4 °C) verstaut. Folgende Bestimmungen wurden durchgeführt:

Scherfestigkeit des natürlichen und durchgearbeiteten Materials, Schallgeschwindigkeit parallel und senk-

recht zur Schichtung, teilweise Serien mit pH- und Eh-Messungen. Präparate wurden gewonnen zur Bestimmung des Wassergehalts, zur Radiographie, zu weiteren bodenmechanischen und gefügekundlichen Bestimmungen. Ferner wurden die gesamten Kernlängen in Farbfotos archiviert. Die wichtigsten bisherigen Ergebnisse:

Schlick bleibt auch auf sehr steilen Hängen mit Neigungen bis 1:2 liegen, trotz der vielen Erdbeben im Untersuchungsgebiet. Rutschungen konnten nur in Ausnahmefällen festgestellt werden.

Terrigene Sande kommen lagenförmig angereichert anscheinend nur in den Tiefsee-Ebenen, nicht auf dem Kontinentalhang vor. „Sandige“ Lagen mit Globigerinen finden sich dagegen überall. Wüstenquarze sind häufig zu beobachten.

Während vor Marokko auf dem Hang Rot-Sedimente das Bild bestimmen, herrscht grau, oben braun, am Kontinentrand vor Portugal vor. Die Scherfestigkeitswerte liegen zwischen 10 und 500 gcm<sup>-2</sup> (gestört 20–50), wobei die überraschend hohen Werte Globigerinenschlick zu zuzuordnen sind. Die Schallgeschwindigkeiten im Sediment wurden zu 1400 bis 1500 m/sec vor Portugal, zu 1500 bis 1620 vor Marokko bestimmt, wohl wieder eine Folge des hohen Globigerinengehaltes vor Afrika.

Zur Untersuchung des im Oberflächenwasser suspendierten Materials wurde insgesamt 140 Stunden lang an verschiedenen Stellen zentrifugiert. Der Wasserdurchsatz lag bei 200–500 l/Std., das gewonnene suspendierte Material bei 0,5–1 g/m<sup>3</sup>.

Die interessantesten Dredsche-Ergebnisse stammen von der Ormondebank: basaltartiges Gestein in Blöcken und Geröllen, die z. T. Bewuchs durch Kalkröhren und -krusten benthischer Organismen tragen.

Unbefriedigend war teilweise der Einsatz von Geräten, die neuentwickelt worden waren und auf der Fahrt erstmalig auch in tieferem Wasser erprobt werden sollten. Dazu gehören das Foraminiferen-Multilot, dessen Verschlüsse verbesserungsbedürftig sind, der Fotobackengreifer, dessen Auslösemechanismus und Eindringtiefe nicht den Erwartungen entsprach, der Polypgreifer, der wohl eine bessere Auflagefläche benötigt und das Vibrationslot. Das letztere erbrachte zwar Kerne über 1 m Länge auch in größtem Sediment, muß jedoch noch hinsichtlich des Stützrahmens, der Kabelführung, der Dichtung u. ä. verbessert werden.

Das Unterwasser-Fernsehkamera-System erbrachte auf insgesamt 11 Stationen bis 500 m Wassertiefe z. T. ausgezeichnete Aufnahmen vom Meeresboden. Felsböden fanden sich auf exponierten Stellen des Schelfs, vor allem an dessen Rand sowie auf Aufragungen am Kontinentalhang. Spalten, Überhänge, Aufwuchs konnten klar beobachtet werden, am eindrucksvollsten auf der Ormondebank, wo große Laminarien in dichtem Bewuchs bis in 100 m Wassertiefe hinab-

reichen. Wohl als Folge pleistozäner Erniedrigungen des Meeresspiegels häufen sich in dieser Tiefe auch gut gerundete Gerölle.

Sandböden verrieten sich durch Rippeln (vor Portugal bis -70 m), die teilweise aus sehr grobem Muschelschill aufgebaut waren. Wo diese Böden länger ruhig liegen, gewinnen Wühlspuren mit ihren an der Oberfläche sichtbaren Öffnungen die Oberhand. Schllickböden waren auch in den Wassertiefen um 500 m arm an Oberflächenspuren.

Die teilweise mehrere Meter hohe Dünung erschwerte den Einsatz, wenn auch durch die große Tiefenschärfe der Fernsehkamera Übersichts- und Nahbilder im Rhythmus der Schiffsbewegung beobachtet werden konnten. Die endgültige Auswertung wird dadurch erleichtert, daß die gesamten Stationen auf Magnetband gespeichert werden konnten, damit reproduzierbar und neben den gewonnenen Robot-Fotos zu bearbeiten sind.

### 3.2.2. *Physikalische Ozeanographie*

Bericht G. SIEDLER

Nach der Überprüfung auf dem Anmarsch und auf Abschnitt 1 arbeiteten ohne Schwierigkeiten die Serienschöpfer, die Bathysonde, der Bathythermograph und die verankerten Tiefenstrommesser am Schelfrand und Richardson-Strommesser auf der Dauerstation. Wie im Fahrtbericht erwähnt, haben sich auch die Schelf- und Tiefseeverankerungen bewährt, auf die in einer gesonderten Veröffentlichung eingegangen werden soll.

Ein mitgeführter Gradientenstrommesser kann für den Einsatz in rauher See noch verbessert werden. Bei der knappen Schiffszeit mußte darauf verzichtet werden, den Pisastrommesser (Abyssal pisa gear) in großen Wassertiefen einzusetzen. Während die Richtungsanzeigen auf den Schelfstationen zufrieden stellten, traten bei den Geschwindigkeitsangaben Schwierigkeiten auf.

Im Oberflächenwasser wurden auf der ganzen Fahrt kontinuierlich registriert die Radioaktivität, die Temperatur, der Salzgehalt und während 128 Stunden der Ankerstation 8065 die Strömung in 35 m Tiefe. Ein zusätzlicher Thermograph in der Strommesserverankerung registrierte vom 12. bis 24. 2.

Die Untersuchungen der Arbeitsgruppe waren auf die Beantwortung der folgenden Fragen zur Variabilität im Meere ausgerichtet: Welche kleinräumigen und kurzzeitigen Änderungen treten in der Schichtung und Bewegung des in den Atlantik einströmenden Mittelmeerwassers auf und welche Rückschlüsse lassen sich daraus auf den Mechanismus der Vermischung in diesem Bereich erhalten? Sind im tiefen Wasser des Ozeans interne Gezeitenwellen mit großer Amplitude feststellbar, und welche Beziehung zeigen die Messungen zwischen den internen Gezeitenwellen und der Dichteschichtung? Treten am Schelfrand Strömungen mit einer so hohen Geschwindigkeit auf, daß sie als aus-

reichende Erklärung für die Entstehung der dort angetroffenen groben Sedimente angesehen werden können?

Folgendes Meßprogramm konnte durchgeführt werden (s. auch Fahrtverlauf): Auslegen und Aufnehmen von drei Strommesserverankerungen auf ca. 180 m Wassertiefe mit je einem Tiefenstrommesser 5 m über dem Boden an der Schelfkante vor Portugal und Marokko. Auslegen und Aufnehmen einer Strommesserverankerung auf 2450 m Wassertiefe südwestlich Cabo de S. Vicente. Das System enthielt 6 Richardson-Strommesser, einen Thermographen mit Druckmesser, einen akustischen Peilsender und eine zeitgesteuerte Unterwasser-Aufschwimboje. Er war verbunden mit zwei Markierungsbojen mit Radiopeilsender und Radarreflektor. Messungen der Temperatur- und Salzgehaltsschichtung mit der Bathysonde und Wasserschöpfern vom gestoppten Schiff aus auf zwei Schnitten quer zum Mittelmeerwasserausstrom zwischen Cap Mazagan und Gettysburg-Bank und zwischen Gettysburg-Bank und Cabo de S. Vicente, auf einem Schnitt etwa in Stromrichtung des Mittelmeerwassers vom Ausgang der Straße Gibraltar bis Cabo de S. Vicente und auf mehreren ausgewählten Positionen vor dem portugiesischen und spanischen Schelf. Vom verankerten Schiff aus wurden im vierstündigen Rhythmus wiederholte Messungen dieser Art während des Zeitraumes von ca. 11 Tagen in der Nähe des Tiefwasser-Strommessersystems durchgeführt.

Folgende Ergebnisse lassen sich den gewonnenen Daten unmittelbar entnehmen: Der Kern des in den Atlantik einströmenden Mittelmeerwassers wurde mittels der kontinuierlichen Temperatur- und Leitfähigkeitsmessungen in einem Tiefenbereich von ca. 700–1000 m festgestellt. Die beiden Schnitte quer zur Stromrichtung weisen darauf hin, daß im Beobachtungszeitraum die Mächtigkeit der vom Mittelmeerwasser beeinflussten Schicht vor Cabo de S. Vicente, also auf der rechten Seite in Stromrichtung, am größten war. Nach dem Austreten aus der Gibraltarstraße beeinflusst dieses Wasser offensichtlich in erheblichem Maß die Erosion und Sedimentation des Bereichs bis Cabo de S. Vicente.

Zwei bisher wenig bekannte Erscheinungen in der Struktur der Schichtung in diesem Gebiet erscheinen besonders bemerkenswert: Die vertikale Temperaturverteilung zeigt im Mittelmeerwasserausstrombereich neben einer überaus komplizierten Feinstruktur sehr häufig zwei Hauptmaxima. Diese Zweischichtung des Ausstroms stellt einen Parallellfall zu einer ähnlichen Struktur des Roten-Meer-Wassers im Indischen Ozean dar, die mit „Meteor“ im Jahre 1964 beobachtet wurde. An der Untergrenze des Mittelmeerwasserausstrombereiches wurden im Gebiet südlich der Gettysburg-Bank treppenförmige Strukturen in der Temperatur- und Salzgehaltsverteilung festgestellt, die scharf begrenzte, dünne Wasserschichten erkennen lassen.

Die Messungen mit dem großen Strommessersystem vor Cabo de S. Vicente zeigen im tiefen Wasser eine bevorzugte NW-Richtung des Stromes und unter anderem periodische Amplitudenänderungen im Gezeitenbereich.

Die Strommessungen am Schelfrand ergeben vor Portugal und Marokko Geschwindigkeiten, die die dort angetroffenen gröberen Sedimente als Folge von in der Gegenwart wirksamen Bodenströmen erklären können.

Die zeitweise stürmischen Windverhältnisse während der Ankerstation erlaubten die Beobachtung des Auf- und Abbaus einer homogenen Deckschicht mit begrenzender Temperatursprungschicht als Folge der Seegangsänderungen.

**3.2.3. Chemische Ozeanographie.** Bericht J. GIESKES  
Aus den Wasserproben der hydrographischen Serien wurden der Sauerstoffgehalt, pH-Wert und die Alkalinität bestimmt und Teile für spätere Ca-Bestimmungen abgezweigt (vgl. Tab. 11).

Auf dem Schnitt Mazagan-Gettysburg-Bank wurde im allgemeinen eine klassische Sauerstoffverteilung beobachtet, d. h. ausgehend von einem Wert von etwa 5.7 ml/l ( $O_2$ ) an der Oberfläche zeigte der gelöste Sauerstoff ein Minimum in einer Tiefe von etwa 600 bis 1250 m. Diese Minimum-Schicht stimmt überein mit der Zone des Mittelmeerwasserstroms.

Auf der Dauerstation 8065 wurde eine ähnliche Verteilung des Sauerstoffgehaltes beobachtet. Es ist zu hoffen, daß Isoplethen von  $O_2$ , pH und Alkalinität weitere Aussagen liefern werden über den Chemismus des Oberflächen-, Mittelmeer- und Tiefenwassers.

Bodenschöpferanalysen zeigten auf den meisten Stationen einen Anstieg im pH-Wert und einen Abfall im Sauerstoffgehalt. Gleichzeitig wurde eine Zunahme der Alkalinität festgestellt. Dies kann zurückgeführt werden auf Calciumkarbonatauflösung von Sedimenten und gleichzeitigem Sauerstoffverbrauch durch Tiere und organische Substanz. Diese bodennächste Schicht ist wahrscheinlich nur wenige Meter mächtig.

Von diesem Befund kann die Folgerung gezogen werden, daß vor Portugal und Marokko in den größeren Tiefen am Meeresboden nur sehr geringe Stromgeschwindigkeiten herrschen, auch im Gebiet des Kontinentalhangfußes.

**3.2.4. Marine Geophysik.** Bericht H. A. ROESER,

W. GIESEL (Hierzu Abb. 3 und 5)

Auf Abschnitt 1 liefen das Magnetometer und das Gravimeter auf allen Fahrstrecken von mehr als 20 Seemeilen. Dies ergab Betriebszeiten von 195 bzw. 245 Stunden. Anfängliche Störungen konnten auf der Fahrt behoben werden, während zuletzt das Gravimeter bei Seegang Defekte erkennen ließ. Eine Auswertung der Registrierungen steht noch aus.

Auf Fahrt 8 sollten durch seismische Untersuchungen die Lagerungsverhältnisse der unter dem Meeres-

boden verborgenen Sediment- und sonstigen Gesteine erarbeitet werden. Ferner sollte dabei der Frage nachgegangen werden, ob sich die vom Festland her bekannten Strukturen seewärts fortsetzen. Schließlich galt es, Angaben über die Mächtigkeitsverhältnisse der Sedimente im Schelfgebiet und am Kontinentalhang zu gewinnen. Dazu wurden 240 Stunden Profile von 3000 km Gesamtlänge registriert (Markierte Strecken auf Abb. 3) (Vgl. GIESEL & SEIBOLD 1968).

Das dafür auf „Meteor“ erstmalig eingesetzte Pneuflex-System ist im Prinzip eine reflexionsseismische Apparatur. Sie registriert praktisch kontinuierlich die unter dem Schiffsweg liegenden Meeresbodenformen und die Formen tiefer gelegener Horizonte mit sprunghafter Änderung der Schallhärte. Die Kontinuität der Aufzeichnungen wird durch schnelle Schußfolge einer pneumatisch arbeitenden Schallquelle erreicht, die im Wasser in gleichbleibenden Zeitabständen von 8 sec ein hochkomprimiertes Luftvolumen plötzlich freigibt. Dabei erzeugte und vom Untergrund reflektierte seismische Impulse werden in einer 100 m hinter dem Schiff geschleppten Hydrophonkette aufgenommen, in elektrische Signale verwandelt und gelangen wie beim Echolot auf elektrosensitivem Papier so zur Aufzeichnung, daß ein geologischer Schnitt des überlaufenden Profils daraus abgeleitet werden kann.

Die registrierbare Eindringtiefe des Impulses in den Meeresboden beträgt einige hundert, auf Fahrt 8 maximal 500 Meter. Sie ist sehr abhängig von der Wassertiefe, den geologischen Verhältnissen und dem seismischen Störpegel an der Hydrophonkette. Die besten Ergebnisse wurden auf dem Schelf erzielt, wo ausstreichende Schichten sehr junger Sedimente, Diskordanzen und Sedimentfüllungen in älteren Becken festgestellt wurden. Das Gebiet auf der Höhe von Gibraltar zwischen Südportugal und Nordafrika erwies sich als besonders gestört. Auch an den Kontinentalhängen und in der Tiefsee ließen sich Schichtungen feststellen.

Ein Beispiel der Registrierergebnisse, die auf zwei Schreibern aufgenommen wurden, gibt Abb. 5. Außerdem wurden die Impulse auf Magnetband gespeichert.

Es wird nach den bisherigen Ergebnissen vermutet, daß sich der Einbruch der Gibraltarstraße in einer Störungszone nach Westen bis zur Ampère-Bank fortsetzt. Die Sedimentation im Bereich nordwestlich der Straße wird offensichtlich vom Mittelmeerwasserausstrom bis zum Cabo de S. Vicente, vielleicht sogar noch nördlich davon beeinflusst.

Die Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Sedimentkernen durch die Arbeitsgruppe wurde oben schon erwähnt.

**3.2.5. Maritime Meteorologie.** Bericht P. EMMERICH  
Neben der Bearbeitung der einlaufenden Wettermeldungen und der Erstellung von Vorhersagen, die,



wie erwähnt, für die Arbeitplanung unerlässlich waren, oblag der Arbeitsgruppe die laufende Bestimmung meteorologischer Werte wie Lufttemperatur, -druck, -feuchte etc. am Schiffsort. Außerdem wurden für Tritiumbestimmungen durch das Zweite Physikalische Institut der Universität Heidelberg, C<sup>14</sup>-Laboratorium, 11 Oberflächenwasserproben und 58 Wasserdampf- und Regenproben geborgen und entsprechend für den Versand vorbereitet.

### 3.2.6. Meeresbiologie. Bericht H. J. THIEL

Zum Vergleich mit der Besiedlung von untermeerischen Kuppen, deren Untersuchung für die Fahrtabschnitte 4-7 vorgesehen war, wurden vor Portugal und Marokko folgende Geräte zur Probenentnahme erfolgreich eingesetzt: Agassiztrawl, Kuttertrawl, Kettendredse (siehe Tab. 11). Geologisch und mikropaläontologisch interessantes Material, das mit diesen Schleppgeräten gewonnen werden konnte, wurde der geologischen Gruppe übergeben. Wie erwähnt, wurden alle geeigneten Oberflächenproben aus den Greifern (Tab. 11) in ähnlicher Weise aufgeteilt. Aus allen Proben wurde die Makrofauna ausgesucht. Von den Greiferproben wurden Teilproben für die Untersuchung der Meio-

fauna isoliert. Während aus dem vorhandenen Probenmaterial die Meiofauna unter quantitativen Gesichtspunkten ausgewertet werden kann, ist das für die Makrofauna nicht der Fall.

Im Rahmen biologischer Untersuchungen kam auf dieser „Meteor“-Fahrt das Unterwasserfernsehen zum ersten Male zum Einsatz. Es zeigte sich, daß diese Methode in viel geringerem Maße als in der Geologie für die direkte Beobachtung geeignet ist, falls sie nicht verbessert werden kann. Für die Vorbereitung der Stationen, für die Entscheidung, welches Gerät für die Probenahme sinnvoll eingesetzt werden kann, ist das Fernsehen wertvoll. Nur große Organismen können jedoch sicher identifiziert werden. Könnte an das Unterwasserfernsehen ein intensives Sammelprogramm angeschlossen werden, so ließen sich nachträglich einige auf dem Fernsehschirm beobachtete Tiere bestimmen.

Alle Makrofaunaproben konnten bisher in die einzelnen Tiergruppen aufgeteilt werden. Ergebnisse sind jedoch erst durch die systematische Bearbeitung des Tiermaterials und durch den Vergleich mit Proben von der Josephine-Bank und der Großen Meteor-Bank zu erwarten.

## 4. Fahrtabschnitte 4-7

### 4.1 Fahrtverlauf (Hierzu Abb. 6 und 7)

#### 4.1.1. Fahrtabschnitt 4: Hamburg-Las Palmas (1) Fahrtleiter G. HEMPEL

Nach 3wöchiger Hafenziegezeit, während der das Schiff für die Abschnitte 4-7 umgerüstet wurde, verließ „Meteor“ am 29. März Hamburg. G. DIETRICH hatte wegen schwerer Erkrankung die Fahrtleitung wenige Tage vor Beginn der Reise abgeben müssen. Um den Forderungen der Geophysik besser nachkommen zu können, waren der „Meteor“-Fahrt im letzten Augenblick drei Tage zugeschlagen worden, was zu erheblichen Umdispositionen in der gesamten Zeitplanung führte.

Wenige Stunden nach dem Auslaufen wurde auf der Elbe Sprengstoff für die seismischen Arbeiten des 5. Fahrtabschnittes übernommen. Während des Anmarsches wurden Geräte installiert und die Strommesserketten vorbereitet. Auf zwei Stationen in der Biskaya konnten über tiefem Wasser Winden, Trossen und verschiedene Geräte erprobt werden. Echograph, Magnetometer und Gravimeter registrierten kontinuierlich auf dem langen Schnitt vom Englischen Kanal bis zur Großen Meteor-Bank (Abb. 2). Das Jet-Netz wurde gelegentlich bei voller Fahrt nahe der Oberfläche geschleppt und einmal täglich kam das Neuston-Netz zum Einsatz. Nach neuntägiger Marschfahrt, die durch gutes Wetter begünstigt war und plangemäß verlief, wurde die Große Meteor-Bank erreicht.

Auf der Bank und in ihrer Umgebung hielt sich das Schiff dann 23 Tage lang auf. Da das Wetter meist ruhig war, konnte diese Zeit bis zur letzten Minute für wissenschaftliche Arbeiten genutzt werden. Das Arbeitsprogramm sah vor allem die topographische Aufnahme der Meteor-Bank, hydrographische Untersuchungen über interne Wellen verschiedener Perioden im freien Ozean und im Einflußbereich der Kuppe, geophysikalische Messungen (Gravimetrie, Magnetik und Pneuflexmessungen) sowie Planktonstudien vor. Um den Anforderungen der einzelnen Sparten einigermaßen gerecht zu werden, mußte die zur Verfügung stehende Zeit in einzelne, starr fixierte Abschnitte aufgeteilt werden, in denen der Schwerpunkt jeweils entweder bei der Hydrographie oder bei der Geophysik lag. Für die Biologie konnten zwar keine eigenen Schnitte oder Stationen eingeschoben werden, auf den Vermessungsschnitten wurde aber, soweit es die Vermessungsarbeiten nicht allzusehr beeinträchtigte, mit dem „Hai“, Jet-Netz und Neuston-Netz gearbeitet. Für die Vermessung wurden außerdem kurze Fahrtstrecken zwischen hydrographischen Stationen genutzt. Auch dies war ein vom Zeitmangel diktiertem Notbehelf, der qualitativ und quantitativ nicht voll befriedigte.

Jede topographische und geophysikalische Vermes-

sung bedarf genauer Positionsbestimmung. Dafür standen vier Systeme zur Verfügung (Einzelheiten s. 4.2.2. Bericht Navigation), deren unterschiedliche Genauigkeit und zeitliche und räumliche Anwendbarkeit in starkem Maße zu berücksichtigen waren.

#### *Arbeitsabschnitt 1: 8. bis 14. 4. 1967*

Am 9. 4. wurde ein Kreuzprofil über die Meteor-Bank gelegt und ihr Mittelpunkt durch eine Radarboje markiert. Nahe der Peripherie des Kuppenplateaus konnten noch am gleichen Tage drei Strommesserketten auf ca. 300 m Tiefe ausgelegt werden. Eine ebenfalls auf der Kuppe verankerte fernmeldende Thermistorkette mußte nach wenigen Tagen aus technischen Gründen wieder eingeholt werden. An den folgenden Tagen konnten bei ruhigem Wetter die Strommesserketten  $T_1$  und  $T_2$  in der Tiefsee ca. je 30 sm nordöstlich und südwestlich der Bank verankert werden. Diese tiefsten Auslegungen, die bisher von „Meteor“ durchgeführt wurden, erforderten eine sorgfältige Planung und Vorbereitung, deren sich neben den eingeschifften Wissenschaftlern und Technikern Kapitän LEMKE mit großem Interesse besonders intensiv annahm. Sobald die ausgewählten Positionen erreicht waren, konnte jede der Ketten in wenigen Stunden ausgebracht werden; dabei leistete das Verkehrsboot wertvolle Hilfe. Die Dampfstrecke zwischen  $T_1$  und  $T_2$  bildete einen 90 sm langen hydrographischen Diagonalschnitt über die Kuppe und ihre Umgebung mit 9 hydrographischen Stationen, die jeweils bei bestimmten Wassertiefen liegen sollten, was in Anbetracht der Ungenauigkeit der vorhandenen Seekarten Fingerspitzengefühl und schnelle Reaktionen von der Schiffsführung forderte und die Nutzung der Fahrtstrecken für reflexionsseismische Messungen und für Planktonfänge beinahe ganz ausschloß.

#### *Arbeitsabschnitt 2: 14. bis 17. 4. 1967*

Dieser Zeitabschnitt war für eine erste topographische und geophysikalische Vermessung der Meteor-Bank und ihrer näheren Umgebung auf mehreren West-Ost-Profilen vorgesehen.

Das Programm mußte während der Untersuchungen abgekürzt werden, da in der Nacht 15./16. 4. die Radarboje ausfiel und das Schiff zur Reparatur der Boje zum Zentrum der Kuppe laufen mußte. Auch zeigte sich, daß zumindest über der Tiefsee die Reflexionsseismik mit der pneumatischen Schallquelle (Pneuflex) nur bei erheblich reduzierter Fahrt (ca. 6–8 kn) und bei Verzicht auf gleichzeitige Arbeit mit biologischen Schleppgeräten (Planktonröhren) brauchbare Ergebnisse liefert, andernfalls ist der Störpegel durch Maschine und Schlepptrasse zu hoch. Mit Rücksicht auf die Gravimetrie sollte möglichst selten die Fahrtstufe geändert werden. Auf dem letzten Vermessungsschnitt fanden die ersten der dreißig Radiosonden-Aufstiege der Bordwetterwarte statt.

#### *Arbeitsabschnitt 3: 17. bis 19. 4. 1967*

Analog zum ersten hydrographischen Diagonalschnitt wurde nun ein Profil von Südosten nach Nordwesten über die Kuppe gelegt und auf 9 hydrographischen Stationen gearbeitet. Auf der Bank wurde die hydrographische Arbeit einige Stunden lang für reflexionsseismische und topographische Messungen unterbrochen. Dabei wurden auch die einzigen Bodenproben des 4. Fahrtabschnittes mit Dredsche und Bodengreifer genommen. Planmäßig wurde die Position der Dauerstation 40 sm nordwestlich der Meteor-Bank erreicht und eine Radarboje als Bezugspunkt auf 4200 m verankert. Anschließend ging „Meteor“ nicht fern von der Boje vor Anker. Bei einer Wassertiefe von 4246 m wurden nur 5600 m Tiefseetrosse (Winde 10) gesteckt, um so den Schwoikreis möglichst klein zu halten.

Acht Tage lang lag „Meteor“ sehr gut verankert auf Position. Dank des ruhigen Wetters war es möglich, von mehreren Stellen des Schiffes gleichzeitig Geräte und Wasserschläuche bis in 250 m Tiefe für Dauerregistrierungen auszubringen (Abb. 6) und außerdem mit hydrographischen Serien, Bathysonden und Planktonnetzen bis in große Tiefen zu arbeiten, ohne daß es zum Vertörnen von Drähten oder zu Geräteverlusten kam. Allerdings wurde vermieden, daß gleichzeitig mit mehreren Winden gearbeitet wurde. Aus den Forderungen der physikalischen, chemischen und biologischen Arbeitsgruppe ergab sich ein sehr komplexer Zeitplan (Abb. 7). Dank der Umsicht und Pünktlichkeit aller Beteiligten konnte der Plan während der ganzen Zeit strikt eingehalten werden. Als Fixzeit diente alle drei Stunden der Einsatz der Bathysonde; er verzögerte sich nur einmal um 5 Minuten.

In dreistündigem Wechsel wurde die Bathysonde auf 2000 m und die Sauerstoffsonde auf 250 m gefiert, ferner stündlich ein Bathythermograph auf 275 m und in sechsstündigem Wechsel eine hydrographische Serie auf 250 m Tiefe. Für Dauerregistrierungen hing je ein Strommesser in 30 und 110 m Tiefe, die Thermistorkette meldete die Wassertemperatur aus 5 Tiefenstufen zwischen 5 und 215 m. Die chemische Arbeitsgruppe machte neben den Serien und der Sauerstoffsonde während der Dauerstation kontinuierliche Registrierungen des Gehalts an Nitrit, Nitrat, Ammoniak, Phosphat, Silikat und Kohlendioxyd in 5 Tiefenstufen, hierzu wurde in 2 m, 25 m, 50 m, 75 m und 100 m Tiefe Wasser in Schläuche gepumpt, die im Autoanalyser im chemischen Labor endeten. Ähnlich wurde für Gaschromatographie von Sauerstoff, Stickstoff und Kohlendioxyd kontinuierlich Wasser aus 20 m Tiefe gepumpt und zweimal täglich auch andere Horizonte bis 100 m erfaßt.

Für die Biologie wurde alle drei Stunden in 6 bis 12 Tiefenstufen zwischen 900 m Tiefe und der Oberfläche Zooplankton mit dem Helgoländer Larvennetz mit neu entwickeltem Wechselbecher gefischt. Eng mit

dem chemischen Programm verknüpft waren die Untersuchungen über Zusammensetzung und Gesamtbiomasse des Phytoplanktons. In Ergänzung zu den Vertikalfängen wurde vom Verkehrsboot aus mit dem Neuston-Netz zu verschiedenen Tageszeiten gefischt.

Die Arbeitsgruppe maritime Meteorologie führte Fallversuche mit einer Grenzschicht-Sonde zur Erfassung des Energiehaushaltes an der Grenze Luft-Wasser aus und registrierte mit Assmann-Psychrometern kontinuierlich Temperatur und Feuchte auf einem Vertikalprofil vom Deck des Schiffes zur Wasseroberfläche. Weitere Dauerregistrierungen zeichneten die Strahlungstemperatur an der Wasseroberfläche, die kurz- und langwellige Globalstrahlung sowie die Oberflächentemperatur (gemessen mit Schwimmthermometer) auf. Hinzu kamen Ballon-Aufstiege mit Radiosonden.

#### *Arbeitsabschnitt 5: 27. 4. bis 5. 5. 1967*

Nach Ende der Dauerstation stand die Aufnahme bzw. der Austausch der Strommesserketten im Mittelpunkt des Programms. Außerdem sollte mindestens je ein großes Nord-Süd- und Ost-West-Profil für die Vermessung gefahren werden, um die noch bestehenden großen Lücken in der Aufnahme der Kuppe wenigstens teilweise zu schließen. Bereits in der ersten Nacht begegneten wir ca. 30 sm von der Sollposition entfernt der Boje und den Auftriebselementen der Tiefsee-Strommesserkette  $T_1$ . Unter den obersten Strommessern war die Trosse der Strommesserkette gebrochen, so daß Boje und Auftriebselemente nun frei schwammen. Auf eine Suche nach den in 4700 m Tiefe liegenden Resten von  $T_1$  wurde verzichtet. Ohne Schwierigkeiten wurde die Strommesserkette  $T_2$  unversehrt geborgen. Von den drei Strommesserketten auf dem Flach der Bank lagen zwei auf Position und wurden ausgewechselt zur Fortsetzung der Registrierungen, die dritte wurde auch nach langem Suchen nicht gefunden, sie mußte durch eine neue Kette ersetzt werden. Als vorläufiger Abschluß der Arbeiten auf der Großen Meteor-Bank wurden kürzere Profile für die topographischen und reflexionsseismischen Strukturaufnahmen gefahren, Proben für die Tritium-Bestimmung im Seewasser genommen und schließlich einmal auf dem Ostteil der Bank erfolgreich mit dem Kuttertrawl gefischt.

Beim Abflauen von der Bank wurde mit dem Gravimeter ein Profil bis in das von der Wirkung der Kuppe ungestörte Feld gefahren. Seit 30. April hatte sich das Wetter laufend verschlechtert, so daß auf der Marschfahrt von der Meteor-Bank nach Las Palmas mit dem Magnetometer und schließlich auch mit dem Gravimeter nicht mehr gearbeitet werden konnte. Kurz vor Erreichen der Kanarischen Inseln besserte sich das Wetter, so daß Las Palmas pünktlich am 5. Mai um 17 Uhr erreicht werden konnte.

#### Hafenaufenthalt in Las Palmas

Nach 37tägigem Seetörn bildete der Hafenaufenthalt in Las Palmas eine willkommene Abwechslung. Von Besatzung und Eingeschiffen wurde er zum Landgang und zu Besichtigungsfahrten auf der Insel Gran Canaria genutzt. Wohl vorbereitet durch das deutsche Konsulat konnten beim Austausch von Besuchen und während eines Empfanges an Bord enge Kontakte zu den spanischen Behörden, insbesondere der Marine, hergestellt werden und damit die Vorbereitungen für die gemeinsamen geophysikalischen Arbeiten des folgenden Fahrabschnittes schnell vorangetrieben werden. Am 8. 5. besuchten die oberen Klassen der Deutschen Schule das Schiff. Das Interesse der Schüler war dabei so rege, daß man für den Besuch des Schiffes im Juni die Vorführung des Filmes „Kurs Indischer Ozean“ in der Deutschen Schule Las Palmas sowie einen offenen Filmabend an Bord für die Deutsche Kolonie von Gran Canaria versprach.

#### 4.1.2. *Fahrabschnitt 5: Las Palmas (1) – Las Palmas (2)* Fahrtleiter H. CLOSS

Hafenaufenthalt in Santa Cruz de Tenerife „Meteor“ verließ am 9. 5. den Hafen von Las Palmas und lief zur vorgesehenen Zeit am 9. 5. um 10 Uhr 36 Min. in Santa Cruz de Tenerife ein. Zum Empfang hatten sich außer dem deutschen Konsul der Rektor der Universität La Laguna, der Leiter des Ozeanographischen Institutes in Tenerife, ein Vertreter des Bürgermeisters der Stadt und andere Persönlichkeiten eingefunden.

Für die Mehrzahl der Wissenschaftler und Schiffsbesatzung wurde eine ausgedehnte Exkursion in das Innere der Insel durchgeführt, während 6 Wissenschaftler und Vertreter der Schiffsführung der Universität einen Besuch abstatteten. Nach einer Einführung durch den Rektor der Hochschule, Herrn Prof. A. GONZALEZ, hielten der Fahrtleiter für den zurückliegenden und der Fahrtleiter für den kommenden Fahrabschnitt kurze Vorträge. G. HEMPEL umriß die Arbeitsergebnisse der Reise zur Großen Meteor-Bank, H. CLOSS gab einen Überblick über die Arbeitsmethoden der marinen Geophysik sowie über die Probleme und Arbeitspläne der kommenden Fahrt. Die Auf- führung der spanischen Fassung des Filmes über die Expedition der „Meteor“ in den Indischen Ozean war der Höhepunkt der Veranstaltung. Anschließend begab man sich zu einem Empfang beim Gouverneur der Provinz, Herrn M. N. GARCIA, und dem Präsidenten der Inselverwaltung, Herrn J. M. G. BELLO.

Am 10. 5. wurde „Meteor“ unter Führung des Leiters der deutschen Schule in Tenerife und einiger Lehrer von ca. 50 Schülern besichtigt.

In Santa Cruz de Tenerife wurde eine Gruppe eingeschiffet, welche im Laufe des ersten Teiles des Fahrabschnittes 5 für das spanische Fernsehen einen Filmbericht über die Arbeit auf „Meteor“ aufnahm.

*Arbeitsabschnitt 1: 10. bis 18. 5. 1967*

Am 10. 5. um 16 Uhr verließ „Meteor“ zusammen mit „Tofiño“ den Hafen von Santa Cruz zu den Arbeiten im Seegebiet der östlichen Kanarischen Inseln und vor der afrikanischen Küste. Die Anfahrt zur ersten Position für Refraktionsseismik wurde schon für geophysikalische Messungen ausgenutzt.

Die gemeinsamen Operationen mit „Tofiño“ liefen programmgemäß. Am 11., 12., 14. und 16. 5. wurde jeweils den ganzen Tag refraktionsseismisch gearbeitet. In der übrigen Zeit wurden Profile gefahren für Gravimetrie, Magnetik und Pneuflex.

Ganz allgemein war die See viel weniger ruhig als dies vorher erwartet worden war. Infolge der großen morphologischen Erhebungen der Inseln ergaben sich bei den vorwiegenden N- und NO-Winden in den Seestraßen zwischen den Inseln Verstärkungen der Windgeschwindigkeiten, die die seismischen Arbeiten wegen der entsprechend rauhen See behinderten. Dieser Umstand erzwang mehrfach Änderungen des ursprünglich vorgesehenen Programmes.

Am 18. 5. wurde der Hafen von Puerto del Rosario (Fuerteventura) angelaufen, weil eine vulkanologisch-geologische Exkursion mit spanischen Dienststellen verabredet worden war und die seismische Apparatur der englischen Gruppe Defekte zeigte, so daß ein Techniker aus England für die Instandsetzung der Apparatur angefordert werden mußte. Eine mehrstündige Rundfahrt in das nördliche Vulkan- und Küstengebiet bei Corralejo sowie in die großartige und teilweise recht fruchtbare Vulkanlandschaft Betancuria vermittelte einen tiefen Eindruck von der besonderen Mannigfaltigkeit vulkanischer Formen und Gesteine.

*Arbeitsabschnitt 2: 18. bis 28. 5. 1967*

Am Abend desselben Tages begann „Meteor“ die weitere Fahrt für Vermessung, Gravimetrie, Magnetik und Pneuflex. Während diese Arbeiten durch die bereits erwähnten ungünstigen Wind- und Seegangsverhältnisse kaum beeinträchtigt waren, konnten die seismischen Arbeiten am 20., 22. und 24. 5. nur unter Schwierigkeiten durchgeführt werden. So mußte z. B. ein sprengseismisches Profil westlich Hierro verlegt werden, damit „Meteor“ im Windschatten der Insel Palma gute Registrierbedingungen hatte. Insbesondere seien hier Besatzung und Sprenggruppe der „Tofiño“ erwähnt, deren Arbeit bei Windstärken bis 8 Bft besonders schwierig war.

Die ozeanographische Arbeitsgruppe, die in der Straße zwischen den Inseln Gran Canaria und Tenerife Strömungsmessungen durchführen wollte, mußte aus witterungsbedingten Gründen ein Ausweichprogramm entwerfen (s. 4.2.3., Bericht Physikalische Ozeanographie).

Die Zeit vom 25. 5. bis zum 27. 5. diente zum Ab-

laufen von Profilen für Vermessung, Gravimetrie, Magnetometrie und Pneuflex. Damit entstanden zusammen mit den vorher gefahrenen Routen mehrere Profilschnitte von mehr als 150 Meilen Länge vom afrikanischen Schelf über die östlichen Kanarischen Inseln in den Bereich tieferen Wassers. Die Rückfahrt nach Las Palmas wurde auf einer Linie so angelegt, daß vier vorher schon vermessene Profile geschnitten wurden. Dadurch ergab sich ein weiteres Teilstück des nach Möglichkeit in Polygonnetzen angeordneten Systems von Meßrouten.

Alle Meßprofile zusammengenommen ist ein an der afrikanischen Küste beginnender Streifen auf 2300 sm vermessen worden, der sich in nordsüdlicher Breite über fast 2 Grade und über 5 Längengrade in ostwestlicher Richtung erstreckt.

*Hafenaufenthalt in Las Palmas*

Der Hafenaufenthalt am 28. 5. in Las Palmas mußte auf ein Minimum beschränkt werden, da es für den Arbeitsabschnitt 3 noch eine Fülle von Einzelprojekten zu erledigen gab. Es wurden Gastforscher aus- und eingeschifft. Wir nahmen Abschied von dem Kommandanten der „Tofiño“ und seiner Mannschaft, die maßgebend zum Gelingen der Arbeiten der ersten beiden Teilabschnitte beigetragen haben. An die Stelle von „Tofiño“ sollte nun „Castor“ treten.

*Arbeitsabschnitt 3: 28. 5. bis 11. 6. 1967*

„Meteor“ traf gegen 18 Uhr an der Südspitze von Tenerife mit „Castor“ zusammen. Gemeinsam wurde die Fahrt zur Großen Meteor-Bank angetreten.

Als Anfahrt zum neuen Arbeitsschwerpunkt wurde eine südliche Route, vorbei an der Südspitze von Gomera und durch den südlichen Teil des Meeresgebietes zwischen Palma und Hierro gewählt, um in Kombination mit der Meßroute Große Meteor-Bank-Gran Canaria und der Rückreise von der kommenden Meßfahrt für Gravimetrie, Magnetik, Pneuflex und Echolotung einen breiten Streifen als Verbindung zwischen dem Raum Meteor-Bank und Kanarischen Inseln herzustellen.

Im übrigen wurde die Anfahrtszeit zum neuen Arbeitsgebiet dazu benutzt, eine Liste der Prioritäten aufzustellen und in Zusammenarbeit mit allen Wissenschaftlern verschiedene Varianten des Arbeitsprogrammes auszuarbeiten. Eine der wesentlichsten Schwierigkeiten der Aufstellung dieses Programmes war, daß sich die wichtigsten Wünsche der Wissenschaftler auf die Bereiche außerhalb der Reichweite der zentralen Radarboje erstreckten, die auf der Großen Meteor-Bank verankert war. Sie benötigten alle Loran-Ortung. Nennenswerte Reserven an Arbeitszeit standen auch hier so gut wie gar nicht zur Verfügung.

Das Auswechseln der beschädigten zentralen Radarboje (am 31. 5. mittags) und das Aufnehmen der

Strommesser, die während des vorhergehenden Fahrtabschnittes dort verankert worden waren, verlief glatt und in sehr kurzer Zeit.

Ein Beispiel, wie sehr die Ausrüstung von „Meteor“ Arbeitskombinationen zuläßt, waren die Operationen von „Castor“ und V-Boot während dieser Zeit. Sie wickelten ein spezielles Refraktionsprogramm im Bereich des Kuppenzentrums ab. Während „Meteor“ von Strommesserboje zu Strommesserboje fuhr, wurden nicht nur genaue Positionen zur Zentralboje genommen, sondern die beiden ebenfalls laufenden Boote wurden mit Radar von „Meteor“ aus so gepeilt, daß eine ausreichende Ortsbestimmung für die Refraktionsmessungen gegeben war.

Die Schiffsleitung von „Castor“ hatte sich bereitgefunden, in den Nachtstunden und der nicht für Refraktion benötigten Zeit eine Spezialvermessung der Flanke der Meteor-Bank vorzunehmen.

Am Mittag des 1. 6., als die endgültige Entscheidung über die Durchführung der refraktionsseismischen Messungen auf einem von der Großen Meteor-Bank ausgehenden NO-Profil gefällt werden mußte, herrschte wie bisher NO um 4 und der Fortbestand der mäßigen O-NO-Windlage schien sehr wahrscheinlich. Nach dem Aussetzen der freischwimmenden seismischen Bojen des Imperial College begann jedoch der Wind aufzufrischen, und in der Nacht beim Aussetzen der seismischen Bojen des Instituts für die Physik des Erdkörpers, Hamburg, war die See rauh und Böen erreichten Windstärken 6 und mehr. So mußte das seismische Profil am 2. 6. bei starken Winden mit Windseen und Dünung aus NO, die 3 m und mehr an Höhe erreichte, durchgeführt werden. Dies war eine harte Bewährungsprobe für alle eingesetzten seismischen Apparaturen und die von „Castor“ aus operierende Sprenggruppe. Die in Kombination mit der Refraktionsseismik vorgenommenen Reflexionsmessungen am Vormittag des 2. 6. verliefen wie vorgesehen. Am 3. 6. wurden die seismischen Bojen wieder aufgenommen. Eine der frei treibenden Bojen des Imperial College konnte trotz längerer Suche nicht wiedergefunden werden.

Da bei den bisherigen seismischen Arbeiten im Arbeitsabschnitt 2 weniger Sprengstoff verbraucht worden war als ursprünglich vorgesehen, wurde eine Programmänderung vorgenommen. Auf Grund der Ergebnisse der Vermessung der Topographie des Gebietes der Großen Meteor-Bank in Kombination mit vorliegenden Auswertungen von Pneuflex-Messungen konnte ein weiteres Refraktionsprofil zur Erfassung tiefer Diskontinuitäten westlich der Großen Meteor-Bank nahe ihrem Fuß in tieferem Wasser geplant werden.

An den folgenden Tagen verliefen die Arbeiten im SW der Großen Meteor-Bank und in ihrem Vorfeld planmäßig. Eine neue, kleine Kuppe wurde entdeckt. Am 7. 6. um 07 Uhr begann die Verankerung einer

Strommesserkerette über der Tiefsee im Norden der Bank. Anschließend konnte senkrecht zum großen NO-Profil ein seismischer Schnitt gelegt werden, bei dem in 106 Minuten mit nur 75 kg Sprengstoff unter Verwendung von Schüssen in Wassertiefen von 30 bis 45 m und einer Fahrtstufe des Sprengbootes von 10 kn tiefe Diskontinuitäten der ozeanischen Kruste erreicht wurden. Die verbleibende Zeitspanne wurde für ein die Meteor-Kuppe überquerendes Pneuflex-Profil benutzt, von dem ein erheblicher Teil etwa im Bereich des ersten großen refraktionsseismischen Profils im NO der Kuppe verläuft.

Um 06 Uhr morgens am 8. 6. trat „Meteor“ die Rückreise nach Las Palmas an. Der gesamte Rückweg wurde vor allem für Gravimetrie und Magnetik ausgenutzt, so daß damit ein etwa 100 sm langer Streifen von der afrikanischen Küste in den Atlantik hinein gravimetrisch, magnetisch, topographisch und teilweise seismisch erkundet worden ist. Insgesamt sind ungefähr 1400 sm Vermessungslinien im Bereich der Großen Meteor-Bank durch „Meteor“ abgelaufen worden, hinzu kommen 1400 sm, die ebenfalls ausgenutzt wurden für die Strecken Las Palmas–Große Meteor-Bank–Las Palmas. „Meteor“ machte am 11. 6. kurz vor 07 Uhr im Hafen von Las Palmas fest.

#### 4.1.3. *Fahrtabschnitt 6: Las Palmas (2)–Funchal* Fahrtleiter G. HEMPEL

##### Hafenaufenthalt in Las Palmas (2)

Der Hafenaufenthalt in Las Palmas vom 11. bis 13. 6. diente vor allem dem Wechsel des wissenschaftlichen Personals und der Umrüstung der Labors. Die geophysikalischen Arbeitsgruppen verließen das Schiff; zurück blieb nur eine kleine Gruppe zur Arbeit mit Pneuflex, Bathysonde und Strommessern, sowie für die topographische Vermessung der Josephine-Bank. Zwanzig Biologen und Geologen, unter ihnen Wissenschaftler aus Spanien, Portugal und Norwegen nahmen die Plätze der Geophysiker ein.

Als Abschluß und als Dank für die Zusammenarbeit mit den Offizieren der spanischen Vermessungsschiffe „Tofiño“ und „Castor“ gaben wir ein Essen im Nautischen Club in Las Palmas. Von der Deutschen Schule und der deutschen Kolonie in Las Palmas verabschiedeten wir uns mit Vorführungen des „Meteor“-Filmes „Kurs Indischer Ozean“. Um Mitternacht des 13. 6. machte dann das Schiff Leinen los und wenige Stunden später war die erste Untersuchungsstation erreicht.

Hauptelemente des 6. Fahrtabschnittes waren die bodenzoologischen und geologischen Arbeiten auf der Josephine-Bank und ihrer Umgebung, ferner – in kleinerem Umfang – die Untersuchungen auf dem marokkanischen und portugiesischen Schelf und die biologischen Arbeiten im offenen Ozean während der Marschfahrten.

Zeitlich gliederte sich die Reise in sechs Teile, die im folgenden kurz skizziert werden.

*Arbeitsabschnitt 1: 14. bis 18. 6. 1967*

Anreise zum marokkanischen Schelf. Lotkerne und Greiferproben wurden für Prof. MÜLLER, Heidelberg, mit geologischen und biologischen Arbeiten gewonnen und dabei Pinger, Kolbenlot, Schwerelot und Bodengreifer erprobt. In Ergänzung zu den seismischen Profilen des Fahrtabschnittes 5 wurde mit dem Pneuflex-System gearbeitet, insbesondere im Bereich der Concepción Bank. Bei einer auf 6 Knoten reduzierten Marschgeschwindigkeit waren Fänge mit dem Wechselbecher-Hai, dem Isaacs-Kidd-Midwater-Trawl (IKMT) und dem Neuston-Netz sowie reflexionsseismische Arbeiten über der Tiefsee en route möglich. Meist konnten eines der pelagisch fischenden Geräte und das Pneuflex-System gleichzeitig eingesetzt werden, ohne daß sie sich allzusehr gegenseitig störten oder gefährdeten. Über großen Tiefen beeinträchtigten allerdings Hai und IKMT beim Aussetzen und Hieven zeitweilig die Aufzeichnungen der Air Gun.

*Arbeitsabschnitt 2: 18. bis 20. 6. 1967*

Biologische Arbeiten auf dem marokkanischen Schelf. Bei anfangs starken Winden um 7 Bft arbeitete „Meteor“ entlang der Küste von Süden nach Norden. Die biologischen Arbeiten auf dem Festlandssockel waren nur ein kleiner, aber in sich geschlossener Rest des ursprünglich umfangreichen Planes, der einen Vergleich der Fauna der tieferen Teile des Schelfes mit der Besiedlung der Kuppen in gleichen Tiefenzonen vorsah. Der Wunsch, in verschiedenen Tiefenstufen zu fischen, ließ sich auf Grund der ungünstigen Bodenverhältnisse nur in geringem Maße verwirklichen, die Auswahl der Fischereistationen erfolgte nach der recht zuverlässigen französischen Fischereikarte. Die Fischerei mit dem Kutter- und Agassiztrawl lieferte z. T. reiche Fischfänge. Erstmals in diesen Breiten wurde das Beyer-Schlittennetz zum Fang des bodennahen Planktons eingesetzt. Um die Larven von Bodentieren zu erfassen, wurde mit Nansen-Schließnetzen gearbeitet; Lichtfallenfänge lieferten nur geringe Beute. In Ergänzung zu den sediment-geologischen Untersuchungen der Reise 8 konnte mit dem D-Gerät die Verteilung der Trübe dicht über dem Meeresboden registriert werden.

Am 17. 6. war das Kugellager der Tiefseewinde (Winde 10) beim ersten Aussetzen des IKMT zerbrochen. Am folgenden Tage gelang es dem Maschinenpersonal in mühseliger und umsichtiger Arbeit, diesen Schaden mit Bordmitteln zu beheben, so daß sich ein Anlaufen von Casablanca als Reparaturhafen erübrigte. Im weiteren Verlauf der Reise verdankten wir es dem ständigen Bemühen des Ltd. Ingenieurs und seinen Technikern, die Tiefseewinde, die auf dieser Reise für die geologische Probenentnahme und die Fischerei mit pelagischen Geräten tagelang fast ununterbrochen beansprucht wurde, stets einsatzfähig zu

halten. Alle anderen auf dieser Fahrt benötigten Einrichtungen und Geräte des Schiffes arbeiteten ohne jeden Ausfall.

*Arbeitsabschnitt 3: 20. bis 22. 6. 1967*

Diesen Abschnitt bildete die Fahrt vom marokkanischen zum portugiesischen Schelf bei Kap Vincente. Der Weg deckte sich annähernd mit einem Profil der Reise 8. Wie schon damals wurde mit der Bathysonde auf ausgewählten Stationen die Tiefenlage, Feinstruktur und Ausbreitung des über die Schwelle der Straße von Gibraltar in den Atlantik austretenden Mittelmeerwassers untersucht. Diesmal wurden Messungen mit der Bathysonde durch gezielte Schließnetzfüge ergänzt, die die typische Mittelmeerfauna erfassen sollten. Auch auf späteren Stationen leistete die Bathysonde den Biologen eine große Hilfe durch ihre genauen Angaben über die Tiefenlage des Mittelmeerwassers. Auf dem gleichen Schnitt wurde bei Tage mit IKMT und Wechselbecher-Hai die Besiedlung der einzelnen Blätter der Tiefenstreuung untersucht. Mit dem Neuston-Netz konnte die Besiedlung der Wasseroberfläche in kühlen Auftriebsgebieten erfasst und mit den Verhältnissen im offenen Ozean verglichen werden.

Die Arbeiten auf dem portugiesischen Schelf nördlich Kap San Vincente am 22. 6. wurden durch Küstennebel, unreinen Grund und starken Schiffsverkehr beeinträchtigt. Nur bei einem Hol war die Ausbeute an Fischen gut. Der Einsatz des Beyer-Schlittennetzes auf mehreren Tiefenstufen war erfolgreich.

*Arbeitsabschnitt 4: 22. bis 25. 6. 1967*

Fahrt zur Josephine-Bank. Am 23. 6. frühmorgens wurde auf der Position der Dauerstation der Reise 8 mit Bathysonde und Nansen-Schließnetz gearbeitet. Für Untersuchungen auf der Gettysburg- und Goringe-Bank stand nur wenig Zeit zur Verfügung. Sie wurde genutzt für eine topographische und reflexionsseismische Vermessung auf der Längsachse der Bänke und für Bathythermographen-Profile an den Hängen. Die biologischen Arbeiten beschränkten sich auf das – wenig erfolgreiche – Dreschen nach Großalgen auf dem Flach der Bänke, Transparenzmessungen mit der Secchi-Scheibe, die eine gegenüber der offenen See verringerte Sichttiefe über der Bank ergaben, und je einen lohnenden Einsatz von Agassiz-Trawl und Beyer-Schlittennetz. Südlich der Gettysburg-Bank sollte für E. SEIBOLD ein längerer Kastenlotkern aus der Tiefsee gewonnen werden. Leider verbog das Lot im zähen Schlamm, ähnliche Schwierigkeiten traten später beim Einsatz des Kolbenlotes in der Umgebung der Josephine-Bank mehrfach auf, da das stark verfestigte, geschichtete Sediment dem eindringenden Lot großen Widerstand entgegensetzte.

*Arbeitsabschnitt 5: 25. 6. bis 4. 7. 1967*

Die Arbeiten auf der Josephine-Bank begannen mit der Verankerung einer Radarboje auf dem Südteil der Bank. Während der folgenden 24 Stunden wurde die Bank auf einem N-S- und mehreren O-W-Profilen systematisch topographisch und reflexionsseismisch vermessen. Auf eine eingehende Vermessung der nördlich gelegenen, neu entdeckten Nebenbank mußte leider verzichtet werden. Bei der ersten über 160 m sich erstreckenden Vermessung wurde die nach NNW gerichtete Hauptachse der Josephine-Bank erfaßt und eine Umrisskarte gezeichnet, die für die weiteren geologischen und biologischen Untersuchungen äußerst nützlich war. Zur Verbesserung dieser Karte wurden auch später zwischen die biologischen und geologischen Arbeiten weitere kurze topographische und seismische Vermessungsschnitte eingelegt.

Über die allgemeinen topographischen Angaben hinaus lieferte die Vermessung durch den Einsatz des Pneuflex einen Überblick über die Verteilung von anstehendem basaltischem Material und Lockergesteinen auf der Kuppe. Damit konnten den Geologen Anhaltspunkte für den Einsatz des Kolbenlots in der Umgebung der Bank, insbesondere in den westlichen und östlichen Randsenken, geboten werden.

An die Vermessung schloß sich ein biologisch-geologisches Programm an, bei dem die Biologen jeweils vorzugsweise auf dem Flach der Bank, die Geologen an den steilen Hängen und in der angrenzenden Tiefsee arbeiteten. Für die Stationen auf der Bank ergab sich folgende Arbeitsfolge: 1. Etwa halbstündige Fernsehaufnahme (kombiniert mit Farbfotografie) des Bodens. Auf diese Weise gewannen wir einen guten Einblick in die Oberflächenbeschaffenheit mit ihrem Wechsel von anstehendem basaltischen und biogenen Gestein und in die Besiedlung im Bereich der Untersuchungsstation. 2. Mehrfacher Einsatz des Kastengreifers, infolge des unreinen, oft harten und steinigen Grundes war die Zahl der befriedigenden Proben aus dem Kastengreifer beschränkter als erhofft. 3. Mehrere Proben mit dem van Veen-Backengreifer, der befriedigende Resultate lieferte. 4. Schleppzug mit der Kettensackdredsch mit stark wechselndem Erfolg. 5. Einsatz des Agassiz-Trawl; während der Arbeiten auf der Josephine-Bank wurden die Trawls häufig beschädigt. 6. Halbstundenhol mit dem Beyer-Schlittennetz, das sich auch auf unreinem Grund gut bewährte.

Am 28. und 29. 6. lag „Meteor“ auf einer Dauerstation über ca. 2000 m Wassertiefe am NW-Rande der Josephine-Bank. Wegen des unreinen Grundes wurde nicht geankert, sondern am Draht manövriert. Dieses Verfahren war für die Biologen voll befriedigend – zumal auf diese Weise die Winde 10 nicht durch den Anker blockiert war. Unvermeidlich aber war, daß mehrfach aufgedampft werden mußte, was die Kontinuität der Strommessungen störte. Haupt-

aufgabe der Dauerstation war der regelmäßige Einsatz des Wechselbechernetzes, das alle drei Stunden 2 Stufenfänge bis in 900 m und 200 m Tiefe machte. Auch sollten wiederholt Bodengreiferproben genommen werden, um die Variabilität der Resultate zu erfassen. Weiter wurden das Nansen-Schließnetz und das Lichtmeßgerät eingesetzt und mit dem Unterwasser-Fernsehen Beobachtungen über Planktonansammlungen angestellt. Als Ergänzung zum biologischen Programm der Dauerstation und Erweiterung der früheren Beobachtungen über die Ausbreitung des Mittelmeerwassers wurde viermal die Bathysonde gefahren.

Nach der Dauerstation wurden die geologischen Arbeiten intensiviert. Dabei wurde die Sedimentverteilung auf einem NS-Profil und drei OW-Schnitten, die jeweils die Kuppe bis zu ihrer Fußregion querten, erfaßt. Nach einigen Fehlschlägen gelang es, mit der Tonnendredsch erfolgreich am Steilhang der Kuppe zu operieren und große Gesteinsbrocken mit Bewuchs zu gewinnen. Das Kolbenlot wurde mehrfach eingesetzt.

Die Arbeiten auf der Josephine-Bank waren vom Wetter sehr begünstigt. Dieser Tatsache sowie dem umsichtigen Einsatz von Schiffsführung, Mannschaft und eingeschifften Wissenschaftlern und Technikern ist es zu verdanken, daß ein großes Programm trotz Beschneidung in der zur Verfügung stehenden Zeit durchgeführt werden konnte. Benthos-Biologen und Geologen fanden immer Wege zu zeitsparender Zusammenarbeit, indem sie sich in Bodengreifer und Dredsch-Proben sinnvoll teilten oder ihre Sammelgeräte kombinierten, z. B. wurden den Trawls Zylinderdredsch zur Gewinnung von Sedimentproben angehängt. Auf diese Weise erhielten die Geologen aus den biologischen Aufsammlungen genügend Bodenmaterial zur Kartierung der Bodenbedeckung des Plateaus der Bank. Umgekehrt war es den Geologen vorbehalten, am Abhang der Kuppen mit schweren Dredsch Steine zu sammeln, deren Aufwuchs von den Biologen analysiert wurde.

*Arbeitsabschnitt 6: 4. bis 6. 7. 1967*

Fahrt nach Madeira. Nach Aufnahme der Radarboje am 4. 7. morgens, einer letzten Fernsehbeobachtung und schließlich drei Kolbenlotstationen begann nachmittags die Marschfahrt nach Madeira. Bei Tage wurden dabei das IKMT und Wechselbechernetz in der Tiefe der Echostreuschicht gefahren und mehrmals tags und nachts Serienfänge mit dem Neuston-Netz gewonnen, nur ab 5. 7. abends mußte das Programm stark eingeschränkt werden, um am 6. 7. planmäßig um 16 Uhr in Funchal einlaufen zu können. Bei einer Abschlußbesprechung am 7. 7. wurde die Fahrtleitung an W. SCHOTT übergeben.

#### 4.1.4. *Fahrtabschnitt 7: Funchal-Hamburg*

Fahrtleiter W. SCHOTT

##### Hafenaufenthalt Funchal/Madeira

Vom 6. 7., 16 Uhr bis 10. 7., 09 Uhr hatte „Meteor“ an der Innenmole des Hafens von Funchal festgemacht. Dieser Aufenthalt war für die Wissenschaftler, die während des folgenden 7. Abschnittes biologische und geologische Untersuchungen auf der Kuppe „Große Meteor-Bank“ vorzunehmen hatten, sehr aufschlußreich. Hier auf Madeira bot sich die Gelegenheit, einen kleinen Einblick zu gewinnen in eine „Kuppe“, deren Kern heute noch als Insel aus dem Meere herausragt, was bei verschiedenen untermeerischen Kuppen in früher geologischer Zeit auch der Fall gewesen sein soll.

Die Geologen nutzten die Zeit, sich einen Überblick zu verschaffen über die äußerst vielseitige Ausbildung der vulkanischen Gesteine. Zum Teil gut geschichtete Tuff-, Aschen- und Schlackenmassen sowie Lavaströme sind am Aufbau der Insel beteiligt. Sie sind Zeugen verschieden alter Eruptionsperioden und -herde. Eine solche Vielfalt an Gesteinen werden auch die untermeerischen Kuppen haben können, deren Kerne aus vulkanischem Material bestehen wie die der Josephine-Bank und Großen Meteor-Bank. Für vergleichende Zwecke wurden außerdem auf der Halbinsel São Lorenzo im Ostteil von Madeira Küstensande mit eingeschwemmten miozänen Landschnecken gesammelt, die in verschiedenen Höhen oberhalb des heutigen Meeresspiegels anstehen.

Die Biologen konnten kurz vor der Abfahrt der „Meteor“ noch das Abspecken von Pottwalen auf der Walfang-Station bei Canical miterleben.

Der Aufenthalt der „Meteor“ in Funchal und ihre Tätigkeit auf See haben überall auf Madeira bei Behörden und Bevölkerung ein gutes Echo gefunden. Dazu haben wesentlich beigetragen das Deutsche Konsulat und Herr Dr. G. E. MAUL vom dortigen naturhistorischen Museum, der als Biologe an dem 6. Fahrtabschnitt teilgenommen hatte. Anlässlich eines Empfanges an Bord der „Meteor“ berichtete der Fahrtleiter an Hand des Films „Kurs Indischer Ozean“ über Arbeiten der „Meteor“ auf See. Die spanische Fassung dieses Films wurde später in einem Kino vorgeführt.

„Meteor“ verließ Funchal am 10. 7. um 09 Uhr und nahm Kurs auf die Große Meteor-Bank. Dieser siebente und letzte Fahrtabschnitt sollte in der Hauptsache der biologischen und der geologischen Bearbeitung der Meteor-Kuppe dienen.

##### *Arbeitsabschnitt 1: 10. bis 14. 7. 1967*

Die Zeit für diesen Abschnitt, auf dem vor allem Plankton- und Neuston-Untersuchungen vorgenommen werden sollten, war genau begrenzt. Am 14. 7. mußte „Meteor“ spätestens um 08 Uhr auf der Position sein, wo während des Fahrtabschnittes 5 die Strommesserkette ausgelegt worden war. Auf Grund

dieser Daten war ein biologisches Zeitprogramm für diesen Teil erarbeitet worden, das nicht nur erfüllt, sondern sogar ergänzt werden konnte.

Die biologischen Fänge erlaubten keine volle Fahrtgeschwindigkeit. Deshalb wurde gleichzeitig eine Pneuflex-Vermessung der jungen Sedimente vorgenommen. Auf diese Weise konnte bis auf einige Unterbrechungen ein Profil von Madeira durch das nördliche Kapverdische Becken bis zur Großen Meteor-Bank gelegt werden. Um einen evtl. Einfluß der Kuppen auf die Sedimentation der heutigen Meeresablagerungen in den großen Tiefen des nördlichen Kapverdischen Beckens erfassen zu können, wurde 185 m ENE von der Meteor-Bank aus einer Tiefe von 5370 m ein Sedimentkern gezogen. Eine hydrographische 2000 m-Serie lieferte Wasserproben aus verschiedenen Tiefen für C<sup>14</sup>-Bestimmungen durch das Physikalische Institut in Heidelberg. Bei der Bergung der Strommesserkette, am 14. 7., 09 Uhr, gingen durch den Bruch des 6 mm-Ankerdrahtes 4 von 6 Strommessern verloren.

##### *Arbeitsabschnitt 2: 14. bis 27. 7. 1967*

Schwerpunkt der Arbeiten des 7. Abschnittes war die Untersuchung der Großen Meteor-Bank und ihrer nächsten Umgebung. Sie begann am 14. 7. um 14 Uhr mit der Station 9145 und endete am 27. 7. um 00 Uhr mit der Station 9193.

Von den 49 Stationen liegen 22 Stationen auf dem Plateau der Kuppe mit Meerestiefen weniger als 400 m, 11 am Abhang in Tiefen zwischen 400 und 2000 m und 16 Stationen in der Tiefsee in der nächsten Nachbarschaft der Meteor-Kuppe mit Meerestiefen zwischen 2000 und 4730 m. Die Stationen auf dem Plateau und am Abhang der Kuppe dienten biologischen und geologischen Untersuchungen, die in der Tiefsee waren für die geologischen Arbeiten notwendig. Da im Bereich der Kuppe (Plateau und Abhang) von den Geologen und den Biologen, die das Benthos untersuchten, fast stets dieselben Geräte benutzt worden waren, wurde die Sammlung des Materials hier gemeinsam durchgeführt. Dadurch wurde sehr viel Zeit gespart und infolgedessen konnte das Stationsnetz wesentlich verdichtet werden. Zwischen den Stationen auf der Kuppe wurden Agassiz-Trawl, Kuttertrawl und Beyer-Schlittennetz eingesetzt sowie Fänge mit dem Neustonnetz, dem Hai-Wechselbecher und dem Nansen-Netz vorgenommen.

Bei der genauen Festlegung der Stationspositionen für die Entnahme von Sedimentkernen aus der Tiefsee wurden stets die Ergebnisse der reflexionsseismischen Vermessung der jungen Sedimente mit Hilfe des Pneuflex-Systems benutzt.

Neben der biologischen Dauerstation (25 1/2 Std.) am NW-Hang der Kuppe (Station 9168, 2700–3100 m Wassertiefe) und einem dichten Stationsnetz auf dem Kuppenplateau wurden 4 längere Profile über den ge-



samten Kuppenbereich, und zwar in Richtung N-S, E-W, NE-SW und NW-SE gelegt. Die Wetterbedingungen waren während der ganzen Zeit ab Madeira gut.

#### *Arbeitsabschnitt 3: 27. 7. bis 5. 8. 1967*

Auf der Heimreise wurde ab Große Meteor-Bank bis etwa Einfahrt Kanal kontinuierlich die Totalintensität des erdmagnetischen Feldes wie schon auf der Ausreise des 3. Fahrtabschnittes gemessen. Die Route der Heimreise lag 30 Seemeilen westlich, parallel zum Weg der Ausreise.

Von den anderen Arbeitsgruppen wurde die Zeit für ergänzende Untersuchungen an dem gesammelten Material und zum Einpacken sowie zur Säuberung und Konservierung der auf der Fahrt benutzten Geräte verwandt. Die Rückreise verlief, durch gutes Wetter begünstigt, programmgemäß. Am Freitag, dem 4. 8., ging „Meteor“ um 19 Uhr 30 Min. für die Nacht bei Pagensand/Untereibe vor Anker. Sie machte am 5. 8. um 10 Uhr 35 Min. am Kirchenpauerkai fest.

## 4.2 *Berichte der Arbeitsgruppen*

### 4.2.1. *Topographie und Morphologie*

Bericht J. ULRICH

(Hierzu Abb. 8, 9, 10, 13 und Kartenbeilage)

Die topographisch-morphologischen Arbeiten während der Fahrtabschnitte 4-7 konzentrierten sich auf zwei Untersuchungsgebiete, die Große Meteor-Bank, die zum ersten Male mit engabständigen Schiffskursen gründlich vermessen werden konnte und das Seegebiet um die Kanarischen Inseln bis zum westafrikanischen Schelf, wo im Rahmen der geophysikalischen Arbeitsprogramme zahlreiche Lotprofile gefahren wurden. Außerdem konnten während der Fahrt sämtliche Registrierungen des Schelfrandlotes eine erste Auswertung hinsichtlich ihrer topographischen Besonderheiten erfahren.

#### 4.2.1.1. *Instrumentelle Erfahrungen*

Die topographischen Vermessungsarbeiten im Gebiet der Großen Meteor-Bank haben wiederum gezeigt, daß „Meteor“ in der Schelfrandlot-Anlage (Abb. 13) ein hervorragendes Instrument zur exakten Erfassung steiler Abhänge am Rand und am Steilabfall submariner Kuppen besitzt. Nur an wenigen Stellen wurden trotz der extremen Schallstrahlbündelung Seitenechos sichtbar, die den Beweis dafür abgeben, daß es sich hier um irregulär steile Hänge in unmittelbarer Nähe des Lotortes handelt. Die Anlage hat immer zuverlässig gearbeitet. Kleinere Reparaturen konnten in kurzer Zeit mit Bordmitteln behoben werden. Da das Schelfrandlot bei größeren Meerestiefen (über 3000 m) Hangneigungen von über 10° bereits nichts mehr erfaßt, wurde zeitweilig das Vertikallot der Sonar-Anlage als Mutterlot benutzt.

Auf diese Weise war es mit Hilfe einer geringeren Frequenz (15 kHz) und einem größeren Öffnungswinkel (12°) möglich, auch steilere Hänge kleinerer Tiefseehügel deutlich zu registrieren. Mit Bordmitteln konnten Kalibrierung und Zeitmarkengeber in die Vertikalanlage des Sonargerätes eingebaut werden.

Die topographischen Untersuchungen wurden auf drei Besuchen der Großen Meteor-Bank (9. 4.-2. 5.; 1. 6.-8. 6.; 14. 7.-27. 7.) durchgeführt. Da weder die astronomischen noch die funknavigatorischen Methoden der Ortsbestimmung in diesem Gebiet für eine möglichst genaue Lokalisierung engabständiger Vermessungskurse ausreichten, wurde mit Hilfe einer speziellen Navigations-Radarboje ein zusätzliches Bezugssystem aufgebaut, das sich voll bewährt hat. Einzelheiten siehe Abschnitt 4.2.2. Navigation. Mit Hilfe dieser Navigationsverfahren wurden die in Abb. 8 enthaltenen Kurse festgelegt.

#### 4.2.1.2. *Topographische Vermessungsergebnisse im Gebiet der Großen Meteor-Bank*

Ziel der topographisch-morphologischen Untersuchungen im Bereich der Großen Meteor-Bank war es, durch eine möglichst engabständige Vermessung die genaue Lage, Ausdehnung und Form dieser submarinen Bank zu ermitteln und damit die Angaben von DIETRICH und PRATT zu ergänzen sowie eine möglichst detaillierte Tiefenkarte im größeren Maßstab zu erhalten. Außerdem sollten die topographischen Grundlagen für weitergehende morphologische Spezialuntersuchungen charakteristischer Formen, z. B. Terrassen, Hangstufen, Mulden, Einzelerhebungen am Hang der Kuppe etc. gewonnen werden.

Bereits die ersten Vermessungsarbeiten während des Fahrtabschnittes 4 brachten eine Fülle neuer Erkenntnisse. Zunächst konnte festgestellt werden, daß die bisherigen Angaben über Lage und Größe der Bank zwar generell zutreffen, daß die Topographie der Hänge aber im einzelnen weitaus differenzierter ist, als erwartet werden konnte. Die Großgliederung der Bank, bestehend aus Plateau, Steilabfall und Fußregion ist im Echogramm klar erkennbar. Die auffallend ebene Plateaufläche weist Tiefen zwischen 290 und 400 m auf, wobei ausgedehnte zentrale Teile in etwa 300 m Tiefe liegen, während sich das Plateau nach den Rändern hin allmählich absenkt, um mit einem deutlichen Gefällsknick in den rund um die Bank vorhandenen Steilabfall überzugehen. Weniger deutlich, aber dennoch erkennbar, ist der sich in Tiefen zwischen 2000 m und 3000 m vollziehende Übergang zur Fußregion der Kuppe, deren Gefälle unterhalb von 4000 m allmählich bis zur Tiefsee-Ebene hin abnimmt. Innerhalb der Großformen der Bank gibt es an vielen Stellen eine sehr starke Reliefgliederung durch kleinere Einzelformen, wie Hangstufen, terrassenähnliche Gefällsunterbrechungen, spitze Aufragungen und steile Talungen. Oft läßt sich ein unmittelbarer Zusammen-

hang dieser zumeist lokal begrenzten Kleinformen zwischen zwei benachbarten Profilen nicht ohne weiteres erkennen.

Eine besonders starke Reliefgliederung – verbunden mit einer Häufung der Hangstufen – ist in den unteren Teilen des Steilabfalles und an vielen Stellen der Fußregion zu beobachten. Im Westen und Norden der Kuppe ragen mehrere spitze Erhebungen aus dem Hang heraus, der hier durch steilwandige, schroff abfallende Talungen stark zerfurcht ist. Bei den deutlich erkennbaren – oft mehrere hundert Meter breiten – Hangstufen ist eine Häufung in etwa 450 m Tiefe zu erkennen. Sie sind nicht einheitlich ausgebildet. Weitere stufenartige Gefällsänderungen an den tieferen Abhängen sind unregelmäßig verteilt und nicht ohne weiteres miteinander in Verbindung zu bringen.

Im SW der Bank wurde während des Fahrtabschnittes 5 eine neue topographische Besonderheit entdeckt, die zu der Vermutung Anlaß gab, daß es sich hier um eine aus der Fußregion der Großen Meteor-Bank herausragende größere Einzelerhebung handelt, möglicherweise auch um eine separate Kuppenregion, die sich im SW an die Große Meteor-Bank anschließt. Es war möglich, während des 5. Fahrtabschnittes diese Region durch einige zusätzliche Profile zu untersuchen. Dabei wurden innerhalb der 4000 m-Linie der Großen Meteor-Bank zwei weitere sehr steil aufragende Tiefseekuppen gefunden. Die eine von ihnen – hier „Kleine Meteor-Bank“ genannt – erhebt sich bei  $\varphi = 29^{\circ}41'N$ ,  $\lambda = 28^{\circ}58'W$  als steile Aufragung bis zu einer Minimaltiefe von 277 m, die der Großen Meteor-Bank entspricht (Abb. 10). Auch die Kleine Meteor-Bank besitzt eine Plateaufläche, deren Rand in etwa 300 m Tiefe liegt. Ihre Hänge sind im allgemeinen steiler als die der Großen Meteor-Bank und scheinen keine Hangstufen zu besitzen. Die Satteltiefe zwischen beiden Bänken beträgt 3100 m, der Abstand der Plateauränder voneinander rund 20 sm.

Eine weitere kuppenförmige Aufragung wurde etwa 15 sm südwestlich der Kleinen Meteor-Bank bei den Vermessungsarbeiten des Fahrtabschnittes 5 entdeckt. Ihre geographische Lage kann mit  $\varphi = 29^{\circ}25'N$  und  $\lambda = 29^{\circ}08'W$  angegeben werden. Leider war es aus zeitlichen Gründen nicht mehr möglich, auch hier eine topographische Spezialvermessung durchzuführen. Nach den vorliegenden Lotprofilen ragt diese Kuppe, der hier der Name „Closs-Kuppe“\* gegeben sei, aus einer Tiefe von über 4000 m bis 973 m unter den Meeresspiegel auf. Terrassenförmige Hangstufen sind bei dieser Kuppe ebenfalls nicht erkennbar.

Die deutlich erkennbare Unruhe des Bodenreliefs in diesem Gebiet legt die Vermutung nahe, daß die steilen Erhebungen im SW der Großen Meteor-Bank einer Störungslinie angehören, die sich möglicherweise noch weiter in dieser Richtung verfolgen läßt.

\* Die Kuppe wurde nach dem Fahrtleiter des 5. Fahrtabschnittes benannt: Prof. Dr. H. CLOSS

Es sei erwähnt, daß die Ortsbestimmungen während der Vermessungsarbeiten im Gebiet der Kleinen Meteor-Bank unter Verwendung einer zweiten Radarboje erfolgten, die auf dem Plateau in 280 m Tiefe verankert wurde.

Die Lotprofile vom nördlichen Rand und Abhang der Großen Meteor-Bank haben die bereits in der Tiefenkarte von PRATT angedeutete Existenz eines spornartigen Vorsprunges, der sich in NW-Richtung erstreckt und sehr steile Flanken besitzt, bestätigt. Das besonders komplizierte Relief mit einer in NW-Richtung verlaufenden Talung konnte gut erfaßt werden.

Im SE des Plateaus der Großen Meteor-Bank wurde eine das relativ ebene Kuppenplateau um etwa 20 m überagende, kraterförmige Erhebung entdeckt und auf einigen engabständigen Kursen abgelotet. Hier wurde die geringste Tiefe der Bank mit 275 m gemessen. Der Basisdurchmesser der Aufragung beträgt 1–2 sm.

Nach einer vorläufigen groben Berechnung nimmt das Plateau der Großen Meteor-Bank eine Fläche von 1256 km<sup>2</sup> ein, die Fläche der Basis bei 4500 m beträgt 20 096 km<sup>2</sup>.

Eine topographische Randmulde, die sich – wie bei einigen anderen Tiefseekuppen – um die Fußregion der Großen Meteor-Bank herum erstrecken könnte, wurde nicht gefunden. Es konnte weiterhin festgestellt werden, daß keine Verbindung zwischen der im N gelegenen Cruiser Bank und der Großen Meteor-Bank existiert. Im Gebiet zwischen beiden Bänken wurden durchweg Tiefen von über 4400 m erlotet.

Zur Vervollständigung der nach Ergebnissen des Fahrtabschnittes 4 an Bord entworfenen Tiefenkarte der Großen Meteor-Bank sollten Lotprofile des Abschnittes 5 aus bisher noch ungenügend berücksichtigten Gebieten beitragen. Dank guter Koordinierung mit den anderen wissenschaftlichen Gruppen konnten diese topographischen Vermessungsaufgaben größtenteils erfüllt werden. Lediglich im südlichen Teil der Fußregion der Bank ist die Lotungsdichte zu gering, um die Tiefenlinie exakt festlegen zu können. Auf dem Kuppenplateau, am Plateaurand und in den oberen Regionen des Steilabfalles konnten an mehreren Stellen engabständige Lotlinien gefahren werden, die der Beantwortung spezieller Fragestellungen (Gefällsverhältnisse, Terrassen- und Talmorphologie etc.) dienen sollten. An diesen Profilmfahrten beteiligte sich das spanische Marineschiff „Castor“ mit gutem Erfolg, indem es die für den geophysikalischen Einsatz nicht benötigten Nachtstunden nutzbringend einsetzte, um nach den Wünschen der topographischen Arbeitsgruppe Lotungen auf dem Plateau und am östlichen und westlichen Plateaurand durchzuführen. Außerdem wurden längere Profilmfahrten der Arbeitsgruppe Gravimetrie und Magnetik dazu ausgenutzt, zusätzliches Material zu erhalten. Als Ergebnis sämtlicher Vermessungs-

fahrten der Reise 9 konnte nunmehr eine neue Tiefenkarte (Abb. 9) entworfen werden. Die endgültige kartographische Bearbeitung dieser Tiefenkarte erfolgte im Maßstab 1 : 250 000. Sie wurde als Sonderbeilage diesem Reisebericht hinzugefügt. Die Wiedergabe der Echolotprofile und ihre detaillierte Analyse sind in Reihe C der „Meteor“-Forschungsergebnisse vorgesehen.

Die Gesamtlänge der für die weitere wissenschaftliche Auswertung brauchbaren Lotprofile beträgt für das Gebiet der Großen Meteor-Bank rund 1800 sm (Fahrabschnitt 4 = 750 sm, Fahrabschnitt 5 = 1065 sm).

#### 4.2.1.3. Topographische Untersuchungen im Gebiet der Kanarischen Inseln

Auch während der geophysikalischen Vermessungsfahrten im Gebiet der Kanarischen Inseln wurden die Meerestiefen kontinuierlich mit dem Schelfrandlot registriert. Generell konnte festgestellt werden, daß einzelne Schelfregionen der Inseln eine größere Ausdehnung besitzen, als aus den Seekarten hervorgeht. Vor allem erstreckt sich das südwestliche Schelfgebiet von Fuerteventura wesentlich weiter nach S, als es die See- und Tiefenkarten angeben.

Die submarinen Abhänge der Inseln weisen sehr unterschiedliche Neigungsverhältnisse auf. Im ganzen gesehen besitzen sie in ihren oberen Teilen ein wesentlich größeres Gefälle (20–30°, vereinzelt über 40°) als der westafrikanische Kontinentalabhang. Randliche Senken liegen häufig am Übergang vom Steilabfall zur Fußzone.

Der westafrikanische Schelf, der über weite Strecken hin Tiefen von nur 50 bis 70 m besitzt, geht bei der 100-m-Linie mit scharfem Gefällknick in den Kontinentalabhang über. Dieser weist an vielen Stellen ein extrem gleichmäßiges Gefälle mit einem Neigungswinkel von 8° bis 10° auf. Seine Fußzone ist wesentlich ausgedehnter als die der gegenüberliegenden Inseln. Einige Echogramme zeigen unterhalb des Schelfrandes deutlich konvex geneigte Hänge.

Das Relief der Kanaren-Passage ist – wie aus den 9 Querprofilen von F. S. „Meteor“ hervorgeht – recht einförmig, besonders im Zentrum, wo die größten Tiefen im N bei etwa 1300 m, im S bei 2700 m liegen.

Südlich der Insel Hierro (im Abstand von etwa 13 sm zur Küstenlinie) wurde eine steile Einzelerhebung erlotet. Möglicherweise handelt es sich um eine Tiefseekuppe, die aus dem umgebenden Meeresboden mit 3600 m Tiefe bis zu 1850 m Tiefe aufragt. Eine topographische Spezialvermessung dieser Erhebung konnte nicht vorgenommen werden.

#### 4.2.2. Navigation. Bericht E. W. LEMKE

Die topographische und geophysikalische Vermessung der Großen Meteor-Bank erforderte eine möglichst

genaue Ortsbestimmung. Um dieses Ziel zu erreichen, standen dem Schiff folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- a) Absolute Ortsbestimmungen durch astronomische Beobachtungen und durch Standortbestimmungen nach Loran;
- b) Relative Ortsbestimmungen durch ständige Radarpeilungen einer in der Mitte der Großen Meteor-Bank verankerten Boje, bestückt mit Radarreflektoren in 5 und 7 m Höhe. Koppelkurse mußten wegen unkontrollierbarer Wind- und Stromversetzungen für die Zwecke der Vermessung ausfallen, ebenso die Peilung der mit Funkseilern ausgerüsteten Positionsbojen der drei auf der Kuppe verankerten Strommessersysteme.

##### 4.2.2.1. Astronomische Beobachtungen

Um alle Möglichkeiten auszuschöpfen, wurden bei jeder sich bietenden Gelegenheit astronomische Ortsbestimmungen durchgeführt. Vorwiegend in der Morgen- und Abenddämmerung wurden Positionsbestimmungen aus vier bis sechs Gestirnhöhen vorgenommen, um möglichst Koppelkurse zwischen den einzelnen Standlinien zu vermeiden. Leider war der Himmel sehr oft bedeckt, so daß nicht jede Dämmerung ausgenutzt werden konnte. Es gelang dennoch, im Laufe der Vermessung 77 einwandfreie Gestirnhöhen zu nehmen. Die Höhen wurden mit Sextanten von jeweils drei Nautikern gemessen und waren ihrem Azimut nach über den ganzen Horizont verteilt, so daß fehlerhafte Kimmtiefen nicht auftraten. Da sich im Laufe der Vermessung eine ziemlich konstante Differenz zu den mit Hilfe von Loran ermittelten Positionen herausstellte, wurden sämtliche Schnittpunkte der Standlinien innerhalb eines Kreises von 15 sm Durchmesser ausgewertet, um einen Mittelwert der Abweichung zu erhalten. Durch eine elektronische Datenverarbeitungsmaschine wurden 2679 Schnittpunkte ausgewertet und gemittelt. Es ergab sich eine Standortverschiebung von 2,4 sm in Richtung 233° vom Loranort. Dieses Ergebnis entsprach den bereits gemachten Erfahrungen während der einzelnen Beobachtungen im Einsatzgebiet. Es kann somit abschließend gesagt werden, daß im vorliegenden Falle die astronomische Ortsbestimmung als genau im Rahmen des Möglichen anzusehen ist, wobei als Zahlenwert  $\pm 1$  sm für die absolute Genauigkeit angegeben werden kann.

##### 4.2.2.2. Standortbestimmung nach Loran

Zur Loranvermessung wurden die Ketten 1 S 6 und 1 S 7 mit den Sendern auf Santa Maria, Porto Santo und Flores Islands benutzt. Dabei ergaben sich die schon vorher erwähnten Abweichungen gegenüber der astronomischen Ortsbestimmung von 2,4 sm in Richtung 233°. Diese Abweichungen können folgende Ursachen haben:

a) Es wurde eine Arbeitskarte im Maßstab 1:250 000 durch die Übertragung der Hyperbeln aus der amerikanischen Karte VL 30-23 mit dem Maßstab 1:2 188 000 angefertigt. Ein hierbei eventuell aufgetretener Übertragungsfehler von nur 0,32 mm bei Hyperbel 1 S 6 und von 1,53 mm bei der Hyperbel 1 S 7 könnte bereits die festgestellte Abweichung von den astronomisch gewonnenen Positionen erklären.

b) Bei der geographisch isolierten Lage der die Sender tragenden Inseln ist ein Fehler in ihren Koordinatenangaben durchaus denkbar. Ein solcher würde fehlerhafte Basislängen ergeben. Wäre dabei die Basis von A S 6 um 0,17 sm zu kurz und die Basis von 1 S 7 um 0,57 sm zu lang, wäre mit diesen Werten schon die gefundene Abweichung geklärt. Die Vermutung der falschen Einmessung der Sender wird erhärtet durch einen Hinweis in der „Notice to Mariners“ (Heft 2, 1968, Hydrolant 2069/67-CD). Danach werden zur Zeit die Positionen der Sender neu bestimmt. Mit den gegenwärtigen Karten können Fehler in der Größenordnung von  $\pm 3$  bis 9 Mikrosekunden auftreten. Die in unserem Falle gefundene Differenz astronomischer Ortsbestimmung und Loranortung kann sehr wahrscheinlich durch diese angegebene Ungenauigkeit erklärt werden.

c) In die Berechnung der Hyperbeln gehen die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der elektromagnetischen Wellen und die Basislängen zwischen den Sendern rechnerisch ein. Fehler dieser beiden Größen können daher auch Fehler zwischen Soll- und Istwerten hervorrufen.

Da eine Abweichung der Ausbreitungsgeschwindigkeit in dem begrenzten Gebiet konstant sein dürfte, ist ein gegensinniger Ablesefehler (1 S 6 = +2,1 Mikrosekunde und 1 S 7 = -7,1 Mikrosekunde) nicht geklärt. Diese Ursache scheidet also aus.

#### 4.2.2.3. Relative Ortsbestimmung nach Radarpeilung einer Boje

Da astronomische Ortsbestimmungen nur relativ selten möglich waren und die Loranortung nur auf die Tagesstunden beschränkt war, wurde in der Mitte der Meteor-Bank eine Boje mit zwei hohen Radarreflektoren 5 und 7 m über der Wasseroberfläche verankert und ihre Position durch Loran bestimmt (Schwoikreisradius 50 m). Die so gewonnene Position wurde des öfteren beim Passieren der Boje kontrolliert und ergab stets die gleichen Hyperbelwerte. Damit bestand die Möglichkeit, auch nachts durch Peilungen der Boje den Schiffsort oft relativ zur eingemessenen Boje zu bestimmen. Bei mäßig bewegter See konnte die Radarboje im 3-cm-Decca-Brückenradar bis auf ca. 13 sm, mit dem Wind-Wetter-Radar bis maximal 37 sm geortet werden. Da die Peilgenauigkeit der Radaranlagen überprüft und für in Ordnung befunden worden war, kann die Genauigkeit der Ortsbestimmung in bezug auf die Radarboje mit besser als

$\pm 0,5$  sm in den Grenzzonen der Reichweite angegeben werden.

#### 4.2.2.4. Durchführung der Vermessung

Aus dem Gesagten geht klar hervor, daß nach Berücksichtigung bekannter Fehlerquellen die astronomische Ortsbestimmung in diesem Seegebiet die größte absolute Genauigkeit bot. Wenn trotzdem die Vermessung der Großen Meteor-Bank nach Loranortung und zusätzlich nach Radarpeilungen durchgeführt wurde, so hat das folgenden Grund: Die Verwendung beider Systeme ermöglichte es, beliebig häufig einheitliche Ortsbestimmungen mit einer für die Vermessung fast immer ausreichenden, relativen Genauigkeit zu erhalten. Das so erhaltene relative Netz kann durch Berücksichtigung der oben erwähnten, statistisch ermittelten Abweichung in ein absolutes Netz überführt werden.

#### 4.2.3. Physikalische Ozeanographie

Berichte G. KRAUSE, L. MAGAARD, J. MEINCKE  
(Hierzu Abb. 11, 12, 16)

Die Arbeiten der Physikalischen Ozeanographie während des zweiten Teiles der Atlantischen Kuppenfahrten dienten hauptsächlich der Untersuchung der Veränderlichkeit im Bereich der Großen Meteor-Bank. Dieses Gebiet hat seine besonderen Merkmale in der Bodentopographie (aus einer Tiefsee-Ebene steil aufragende Kuppe mit flachem Plateau, s. Abb. 10) und der geographischen Breite (kritische geographische Breite von  $30^\circ$  für die eintägige Gezeit).

##### 4.2.3.1. Problemstellung

Das umfangreiche Meßprogramm sollte Auskunft geben über zeitliche und räumliche Schwankungen im Schichtungs- und Bewegungsfeld. Im Spektralbereich von 10 Minuten bis zu einigen Tagen sollten Erscheinungen wie interne Stabilitätsschwingungen, Oberflächegezeiten, interne Gezeiten, Trägheitswellen und Tagesgänge sowie längerperiodische Vorgänge untersucht werden. Es sollten Aussagen über die Vertikalstruktur der internen Schwingungen sowie z. T. über ihre horizontale Ausbreitung und ihre Energiedissipation und -transformation im Bereich der Kuppe gewonnen werden. Neben der räumlichen Struktur der Schwingungen sollte die Struktur der mittleren Schichtung erhalten werden, um Aussagen über den Einfluß der Kuppe auf die Zirkulation der umgebenden Wassermassen machen zu können.

##### 4.2.3.2. Durchführung der Messungen

Um die räumliche und zeitliche Struktur des Bewegungsfeldes zu erfassen, wurden auf 5 Positionen Strommesserketten verankert, die z. T. bis zu maximal 52 Tagen gleichzeitig registrierten (Abb. 16). Die oft lange Ausliegедauer und vor allem die großen Wassertiefen (bis 4700 m) bei den Ketten nördlich und

südlich der Kuppe erforderten besondere Verankerungssysteme (Abb. 11, 12). Die Geräteketten enthielten ebenfalls selbstregistrierende Temperatur-Tiefenmesser (Thermographen), die Aufschlüsse über Temperaturschwankungen sowie über Bewegungen der Verankerungssysteme geben.

Die mittlere Schichtung der Wassermassen im Bereich der Großen Meteor-Bank wurde auf 2 zueinander senkrecht liegenden Schnitten mit Serienschöpfern und Bathysonde erfaßt. Auf 8 Profilen über den Rand und das Kuppenplateau wurden in möglichst schneller Reihenfolge 254 Bathythermographen-Registrierungen gewonnen, die Einblick in die räumliche Struktur der Deckschicht geben sollen.

Eine Ankerstation von F. S. „Meteor“ 40 sm nordwestlich der Kuppe auf 4200 m Tiefe über 8 Tage, auf der Bathysonde (alle 3 Stunden), Serienschöpfer (alle 6 Stunden), Bathythermograph (stündlich), 2 registrierende Strommesser (kontinuierlich) und ein Thermistorkabel (Tab. 8) mit 5 Meßstellen (alle 5 Minuten) Daten lieferten, werden eine Analyse von Temperatur-, Salzgehalts-, Dichte und Strömungsschwankungen ermöglichen.

Während der ganzen Reise wurden Oberflächentemperatur und -salzgehalt kontinuierlich registriert.

#### 4.2.3.3. Erste Ergebnisse

Da der größte Teil der gewonnenen Daten erst nach Aufbereitung mit Hilfe von Rechenanlagen zugänglich sein wird, lassen sich zu diesem Zeitpunkt erst wenige Ergebnisse mitteilen.

Die hydrographischen Schnitte zeigen keine deutliche Beeinflussung der Salzgehalts- und Temperaturschichtung durch die Kuppe. Offensichtlich lag die Anordnung der Stationen und Schöpfer außerhalb der Größenordnung der auftretenden Störungen, wie sie zeitweise bei den engabständigen Bathythermographenmessungen in einer stark unterschiedlichen Stärke und Tiefenlage der Temperatursprungschichten beobachtet wurden.

Eine erste Durchsicht der Registrierungen der verankerten Strommesser läßt auf komplizierte Strömungsverhältnisse schließen. Den Hauptanteil am Gesamtstrom besitzen rechtsdrehende Stromkomponenten mit halb- und eintägiger Periode, also Strömungen, die mit Gezeiten- und Trägheitswellen verbunden sind. Ihre Geschwindigkeit beträgt auf der Kuppe im Mittel 0,4 kn, die maximalen Werte liegen bei 1,6 kn. Auf den Positionen im tiefen Wasser liegen die Geschwindigkeiten in der Oberschicht im Mittel bei 0,2 kn, maximal erreichen sie 0,8 kn. Die täglichen Restströme im unmittelbaren Bereich der Kuppe werden von der Topographie stark beeinflusst. Ebenso zeigen sie eine bedeutende zeitliche Veränderlichkeit.

Die Überlagerung halb- und eintägiger Stromkomponenten führt zu der Erscheinung, daß die Perioden im Gesamtstrom zeitweise überwiegend ein-

tägig sind. Ein besonderes Phänomen konnte den Registrierungen der südlich der Kuppe liegenden Strommesserkette entnommen werden: Während in einem Zeitraum in 1000 und 2000 m Tiefe halbtägige Perioden vorherrschten, wurden in 3000 und 4400 m Tiefe Änderungen mit eintägiger Periode registriert.

Als Ergebnis der Dauerstation kann bisher nur genannt werden, daß unterhalb der Deckschicht zu keinem Zeitpunkt Temperatur- oder Salzgehaltsinversionen aufgetreten sind und daß in der Deckschicht eine starke Veränderlichkeit in der Ausbildung und in der Tiefenlage schwächerer Temperatursprungschichten beobachtet werden konnte. Die Amplitude des Tagesganges der Oberflächentemperatur kann zu ungefähr 0,5 °C angegeben werden.

Die Oberflächenregistrierungen zeigten zeitweise besonders im Gebiet des Kuppenrandes stärkere Schwankungen, was stets parallel zu besonders inhomogenen Temperaturstrukturen in der Deckschicht beobachtet wurde.

#### 4.2.3.4. Untersuchungen im übrigen Fahrtgebiet

Es wurden Schichtungsmessungen im Kanarischen Seegebiet mit der Bathysonde durchgeführt, an denen besonders die spanischen Kollegen sehr interessiert waren. Eine in der Straße zwischen Gran Canaria und Tenerife geplante Strömungsuntersuchung mußte wegen zu starken Windes aufgegeben werden.

Als vorläufige Ergebnisse seien das Auftreten einer salzreichen Zwischenschicht in 800 bis 900 m Tiefe (Mittelmeerwasser) im Gebiet östlich der Kanarischen Inseln, eine starke Schrägstellung der Sprungschicht in der Straße zwischen Gran Canaria und Tenerife sowie einer deutlichen Oberflächentemperaturabnahme von den Kanaren in Richtung auf die afrikanische Westküste genannt.

Auf den weiteren Fahrtabschnitten konnte mit der Bathysonde der auf der 8. Reise von F. S. „Meteor“ durchgeführte Schnitt über den Westausgang des Seegebietes vor der Straße von Gibraltar wiederholt werden. Es wurden die gleichen Erscheinungen (Zwischenschichtung des Mittelmeerwassers, Treppenstruktur unterhalb des Mittelmeerwassers) beobachtet.

Mit der Bathythermographen wurden Schnitte über die weiteren von „Meteor“ besuchten Kuppen gefahren, um Parallelitäten zu den Erscheinungen in der Struktur der Deckschicht im Bereich der Großen Meteor-Bank zu finden.

#### 4.2.4. *Maritime Meteorologie.* Bericht E. CLAUSS, H. HINZPETER, P. LOBEMEIER (Hierzu Abb. 14, 15, 17)

##### 4.2.4.1. Problemstellung

Auf dem Fahrtabschnitt 4 sollten während der Dauerstation 9027 und auf Stationen am 17. und 18. 4. Versuche unternommen werden, das Temperaturprofil

der unteren Zentimeter und Millimeter über der Wasseroberfläche auszumessen.

#### 4.2.4.2. Instrumentelles

Das für diese Messungen benutzte Instrument (s. auch Tab. 8) ist in der Abb. 15 dargestellt, die links die geschlossene Apparatur und rechts die darin befindliche Verstärkereinheit und die Teile einer Wheatstone'schen Brücke zeigt. Das Instrument ist im Prinzip ein Widerstandsthermometer kleiner Zeitkonstante ( $< 5 \cdot 10^{-5}$  sec) und kleiner geometrischer Dimension. Beides wird durch die Platinseele eines Wollston-drahtes von 1 mm Länge und einem Durchmesser von  $10^{-3}$  mm erreicht. Dieser Temperaturfühler ist zwischen den Spitzen zweier Stahlnadeln gespannt, die in einen Kunststoffkörper eingeschlossen sind und aus diesem einen Zentimeter herausragen. Der Temperaturfühler (s. Abb. 14) kann in den Zylinderkörper eingeschraubt werden, der – wie bereits erwähnt – die anderen Teile der Wheatstone'schen Brücke und den Verstärker enthält (der eingeschraubte Fühler ist in Abb. 15 zu erkennen).

Zur Messung soll der Temperaturfühler mit einer Geschwindigkeit, die größer ist als die Vertikalbewegung der Wasseroberfläche, aus der Luft ins Wasser gefiert werden. Da das Thermometer beim Aufschlagen auf der Wasseroberfläche meist zerstört wird, müssen geeichte Meßköpfe zur Durchführung längerer Untersuchungen vorrätig sein.

Mit dieser Methode werden keine echten Profile gemessen, da die Messung in verschiedenen Niveaus zu verschiedenen Zeiten erfolgt. Jedoch beträgt die Zeit zum Durchlaufen des letzten Zentimeters nur etwa 1/100 sec.

#### 4.2.4.3. Durchführung der Messungen

Diese Messungen wurden vom ankernden Schiff aus vorgenommen. Dazu wurde das Instrument über einen Block gefiert. Der Block befand sich an der Steuerbordseite des Bugs an einem verlängerten Arm eines Davits – etwa 3 m von der Reling entfernt. Zu jeder Messung wurde der Bug des Schiffes gegen den Wind gedreht. Der Eintauchpunkt des Meßfühlers war dann etwa 7 m von der Berührungslinie Wasseroberfläche-Schiffkörper entfernt. Um eine eventuelle Abhängigkeit vom Wellenprofil feststellen zu können, wurde das Fieren und Eintauchen der Meßsonde bei jedem Versuch mit einer Kamera gefilmt.

Auf den Zeitraum der Ankerstation sind die Messungen unregelmäßig verteilt, da zunächst Erfahrungen gewonnen werden und am 23. und 24. 4. neue Thermometer gebaut und geeicht werden mußten. Leider konnte vom Schiff aus keine zusätzliche, die Turbulenz charakterisierende Größe bestimmt werden.

#### 4.2.4.4. Auswertung und erste Ergebnisse

Die Abb. 17 zeigt drei Beispiele der gefundenen Temperaturverteilung in den unteren 5 Zentimetern.

Die ersten beiden Messungen zeigen in den unteren 8 bzw. 6 mm Abweichungen vom logarithmischen Temperaturprofil. Der dritten, bei größerer Geschwindigkeit durchgeführten Messung, läßt sich eine solche Abweichung nicht sicher entnehmen.

Die Thermometer wurden statisch geeicht. Infolge des Einflusses des zu beiden Seiten des Meßdrahtes nicht abgeätzten Silbermantels ist die Empfindlichkeit der Thermometer wahrscheinlich kleiner als angenommen. Für spätere Messungen muß die Fiergeschwindigkeit des Instruments, die hier etwa bei 1 m/sec lag, erhöht werden.

Auf der Fahrt und während der Station wurden gleichzeitig Messungen der Wasseroberflächentemperatur mit Hilfe eines Strahlungsthermometers durchgeführt sowie Strahlungsmessungen, aus denen die Globalstrahlung und die langwellige Gegenstrahlung der Atmosphäre bestimmt werden können.

#### 4.2.5. Meereschemie. Bericht K. GRASSHOFF (Hierzu Abb. 18)

##### 4.2.5.1. Problemstellung

Die meereschemische Gruppe war während der 9. Reise der „Meteor“ nur am 4. Fahrtabschnitt beteiligt. Ihre Arbeit konzentrierte sich ausschließlich auf das Gebiet der Großen Meteor-Bank. Für die Auswertung der hydrographischen, chemischen und biologischen Messungen im Kuppengebiet war es zunächst erforderlich, die allgemeine, großräumige hydrochemische Situation im Untersuchungsgebiet zu erfassen. Dazu dienten zwei hydrographische Schnitte etwa im rechten Winkel zueinander von Tiefen über 4000 m über die Große Meteor-Bank wieder bis ins tiefe Wasser hinein. Die Serienwasserproben sollten dazu neben Salzgehalt und Temperatur auf Sauerstoff, pH, Alkalinität, gel. Phosphat, Nitrat, Nitrit, Silikat, Stickstoff und Gesamtkohlendioxid analysiert werden. Neben der großräumigen Bearbeitung sollte vor allem die Veränderlichkeit chemischer Größen in der Deckschicht und ihr Zusammenhang mit physikalischen und (oder) biologischen Prozessen untersucht werden. Das bedingte den Einsatz von Geräten zur kontinuierlichen Registrierung chemischer Größen.

##### 4.2.5.2. Durchführung der Arbeiten

Das geplante Programm konnte auf den beiden großen hydrographischen Schnitten über die Große Meteor-Bank ohne Schwierigkeiten ausgeführt werden. Leider entstanden durch den Ausfall einiger Wasserschöpfer auf den ersten Stationen Lücken in den Serien. Die Analyse des Sauerstoffs, pH und der Alkalinität wurde manuell nach den während der Internationalen Indischen Ozean-Expedition bewährten Methoden ausgeführt. Die biologisch aktiven Spurenelemente wurden auf dieser Reise im 6-Kanal-Autoanalyser (s. Tab. 8) simultan bestimmt (dieses Gerät

hat nunmehr eine Probenkapazität von  $12 \times 6$  Bestimmungen in der Stunde). Dadurch waren die Proben einer Station sehr schnell analysiert, wobei die manuellen Bestimmungen gleichzeitig ausgeführt werden konnten. Mittels eines Gaschromatographen (s. Tab. 8) mit automatisierter Probeneingabe wurden aus den Schöpferproben Sauerstoff, Stickstoff und Gesamtkohlendioxid bestimmt. Auch dieses Gerät bewährte sich bei seinem ersten Einsatz an Bord.

Nach geringen Anlaufschwierigkeiten konnte am zweiten Tag der Dauerstation (Stat. 9027) die Apparatur zur kontinuierlichen Bestimmung von  $\text{PO}_4'''$ , Si,  $\text{NO}_3'$ ,  $\text{NO}_2'$ ,  $\text{CO}_2$  und  $\text{NH}_3$  aus fünf Tiefen (2, 25, 50, 75 und 100 m) voll in Betrieb genommen werden. Im Zyklus wurde jede Tiefe zunächst alle 30 Minuten, dann alle 60 Minuten einmal analysiert (Abb. 18).

#### 4.2.5.3. Auswertung und Ergebnisse

Die erste Auswertung der Analysenergebnisse von den beiden hydrographischen Schnitten läßt auf einen leichten Einfluß der Kuppe auf die Schichtung in größeren Tiefen schließen. So steigen z. B. die Linien gleicher Sauerstoffkonzentration unterhalb von 2500 m in Bodennähe am Fuße der Kuppe um etwa 500 m an. Ein signifikanter Effekt der Kuppe in den oberen Wasserschichten ist vorerst nicht erkennbar. Für eine genauere Beurteilung hätte der Stationsabstand am Sockel der Kuppe sehr viel enger sein müssen, wie die Auswertungen ergeben haben.

Wie bereits aus den Übersichtsschnitten zu erwarten war, wurden auf der Dauerstation in der Deckschicht Spurenelemente in Konzentrationen gefunden, die an der äußeren Grenze der Nachweisbarkeit mit den angewandten Methoden lagen ( $\text{PO}_4'''$ : 0–0.3; Si: 0–0.2;  $\text{NO}_3'$ : 0–0.1;  $\text{NO}_2'$ : 0–0.1;  $\text{NH}_3$  0–0.3  $\mu\text{gat/l}$ ). Diese außerordentlich geringen Mengen waren vorher nicht erwartet worden. Die Deckschicht war bis 100 m in chemischer Hinsicht nahezu völlig homogen. Das zeigten insbesondere auch die Sauerstoffregistrierungen und Sauerstoffproben, die in sechsstündigem Abstand in 10 Tiefen von 0–250 m genommen wurden. Signifikante Veränderungen konnten nicht nachgewiesen werden. Bedingt durch die extreme Verarmung der Deckschicht an Spurenstoffen wurde keine erkennbare Veränderung durch Aktivität von Phytoplankton gefunden. Eine Sprungschicht mit hohen Gradienten in Spurenstoffen fehlte ganz. Erst in 600 m Tiefe konnte z. B. ein Phosphatgehalt von ca 1  $\mu\text{gat/l}$  beobachtet werden. Alle Stickstoffkomponenten waren in der Deckschicht unterhalb der Erfassungsgrenze. Zusätzlich zu den kontinuierlichen Registrierungen bis 100 m wurden aus den Serienproben bis 250 m die oben genannten Komponenten bestimmt (die Analysen sind noch nicht ausgewertet).

Die Apparatur zur kontinuierlichen Registrierung von 6 chemischen Größen aus fünf Tiefen wurde erstmalig überhaupt angewandt und bewährte sich gut.

Es konnten sehr wertvolle Erfahrungen im Dauerbetrieb gewonnen werden. Die Erfassungsgrenzen für die einzelnen Komponenten waren denen der Handmethoden überlegen. Es wurden etwa 5000 einzelne Bestimmungen während der Dauerstation innerhalb von 7 Tagen ausgeführt.

Neben den Registrierungen auf der Dauerstation wurden insgesamt ca. 680 Sauerstoffbestimmungen, 480 pH-Werte, 480 Alkalinitätswerte und je 220 Phosphat-, Silikat-, Nitrat-, Nitritanalysen ausgeführt. Die Sauerstoffsonde wurde fast auf jeder Station eingesetzt. Auf der Dauerstation erfolgte alle drei Stunden eine Registrierung bis in 250 m Tiefe. Es wurde eine maximale Tiefe von 640 m erreicht. Die digitale Aufzeichnung bewährte sich gut. Signifikante Maxima und Minima konnten nicht gefunden werden. Noch in 600 m Tiefe betrug die Sättigung über 70%.

Weiter wurden im Gebiet der Großen Meteor-Bank etwa je 500 gaschromatographische Analysen von gelöstem Sauerstoff, Stickstoff und Gesamtkohlendioxid ausgeführt. Der verwendete Gaschromatograph arbeitete in Verbindung mit der Tauchpumpe einwandfrei. Es ist dies das erste Mal, daß zusammenhängende Gasanalysen in einem begrenzten Seegebiet in so großer Zahl erhalten wurden. Die Auswertung der Gasanalysen gestaltete sich schwierig, da die analog aufgezeichneten Chromatogramme in digitale Werte umgesetzt und integriert werden mußten. Mittels eines speziell hierfür entwickelten Programms konnten inzwischen alle Chromatogramme der Reise integriert werden.

Die erste Übersicht dieser Meßdaten läßt den Schluß zu, daß die biologische Aktivität, insbesondere des Phytoplanktons, im Gebiet der Meteor-Bank zu dieser Jahreszeit extrem niedrig ist. Diese Beobachtungen werden durch die Messungen von HAGMEIER gestützt, der nur äußerst geringe Mengen an Phytoplankton in Schöpf- und Netzproben ermitteln konnte. Erst unterhalb von 400 m war eine Sauerstoffzehrung durch Oxydation von organischer Materie feststellbar.

Die Vorstellung, daß im Untersuchungsgebiet die Spurenstoffe Minimumfaktoren für die biologische Produktion darstellen, wurde durch die Beobachtung erhärtet, daß in Oberflächenwasser, das zu Eichzwecken mit Ammoniak und Phosphat versetzt worden war, diese Spurenstoffe in sehr kurzer Zeit aufgezehrt wurden.

4.2.6. *Marine Geophysik*. Bericht H. CLOSS mit Beiträgen von K. ARIC, H. BUNGENSTOCK, D. HEYE, K. HINZ, H. B. HIRSCHLEBER, S. LORCH, S. PLAUMANN, H. A. ROESER und W. WEIGEL (Hierzu Abb. 19, 20, 21)

#### 4.2.6.1. Vorbemerkungen

Das Forschungsschiff „Meteor“ ist infolge seiner vielseitigen Ausstattung für geophysikalische Arbeiten

sehr gut geeignet. Besonders erwähnt sei das Wind-Wetter-Radar; es wurde bei den refraktionsseismischen Arbeiten stets für die Entfernungsbestimmung von Schuß und „Meteor“ (als Registrierstation) eingesetzt. Die maximalen Entfernungen, die mit Wind-Wetter-Radar überbrückt werden konnten, waren unterschiedlich (bis 80 km) je nach Seegang und Eigenschaft des Zieles. Das V-Boot von „Meteor“ hat als zweite Meßstation für Refraktionsseismik sehr gute Dienste getan. Nur bei rauher See und Wind über 5 wurde das V-Boot nicht mehr eingesetzt.

Während der Kuppenfahrt arbeiteten auf „Meteor“ drei seismische Gruppen, die mit ganz verschiedenen Instrumenten und Methoden registrierten (siehe 4.2.6.2. Bericht Geophysik). Alle Gruppen arbeiteten gleichzeitig. Das Meßmaterial wurde gegenseitig ausgetauscht, so daß jede Gruppe in einem Gebiet verantwortlich auswerten kann. Diese Dreifachbesetzung wurde gewählt, um einmal eine größtmögliche Sicherheit für das Gelingen der Expedition zu haben, zum anderen sollte sie zum gegenseitigen Erfahrungsaustausch dienen. Es zeigte sich, daß alle Apparaturen Vorteile haben, die von den Seeverhältnissen und der gestellten Aufgabe abhängen.

#### 4.2.6.2. Geophysikalische Meßausrüstung

Für die Aufgaben der Gravimetrie und der Erdmagnetik wurden die zur wissenschaftlichen Grundausrüstung von „Meteor“ gehörenden Geräte eingesetzt: Askania-Seegravimeter und Varian-Protonenresonanzmagnetometer.

Die refraktionsseismischen Messungen wurden mit folgenden Geräten vorgenommen (s. auch Tab. 8):

Arbeitsgruppe London: Treibende „Hill-Bojen“ mit Hydrophonen und Signalübertragung per Funk im 10 m-Band. Registrierung auf Magnetband und mit Lichtschreiber.

Arbeitsgruppe Hamburg: Verankerte Bojen, die über Kabel mit Grundgeophongruppen verbunden waren; Signalübertragung durch Funk im 2 m-Band. Registrierung auf Magnetband und mit Direktschreiber. Eine von den eingesetzten drei Bojen war mit einer ferngesteuerten Magnetbandregistrieranlage ausgerüstet. Viele Einzelheiten dieser Ausrüstung sind Eigenentwicklungen.

Arbeitsgruppe Hannover: Mit Stabilisierungsflächen und Dämpfungsgliedern (Eigenbau) ausgestattete Hydrophonkette für Messungen in Wassertiefen von ca. 15, 30 und 50 m. Hydrophone mit hydrostatischem Druckausgleich. Ferner für Wassertiefen bis zu ca. 300 m Grundgeophonkörper mit selbstorientierender Umschaltung sowie Driftausgleich in der Kabelverbindung. Die Aufnahme der Meßdaten erfolgte mit Lichtschreibern.

Die sprengseismischen Reflexionsaufnahmen der Arbeitsgruppe Hamburg im Bereich der Großen Meteor-Bank wurden mit einem 600 m langen, 24spurigen

Schwimmkabel und drei je Spur parallel geschalteten Hydrophonen vorgenommen. Die Registrierung der Signale erfolgte mit einem 24spurigen Lichtschreiber.

Die Pneuflex-Messungen wurden, wie schon im Abschnitt 3.2.4. beschrieben, durchgeführt, nur konnten die pneumatischen Schallgeber in Mehrfachanordnungen eingesetzt werden. So wurden selbst bei Wassertiefen von über 2500 m Eindringtiefen in den Meeresboden von über 500 m erzielt.

Für die Schießarbeiten wurden nur klimabeständige Seepatronen verwendet. Es handelt sich dabei um Ladungen aus Trinitrotoluol mit Aluminiumzusätzen, die in zylindrische Blechbehälter eingegossen werden. Die einzelnen Ladungseinheiten von je 20 kg können aufeinandergesetzt und durch Schnellverschlußmanschetten zu größeren Einheiten zusammengestellt werden. Die Zündung erfolgte elektrisch.

Die Ultraschallmessungen an ausgewähltem Sediment-Kernmaterial zur Bestimmung seismischer Geschwindigkeiten wurden mit einer Apparatur nach W. GIESEL durchgeführt. Für die Dichtebestimmungen an Kernproben stand ein digitaler Strahlenmeßplatz nach S. LORCH zur Verfügung.

#### 4.2.6.3. Einsatz der spanischen Marineschiffe „Tofiño“ und „Castor“ und die Durchführung der seismischen Sprengarbeiten

Dank des Entgegenkommens des spanischen Marineministeriums wurden über das Instituto Español de Oceanografía, Madrid, die hydrographischen Meßschiffe „Tofiño“ und „Castor“ für die sprengseismischen Arbeiten bereitgestellt. Der Einsatz der „Tofiño“ stand unter Fregattenkapitän NARCISO PARDO DE DONLEBUN Y BRAQUEHAIS. Das Meßschiff „Castor“ unterstand dem Befehl von Kapitänleutnant D. JOSÉ MANUEL BAUSÁ CABALLERO. Wegekarten und Schußprofile beider Schiffe finden sich in Abb. 19 und 20.

Die „Tofiño“ hat eine Länge von 69 m. Ihre Breite beträgt 10 m, die Höhe 6 m, der Tiefgang 3,6 m, die Wasserverdrängung 1200 t, die Dienstgeschwindigkeit 10 Kn. „Castor“ ist 1966 in Dienst gestellt worden und weist folgende Abmessungen auf: Länge 39 m, Breite 8 m, Höhe 3,8 m, Tiefgang 3,1 m, Wasserverdrängung 356 t.

Der gesamte Verbrauch an Sprengstoffen auf allen Teilabschnitten belief sich auf 20 t Seismotolit und 300 kg TNT-Körper. Abgetan wurden insgesamt 589 Unterwasserschüsse für Reflexions- und Refraktionsaufnahmen.

#### 4.2.6.4. Durchgeführte Untersuchungen und erste Ergebnisse

4.2.6.4.1. Gravimetrie: Vom 30. 3. bis 11. 6. 1967 wurde mit dem Askania-Gravimeter gearbeitet, soweit es im Rahmen der Expedition möglich war. Registriert wurde im Gebiet der Großen Meteor-Bank,



der Kanarischen Inseln und zwischen den Inseln und dem Afrikanischen Schelf; außerdem während der Fahrt zwischen Großer Meteor-Bank und Kanarischen Inseln und auf der Anfahrt von Hamburg zur Großen Meteor-Bank. Während die Messungen im Bereich der Meteor-Bank und der Kanarischen Inseln bis zum Afrikanischen Schelf den Charakter einer in sich geschlossenen systematischen Regionalvermessung haben, sollen die anderen lediglich ein Beitrag zur großräumigen Vermessung des Atlantik sein. Insbesondere im Englischen Kanal fiel die Meßroute nicht mit bisher von anderen Forschungsschiffen vermessenen Profilen zusammen, so daß eine Erweiterung der Messungen in diesem Raum erzielt wurde. Auch die drei Meßrouten Große Meteor-Bank–Kanarische Inseln wurden so verteilt, daß eine streifenartige Vermessung entstand.

Obwohl während der Kuppenfahrt zahlreiche Fahrtunterbrechungen für andere Disziplinen notwendig waren, kann ein sehr großer Teil der angefallenen Schwereregistrierungen einer sinnvollen Auswertung zugeführt werden, die ausreichen wird, das Schwerverhalten in den Hauptarbeitsgebieten zu charakterisieren.

Die Schweremessungen ließen sich zwanglos kombinieren mit magnetischen Messungen und Pneuflex, jedoch mußte insbesondere wegen der seismischen Arbeiten eine geringere Fahrtstufe von „Meteor“ in Kauf genommen werden. Dies hatte nicht nur den Nachteil einer kleineren Ausbeute in der Zeiteinheit, sondern hatte auch technische Nachteile, die die Qualität der Schweremessungen etwas beeinträchtigten.

Die Messungen im Bereich der Meteor-Bank waren so angelegt, daß grundsätzlich die Möglichkeiten gegeben sein dürften, nicht nur die mittlere Dichte der Kuppe (fußend auf der sehr genauen Erkundung ihrer Morphologie) zu bestimmen, sondern auch Bereiche verschiedener Dichte innerhalb des Körpers der Kuppe – falls sie vorhanden sein sollten – unterscheiden zu können. Die Schweremessungen sind auf Grund vorheriger Modellberechnungen bis in solche Entfernungen vom Kuppenzentrum ausgedehnt worden, daß eine wahrscheinlich vorhandene Verbiegung der Kruste durch die Auflast der Kuppe, sofern sie wirklich nennenswerte Beträge erreicht, abgeschätzt werden kann. Daraus ergeben sich Hinweise auf die Dichteverteilung in Kruste und oberstem Mantel. In Kombination mit den seismischen Ergebnissen kann dies eine der Grundlagen sein für eine Kennzeichnung der mechanischen Eigenschaften der Kruste dieses ozeanischen Areals, das sonst als im wesentlichen frei von tektonischen (orogenetischen) Beanspruchungen angesehen werden kann. Isostatische Betrachtungen sind in diesen Auswertungsplan eingeschlossen.

Das Askania-Gravimeter hat sich einschließlich der Kreiselanlage gut bewährt. Nennenswerte Ausfälle sind nicht eingetreten. Die gesamte Seevermessung wurde in Las Palmas unter Benutzung eines Cana-

dian-Gravimeters mit einer Genauigkeit von ca. 0,01 mgal an das Weltschwerenetz angeschlossen. Damit dürfte sich auch ein Anschluß an die interkontinentalen Schweremessungen im Rahmen des niederländischen Projektes Navado III von selbst ergeben.

4.2.6.4.2. Magnetik: Magnetische Arbeiten wurden während der Fahrtabschnitte 4, 5 und 7 durchgeführt. Die Meßrouten und Meßzeiten decken sich im wesentlichen mit denen der Gravimetrie. Insgesamt wurden etwa 7000 sm in Einzelabschnitten vermessen.

Im Bereich der Großen Meteor-Bank konnte das Magnetfeld über dem Kuppenplateau und in der Umgebung der Kuppe auf zahlreichen Meßprofilen der Fahrt 4 und 5 erfaßt werden. Der oberste Teil der Kuppe ist positiv magnetisiert. Zum Teil müssen erhebliche Bedeckungen durch unmagnetische Sedimente oder Tuffe vorliegen. Es ist sicher, daß der Teil der Kuppe, der tiefer als ca. 1000 m unter der Wasseroberfläche liegt, ebenfalls nicht gleichmäßig magnetisiert ist. Um Aussagen über den Tiefenaufbau der Kuppe zu erhalten, wurde auf Grund von vorher durchgeführten Modellüberlegungen in mehreren Profilen versucht, auch das Fernfeld der Kuppe zu erfassen.

Im Bereich der Kanarischen Inseln war beabsichtigt, die Übergangszone von kontinentaler zu ozeanischer Kruste zu erfassen. Es scheint, daß ein magnetischer Horizont der ozeanischen Kruste von Westen nach Osten abfällt. Auf Grund einer ersten Abschätzung scheint sich die Absenkung mit 2 bis 3% mittlerer Neigung zu vollziehen. Außerdem wurden eine Reihe von Profilen zwischen den Inseln gemessen zur Verbindung einer magnetischen Landvermessung durch das Imperial College, London.

In der südlichen Fortsetzung von Fuerteventura wurde eine magnetische Anomalie von 2000 bis 3000 Gamma gefunden, die auf einen schmalen und langgestreckten Eruptivkörper hinweist. Möglicherweise liegt hier ein Anzeichen vor für ein Störungssystem, das unmittelbar ostwärts der Ostküste von Fuerteventura verläuft. Im ganzen Kanarenraum, der die bekannten Charakteristika von Vulkangebieten auch im magnetischen Bild zeigt, wurde keine Anomalie vergleichbarer Amplitude gefunden.

Aus der magnetischen Ruhe des Seegebietes östlich der Kanarischen Inseln ist zu schließen, daß hier das basische Material im wesentlichen in den Bereich der tieferen Erdkruste versenkt ist. Dies weist eindeutig auf nicht ozeanische Kruste hin.

4.2.6.4.3. Refraktionsseismik: Nur im Fahrtabschnitt 5 in der Zeit vom 8. 5. bis 11. 6. wurde refraktionsseismisch gearbeitet. Die Refraktionsseismik war einer der Schwerpunkte dieses Fahrtabschnittes, bei dem sich der spanische Beitrag besonders auswirkte.

Im Bereich der Kanarischen Inseln und in dem Seegebiet vor der Küste Afrikas ist refraktionsseismisch auf 8 Stationen gearbeitet worden, von denen 4 auf den östlichen Teil und die restlichen 4 auf den westlichen Teil dieses Raumes entfallen. Die Profile waren meist als „Split“-Profile angeordnet. Die im Durchschnitt 70 km langen Profillinien sind mit zwei etwa 20 km voneinander entfernt liegenden Beobachtungsstationen registriert worden („Meteor“ und V-Boot der „Meteor“). Das Schießboot lief anfangs mit 5 kn, später mit höheren Fahrtstufen die Profile ab, wobei es von „Meteor“ mit Hilfe des Wind-Wetter-Radars verfolgt resp. durch Funk gesteuert wurde. In Abständen von weniger als 1000 m bis 5000 m wurden vom Schießboot auf den Profilen Sprengladungen zur Detonation gebracht.

Für die Entfernungsbestimmung Schießboot-Registrierstation sind Versuche zur Entfernungsbestimmung mit Hilfe von 500-g-Schüssen in größeren Wassertiefen vorgenommen worden. Damit konnten Entfernungen bis zu 70 km ohne Schwierigkeiten überdeckt werden.

Bei der refraktionsseismischen Registrierung lag „Meteor“ etwa quer zum Wind. Das ganze Schiff diente als Meßboje für die Hydrophonkette, die mittschiffs ausgesetzt war.

Das Ziel der Refraktionsseismik, nämlich zu untersuchen, welcher Art von Kruste die Inselgruppe aufgesetzt ist, konnte erreicht werden. Eine erste grobe Auswertung eines Profils 70 sm östlich Gran Canaria erbrachte (nach HINZ) folgende Ergebnisse:

Tabelle 6

Wassertiefe	Geschwindigkeit	Mächtigkeit	Tiefe
1. Wasser	1 500 m/s	2 000 m	
2. Sediment	2 400 m/s	3 100 m	2 000 m
3. Sediment	3 000 m/s	1 400 m	5 100 m
4. Sediment	4 200 m/s	4 000 m	6 500 m
5. Liegendes	6 500 m/s		10 500 m

Tiefere Grenzflächen konnten in dem Meßmaterial nicht erkannt werden.

Der ermittelte Krustenaufbau mit 8500 m mächtigen – hinsichtlich der Geschwindigkeit höchstwahrscheinlich sedimentären – Gesteinen spricht eindeutig gegen einen ozeanischen Krustenaufbau im klassischen Sinne. Das Auftreten der Geschwindigkeit 6,5 km/s in ca. 10 km Tiefe ist mehrdeutig. Es kann den Beginn einer Granitschicht anzeigen, die unter mächtiger Bedeckung entsprechend hohe Geschwindigkeiten hat, kann aber auch auf eine basische Zwischenschicht hinweisen. Sie liegt dann allerdings zu tief unter Sedimenten, um eine „ozeanische“ Tiefenlage zu haben, sie liegt jedoch zu hoch, um der basischen Zwischenschicht (intermediate layer) der Kontinente zu entsprechen. Die Kombination dieser seismischen Aussage

mit den Ergebnissen der magnetischen und gravimetrischen Messungen dürfte die Erstellung eines Modells der gesamten Kruste für dieses und benachbarte Gebiete erlauben.

Die erste Auswertung eines nur nach einer Seite geschossenen Profils 10 sm südlich Gomera (nach HINZ) ergab folgendes:

Tabelle 7

Wassertiefe	Geschwindigkeit	Mächtigkeit	Tiefe
1. Wasser	1 500 m/s	3 000 m	
2. Sediment	3 350 m/s	3 950 m	3 000 m
3. Übergangsschicht	6 050 m/s	3 100 m	6 950 m
4. Kristallin	7 200 m/s	3 550 m	10 050 m
5. Liegendes	8 200 m/s		13 600 m

Da Gomera im Inneren des Kanarischen Inselbereiches liegt, muß damit gerechnet werden, daß Schicht 2 ein Sediment ist, jedoch dürfte der vulkanische Anteil etwa in Form von Tuffen erheblich sein. Da auch bei Schicht 3 die Möglichkeit nicht auszuschließen ist, daß eine Scheingeschwindigkeit vorliegt, könnte es sein, daß eine Abart der „oceanic layer“, die in ihrer typischen Entwicklung Geschwindigkeiten größer als 6,2 und kleiner als 7,0 km/s aufweist, vorliegt. Schicht 4 ist ein im wesentlichen basisches Gesteinsmaterial. Die Geschwindigkeit 7,2 km/s, falls sie der wahren Geschwindigkeit entspricht, ist nicht typisch für rein ozeanische Kruste. Auch unter Berücksichtigung ihrer Mächtigkeit ist diese Schicht vielleicht eher Ausdruck einer Übergangszone von Kontinent zu Ozean. Die Tiefenlage der Moho-Diskontinuität in etwa 13,6 km ist allerdings wieder ein Hinweis auf vorherrschend ozeanische Kruste. Es ist dies das erste Mal, daß von einer deutschen Gruppe im Ozean die Moho-Diskontinuität refraktionsseismisch festgestellt worden ist.

Zusammen mit den Ergebnissen der Magnetik ergibt sich so der Eindruck, daß im Raum der Kanarischen Inseln der afrikanische Kontinent nicht plötzlich in den Ozean abbricht, sondern eine Übergangszone vorliegt. Falls sich dies bei den weiteren Auswertungsarbeiten bestätigen sollte, können die Ergebnisse dieser Forschungsfahrt als wichtiger Beitrag zu der Frage der Kontinentalwanderung angesehen werden.

Im Bereich der Großen Meteor-Bank wurden 3 Profile refraktionsseismisch vermessen, davon eines als Gegenschußprofil. Insgesamt sind 150 Schüsse mit zusammen 6,6 t abgetan worden. Eine vorläufige Auswertung (nach HIRSCHLEBER und WEIGEL) ergibt im wesentlichen drei Geschwindigkeiten, und zwar etwa 3,5, 6,0 und 7,5 bis 8,0 km/s. Während die Schichten, zu denen die ersten beiden Geschwindigkeiten gehören, vom Vorland zur Kuppe ansteigen, scheint die tiefere Diskontinuität unter der Kuppe tiefer als im Vorland zu liegen.

4.2.6.4.4. Messungen der Wasserschallgeschwindigkeit: Im Raum der Kanarischen Inseln und des westafrikanischen Schelfgebietes wurden mit einem Gerät des DHI, Hamburg, Wasserschallgeschwindigkeitsprofile bis 1000 m Tiefe aufgenommen. Bis etwa 70 m unterhalb der Wasseroberfläche änderte sich die Schallgeschwindigkeit nur sehr wenig und nahm dann auf allen drei Stationen fast linear mit der Tiefe bis 1000 m ab.

4.2.6.4.5. Reflexionsseismische Messungen (Sprengungen): Im Bereich der Großen Meteor-Bank wurde mit Hilfe der Zwei-Schiff-Methode von der Kuppenmitte in NO-Richtung ein reflexionsseismisches Profil aufgenommen. Insgesamt wurden 65 Schüsse abgegeben auf einem 38 km langen Profil mit Wassertiefen von 300 m bis 2500 m. Der mittlere Schußabstand war 585 m.

Auf der Kuppe selbst war die Eindringstufe der seismischen Energie relativ gering und verbesserte sich immer mehr im Bereich der Flanke. Nach K. ARIC sind gute Reflexionen bis zu Laufzeiten von 13 sec beobachtet worden, wobei zunächst noch nicht ausgeschlossen werden kann, daß auch multiple Reflexionen registriert wurden. Eine Reflexion bei etwa 7,7 sec wurde bei der vorläufigen Auswertung als Moho-Einsatz angesehen.

Auch nach den Ergebnissen der Reflexionsseismik scheint die Moho-Reflexion von der Großen Meteor-Bank in das Tiefseebecken hinein anzusteigen.

4.2.6.4.6. Kontinuierliche Reflexionsseismik mit pneumatischer Schallquelle (Pneuflex): Es wurde ein kontinuierlich registrierendes reflexionsseismisches System eingesetzt mit pneumatischer Schallquelle als Erreger (Pneuflex) (siehe 3.2.4., Bericht Geophysik). Im Gebiet zwischen dem afrikanischen Schelf im Osten und der Insel Gran Canaria im Westen sind 800 sm Profil kontinuierlich mit Pneuflex vermessen worden mit dem Ziel, die strukturellen geologischen Verhältnisse dieses Raumes soweit als möglich zu erkunden.

Nach einer vorläufigen Auswertung (K. HINZ) liegt zwischen den Inseln Fuerteventura und Lanzarote im Westen und dem afrikanischen Schelf im Osten ein weiter sedimentärer Trog, dessen Achse am Fuße des afrikanischen Kontinentalabfalles liegen dürfte. Die Sedimente setzen unmittelbar östlich der beiden Inseln, vermutlich an Staffelbrüchen, ein und nehmen nach Osten schnell an Mächtigkeit zu. Da die Eindringtiefe der hier benutzten Apparatur in das Sediment etwa bei einer Sekunde liegt (doppelte Laufzeit), sind jeweils nur die obersten Schichtglieder des gesamten Troges erfaßt worden. Die Lagerungsverhältnisse sind völlig konkordant, abgesehen von kleineren Störungen im Bereich des Kontinentalabfalls auf afrikanischer Seite.

Südlich der Insel Fuerteventura, die sich untermeerisch fortsetzt, verbreitert sich der sedimentäre Trog

nach Westen bis etwa zum 15. Grad westlicher Länge. Unmittelbar westlich davon und westlich der Inseln Lanzarote und Fuerteventura konnten keine geschichteten Lockergesteine beobachtet werden, sie schalten sich jedoch weiter westlich wieder ein. Wo junge Sedimente fehlen, wird die Morphologie des Meeresbodens sehr unruhig. Es ist anzunehmen, daß der nachgewiesene sedimentäre Trog zumindest im Westen durch größere Störungen begrenzt ist.

Mit großer Wahrscheinlichkeit kann angenommen werden, daß der durch die kontinuierlichen Pneuflex-Aufnahmen nachgewiesene und refraktionsseismisch bestätigte sedimentäre Trog die seewärtige Fortsetzung des Rio del Oro-Beckens des afrikanischen Festlandes ist.

Ein großer Teil der gravimetrisch und magnetisch vermessenen Profile im Bereich der Großen Meteor-Bank ist ebenfalls mit Pneuflex untersucht worden. Außerdem ist auf dem Kuppenplateau ein kurzes refraktionsseismisches Profil mit der pneumatischen Schallquelle erkundet worden, um Geschwindigkeitswerte zu erhalten.

Der Untergrund des ebenen Plateaus der Meteor-Kuppe ist in Trog- und Rücken zonen gegliedert, was die Verteilung von geschichteten Lockergesteinen anbelangt. Ihre Geschwindigkeit ist mit 2,5 bis 3,5 km/s festgestellt worden. Im Nordteil der Kuppe sind zwei Tröge aufgefunden worden, in denen die Lockergesteine besonders mächtig werden (max. 500 m). Sie werden durch einen N-S-streichenden Rücken getrennt. Der Rücken dürfte auch nach dem magnetischen Befund ebenso wie die Basis der Lockergesteine nach dem refraktionsseismischen Befund ( $v = 5,8$  km/s) aus basischem Gesteinsmaterial, vermutlich Basalt, bestehen. Bei den Lockergesteinen handelt es sich nahe der Kuppenoberfläche um kalkige Sande und poröse Kalke (siehe auch Meeresgeologie), tiefer werden nach HINZ vulkanische Aschen vermutet. Im südlichen Teil der Kuppe scheint der Anteil der Lockergesteine wesentlich geringer zu sein.

An den Flanken der Kuppe treten erst ab 2000 m unter NN stellenweise dickere Sedimentansammlungen auf, die sich mit zunehmender Tiefe erweitern und ab 4000 m unter NN am nördlichen, südlichen und östlichen Fuß der Kuppe in die eigentliche Randsenke übergehen.

4.2.6.4.7. Dichtebestimmungen an Sedimentkernen: Während der Fahrtabschnitte 6 und 7 sind 2500 zerstörungsfreie Dichtemessungen unter Verwendung eines Gamma-Strahlers ( $Cs^{137}$ ) vorgenommen worden an Material, das die Gruppe Geologie gewonnen hatte (siehe 4.2.7., Bericht Meeresgeologie). Der Meßabstand betrug im allgemeinen entlang der Kerne 5 cm; bei Auftreten von Besonderheiten wurden die Abstände der Durchstrahlungspunkte bis auf 1 cm reduziert. Nach einer Lagerzeit von etwa 2 bis 3 Wochen wur-

den an den meisten Kernen Wiederholungsmessungen durchgeführt.

4.2.6.4.8. Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit an Sedimentkernen: 2500 Schallgeschwindigkeitsmessungen erfolgten in gleichen Punktabständen wie die Dichtemessungen. Geschwindigkeits-Tiefen-Funktionen, die sich bei diesen Messungen ergaben, sollen auch als Unterlage für die Auswertung der seismischen Arbeiten dienen.

4.2.6.4.9. Altersbestimmung an Sedimentkernen: Zur Bestimmung des absoluten Alters und der Sedimentationsgeschwindigkeiten soll die J-Th-Methode angewandt werden. Dabei wird sich die Altersbestimmung, bedingt durch die Grundlagen der Methode, auf Alter kleiner als 300 000 Jahre beschränken. Bei jeder Datierung wird ein Satz von wenigstens 5 Proben à 6 g Substanz von jedem Kern in dem obgen. Altersbereich untersucht. Vergleichs- und Kontrollmessungen mit der J-Pa-Methode sind im Altersbereich kleiner als 100 000 Jahre vorgesehen.

4.2.6.4.10. Magnetische Untersuchungen von Sedimentkernen: Untersuchungen, die die radiale Komponente der remanenten Magnetisierung messen, haben das Ziel, das Kernmaterial auf Umkehrungen des erdmagnetischen Feldes im Altersbereich 0,7 bis 3,4 Millionen Jahre abzusuchen und damit eine Datierung der Proben über 0,3 Millionen Jahre hinaus zu ermöglichen. Damit können sich in Zusammenarbeit mit der Biostratigraphie weitere Daten für die Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit ergeben (kleine Sedimentationsgeschwindigkeit und entsprechende Kernlängen vorausgesetzt).

Die magnetischen Sedimentkernuntersuchungen sollen außerdem dazu dienen, Änderungen der Zusammensetzung der Sedimente festzuhalten als Funktion von Tiefe resp. Zeit, wodurch möglicherweise eine direkte Korrelation verschiedener Kerne untereinander möglich wird, vielleicht ergibt sich außerdem eine Korrelation mit bekannten vulkanischen Vorgängen dieser Region. Auch diese Untersuchungen werden kombiniert mit sedimentologischen und biostratigraphischen Arbeiten.

4.2.7. *Meeresgeologie*. Bericht W. SCHOTT mit Beiträgen von M. LANGER, S. LORCH, U. v. STACKELBERG und J. STETS (Hierzu Abb. 22, 23, 24, 25, 26, 27)

Hauptarbeitsgebiete der Geologen waren während der Fahrtabschnitte 6 und 7 die Josephine-Bank und die Große Meteor-Bank. Das Ziel bestand darin, einen umfassenderen Einblick in den geologischen Aufbau und die erdgeschichtliche Entwicklung beider Kuppen zu erhalten. Eine enge Zusammenarbeit mit den Geophysikern, die die seismische Vermessung dieser Bänke vornahmen und mit den Biologen, die das Benthos

untersuchten, war hierzu erforderlich. Abgesehen von diesen beiden Schwerpunkten wurde außerdem geologisches Material vorwiegend im Gebiet zwischen den Kanarischen Inseln und Afrika sowie auf einigen Stationen im Bereich des marokkanischen Schelfs gesammelt. Mit diesem Bericht werden einige Ergebnisse nach ersten Untersuchungen mitgeteilt.

#### 4.2.7.1. Geologische Geräte und ihr Einsatz

Auf Grund der Erfahrungen, die vor allem während der Fahrt mit „Meteor“ im Indischen Ozean gesammelt worden waren, erfolgte die Verbesserung, die Ausrüstung und der Einsatz der geologischen Geräte.

Es wurden benutzt: Kolbenlot, Schwerelot, Kastenlot, großer Kastengreifer, Backengreifer, Kettensackdredsche, Tonnendredsche, Zylinderdredsche, Unterwasser-Fernsehanlage.

Das Kolbenlot hat sich immer wieder beim Einsatz in der Tiefsee bewährt. Es bringt nahezu ungestörte Proben und übertrifft alle anderen Geräte durch die Länge der Kerne (längster bisher auf „Meteor“ gewonnener Sedimentkern = 13,34 m).

Das benutzte Gerät (Nachkonstruktion des Kullenberglotes nach einem amerikanischen Muster von La Jolla/Calif.) besteht aus dem eigentlichen Kolbenlot, einem Voreillot sowie einer Ausklinkvorrichtung (siehe auch Tab. 8).

Als Voreillot dient das Schwerelot (s. unten). Die Seillänge für das Voreillot muß variiert werden entsprechend der erwarteten Bodenbeschaffenheit. Bei festerem Boden Verkürzung um 0,5–1 m gegenüber der Länge bei weichem Sediment. Das Kolbenseil ist mit einem Schäkel am Unterende der Ausklinkvorrichtung befestigt. Dadurch ist es ohne Schwierigkeit von der Ausklinkvorrichtung zu trennen. Der Schäkel am Kolbenseil läßt sich über einen breiten Block am Ladebaum bis an die Winde einholen, so daß auch ein Kolbenlot mit 15 m Rohr bis auf die Höhe des Arbeitsdecks gehievt werden kann.

Für das Adeckbringen des Kolbenlotes war die um zwei senkrecht zueinander stehende Achsen drehbare Fangvorrichtung (s. Abschnitt 2.1.) von großem Nutzen. Außerdem erleichterte der neue Ausleger an der Winde 10 sehr diese Arbeiten.

Das Schwerelot kann auch unabhängig vom Kolbenlot eingesetzt werden. Wegen der im allgemeinen relativ geringen Probenausbeute wurde es aber nur dann verwandt, wenn aus technischen oder zeitlichen Gründen das Kolbenlot nicht benutzt werden konnte (technische Einzelheiten siehe Tab. 8).

Mit dem Kastenlot von KÖGLER lassen sich bis zu 4 m lange ungestörte Kerne mit quadratischem Querschnitt (15×15 cm) gewinnen. Man erhält sicher die Sedimentoberfläche, gewinnt wegen des größeren Querschnitts im Vergleich zum Kolbenlot einen besseren Einblick in die Sedimentstruktur und hat mehr Probenmaterial für Detailuntersuchungen zur

Verfügung. Der Doppelklappverschluss scheint jedoch bei Einsatz in der Tiefsee nicht zuverlässig zu arbeiten. Technische Einzelheiten, auch über Kastengreifer, Backengreifer und Unterwasser-Fernsehkamera, siehe G. DIETRICH et al. 1966.

Der große Kastengreifer von REINECK, der einen ungestörten Sedimentquader von  $20 \times 28 \times 45$  cm austicht, wurde mehrmals mit Erfolg bei sandigem Boden eingesetzt; bei ungleichkörnigem Grobsand, der meist auf den Kuppen auftrat, versagte er allerdings.

Hier bewährte sich der Backengreifer von VAN VEEN. Dieses Gerät liefert in der Regel eine ungestörte Sedimentoberfläche ( $33 \times 30$  cm); im unteren Bereich der Bodenprobe tritt durch die scherende Bewegung der Backen eine Störung des Sedimentkörpers auf. Wenn möglich, wurden mehrere kleine Sedimentkerne mit einem Plexiglasrohr aus der Probe ausgestochen, um einen Einblick in die kleinräumigen Fazieschwankungen an der Oberfläche und im Profil (max. 15 cm tief) zu erhalten.

Zur Gewinnung von größeren Gesteinsbrocken wurden verschiedene Dredschchen eingesetzt. An den meisten Dredschchen war eine Sollbruchstelle angebracht, um beim Verklemmen des Gerätes auf dem Meeresboden seinen Verlust durch Reißen der Trosse zu vermeiden. Auf dem Kuppenplateau, wo biogener Kalksand und wenig verfestigter poröser Kalkstein vorherrschen, lieferte die Kettensackdredsch nach HAMILTON (s. Tab. 8) gute Ergebnisse. Bei einer Fahrt- bzw. Driftgeschwindigkeit von max. 1 Knoten wurde das Gerät je nach Stärke der Bodenberührung 10 bis 45 Min. über Grund geschleppt.

An den steileren Flanken der Kuppen, an denen felsiger Untergrund zu erwarten war, hat sich eine robuste Tonnendredsch (Nachkonstruktion eines amerikanischen Musters von La Jolla/Calif.) außerordentlich bewährt (s. Tab. 8). Die Tonnendredsch förderte zahlreiche große Blöcke von Kalkstein und Basalt an Deck (vgl. Abb. 25 und 26).

Dredschverfahren am Kuppenhang: Das Schiff wurde über der gewünschten Anfangstiefe gestoppt, das Gerät bis zu dieser Tiefe gefiert. Dann wurde mit ca.  $\frac{1}{2}$  Knoten gegen den Hang angedampft, dabei wurde Trosse nachgegeben, bis Bodenberührung zu verspüren war, und anschließend je nach der gewünschten Endtiefe und der Intensität der Bodenberührung bei einer Schleppgeschwindigkeit von max. 0,5–1,0 Knoten 10–30 Minuten gedredsch.

Um auch feineres Material bei Dredschzügen aufzufangen, wurden Zylinderdredschchen (s. Tab. 8) mit geschlossenen Böden an biologischen und geologischen Bodengeräten angebracht. Je eine kleine Zylinderdredsch wurde außen an der Unter- und Oberseite des Kettensacks befestigt. Die Probenaussbeute der kleinen Zylinder war nicht sehr befriedigend. An einem 1 m langen Stropp wurde hinter der Kettensack- bzw. Tonnendredsch eine große Zylinderdredsch nachge-

schleppt. Auch im Rahmen des Agassiz-Trawls wurde an zwei gegenüberliegenden Ecken je eine große Zylinderdredsch mit einem ca. 1 m langen Stropp angebracht. Die große Zylinderdredsch war in der Regel halbgefüllt mit feinem Material, stellenweise auch mit vereinzelt Gesteinsbrocken. Diese Proben sind eine wertvolle Ergänzung zu dem übrigen Gesteinsmaterial aus Dredschchen und Trawls.

Durch die Beobachtung des Bodens mit der Unterwasser-Fernsehkamera war es möglich, je nach der Bodenbeschaffenheit vorweg eine sinnvolle Auswahl beim anschließenden Einsatz von Bodengeräten zu treffen. Von großem Vorteil erwies sich die Möglichkeit, das Bildmaterial vom Unterwasserfernsehen auf Magnetband zu speichern.

Trotz der z. T. sehr schwierigen Bodenverhältnisse im Bereich der Kuppen war die Probenaussbeute sehr gut. Dies ist nicht zuletzt dem Geschick des Bootsmanns und der Decksmatrosen bei der Handhabung der Geräte und beim Fahren der Winden sowie der Erfahrung des Kapitäns und der Schiffsoffiziere beim Manövrieren des Schiffes zu verdanken. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß kein geologisches Gerät auf dieser Fahrt verlorenging.

#### 4.2.7.2. Gebiet zwischen den Kanarischen Inseln und Afrika

Für Prof. G. MÜLLER, Universität Heidelberg, wurde auf sieben Stationen während der Fahrt von Las Palmas zum marokkanischen Schelf Sedimentmaterial gesammelt.

Nach einer ersten Auswertung liegt auf der Concepción-Bank und auf dem afrikanischen Schelf bei 169 m Wassertiefe nordnordöstlich von Kap Juby biogener Kalksand. In der stellenweise bis zu 2000 m tiefen Senke zwischen den östlichen Kanarischen Inseln und der Concepción-Bank im Westen und dem afrikanischen Schelf im Osten ist nach dem gewonnenen Material vorwiegend ein grünlichgrauer, Foraminiferen führender Schlick vorhanden, der an der Meeresbodenoberfläche eine bräunliche Oxydationszone zeigt.

#### 4.2.7.3. Marokkanischer Schelf

Die geologischen Proben aus Zylinderdredschchen und Trawls zeigten für 370–355 m Wassertiefe dunkelgrüne tonige Feinsande, die vorwiegend aus gut erhaltenen Foraminiferen und Glaukonitkörnern bestehen. In Tiefen von 170–140 m liegen braune, schwach tonige biogene Kalksande mit geringem Glaukonitgehalt. Sie setzen sich im wesentlichen aus feinem, stark korrodiertem Kalkschalenbruch zusammen. Rezentes biogenes Material fehlt nahezu. Außerdem sind gewonnen worden braune, außen abgerundete, glänzende, schwach quarzsandige Kalkbrocken mit Glaukonitkörnern und Foraminiferen sowie graue, verkieselte, feingeflaserte Tonmergelsteine. Letztere sind auch in Meerestiefen von 370–355 m vorhanden.

Danach werden im Bereich des marokkanischen Schelfs wie auf vielen anderen Schelfgebieten der Ozeane stellenweise pleistozäne Reliktsedimente auf dem Meeresboden ohne wesentliche rezente Sedimentbedeckung anstehen. – Nach einigen Proben scheinen auf dem südlichen portugiesischen Schelf ähnliche Verhältnisse vorzuliegen.

#### 4.2.7.4. Josephine-Bank

Die Josephine-Bank ist eine etwa NNW-SSE gestreckte Kuppe von fast ovalem Umriß, deren höchster Teil (weniger als 200 m Meerestiefe) in der südlichen Hälfte liegt. Dieses südliche Gebiet auf der Kuppe, ihr Abhang sowie die anschließenden Tiefseebecken waren das Hauptarbeitsfeld der Geologen (s. Abb. 22). Die Stationen auf dem Plateau und am Kuppenabhang wurden auf Grund der topographischen Vermessung festgelegt, die in der Tiefsee nach dem Ergebnis der Pneuflex-Vermessung.

Am Aufbau des Kuppenplateaus sind im wesentlichen drei Gesteinstypen beteiligt. Hier wurden häufig vulkanische Festgesteine von basaltischem Typus gewonnen. Alle vulkanischen Gesteinsproben sind von einer mehr oder weniger mächtigen, bräunlichen Verwitterungsrinde umgeben. Der äußeren Form nach sind zwei Gesteinstypen zu unterscheiden. Der eine weist eine unregelmäßig gestaltete, löcherige Oberfläche auf mit z. T. tiefen Rissen. Diese Proben sind meist flach, zum Teil langgestreckt und besitzen in Einzelfällen wulstige Fließtexturen. Sie ähneln rein äußerlich vulkanischen Schlacken. Der zweite Typ wirkt massig und wird oft von ebenen Flächen umgeben. Sie deuten auf Klüftung hin, nach der das Gestein stückig zerfiel. Ein Probenstück ähnelt in seinem äußeren Habitus einer gedrunenen, sechseckigen Basaltsäule. Dieser Gesteinstyp tritt in den Fängen wesentlich seltener auf.

Im frischen Bruch zeigen diese Gesteine fast durchweg eine stark dunkelgraue bis blauschwarze Färbung. Die Struktur ist hemikristallin, z. T. hemikristallinporphyrisch, ohne daß sich die Einsprenglinge makroskopisch sicher diagnostizieren ließen. Die Textur ist in den meisten Fällen massig, hin und wieder wurden allerdings auch Proben gefunden, die eine poröse Textur und Mandeln aufwiesen.

Hellgraue biogene Kalksteine sind gleichfalls weit verbreitet. Die Textur dieser Kalke ist meist löcherig bis porös, einzelne Stücke sind massig. Die Oberfläche der Kalke ist in allen Fällen sehr unregelmäßig gestaltet. Eine typische Form zeigt Abb. 25. Auf einer Station (9133 a) wurde eine Breccie aus vulkanischem Festgestein gedredet, deren Komponenten in biogenem Kalk eingebettet waren.

Abgesehen von diesen Festgesteinen brachten die Bodengeräte biogene Lockersedimente sehr unterschiedlicher Korngrößen an Bord. Sie setzen sich zusammen aus Bruchstücken von Zweischalern, Schnecken, See-

igelgehäusen und -stacheln, Korallen und Bryozoen sowie Pteropoden- und Foraminiferenschalen. In einigen Fällen enthalten diese biogenen Kalksande kleine Bruchstücke von basaltischem Gestein.

Das Unterwasser-Fernsehen in Meerestiefen zwischen 190 und 340 m war für die geologischen Untersuchungen auf der Kuppe eine ausgezeichnete Hilfe. Die Höhenunterschiede des Meeresbodens waren während der Beobachtungszeit (50 bis 100 Minuten) sehr unterschiedlich. Auf einigen Stationen wurden weitgehend ebene Flächen überdriftet, auf anderen mußten Steilstufen von 10 bis 40 m überwunden werden. Die ebenen Flächen zeigten teils felsigen Grund ohne oder mit nur geringer Sedimentbedeckung, teils aber auch völlige Überlagerung durch biogenen Sand und vereinzelte poröse Kalksteine. Die morphologisch stärker gegliederten Plateaubereiche wiesen außer den Steilstufen tiefe Rinnen und breitere Mulden auf. Vor den Stufen und in den Hohlformen waren biogener Sand, poröse Kalksteine und „Basalt“-Schutt angereichert. Strömungsbedingte Sedimentstrukturen waren selten, biogene Spuren relativ häufig zu beobachten.

Das am oberen Teil des steileren Kuppenabhanges gewonnene Material deckt sich weitgehend mit dem auf dem Plateau. Es wurden auch von hier Basalte in der bereits geschilderten Ausbildung geborgen, außerdem löcherige bis poröse Kalksteine aus biogenem Schalendetritus und in den Zylinderdredschern biogener Kalksand. Die geologischen Verhältnisse am oberen Abhang der Josephine-Bank dürften demnach jenen auf dem Plateau gleichen.

Auf dem weiten flachen West- bis Nordwestabhang der Kuppe konnte eine größere Mächtigkeit an Lockersedimenten erwartet werden. In den drei hanghöchsten Stationen (9112, 9113, 9114) brachten die Geräte kein befriedigendes Ergebnis. Kompakter Foraminiferensand mit nur geringfügiger toniger Komponente verhinderte ein tieferes Eindringen der Lote. Infolgedessen war die Probenausbeute gering und die Rohre des Kolbenlotes wurden oft verbogen.

Der Übergang zur tonigen Beckenfazies (Globigerinenschlamm) deutet sich erst in den beiden Kolbenlotkernen im äußersten Nordwesten an (Stat. 9106 und 9108).

In der Senke nordöstlich der Josephine-Bank, in der nach der seismischen Vermessung eine größere Sedimentmächtigkeit zu erwarten war, wurde Foraminiferenschlamm mit Foraminiferensandlagen angetroffen. Dieses biogene Sediment ist überall von vulkanischem Material in erheblicher Menge durchsetzt. Im östlichsten Kern lagert es auf einem dunkelgrün-grauen, sehr festem feinkörnigem Tuffit, der ein weiteres Eindringen des Kolbenlotes verhinderte. Im Tiefseebecken südlich der Bank wurde toniger Foraminiferenschlamm beobachtet, der im Südsüdwesten nahe der Kuppe noch Foraminiferensande enthält. Der Tiefseeboden wird somit in der ferneren Umgebung

der Josephine-Bank von Foraminiferenschlamm (Globigerinenschlamm) eingenommen, der in Richtung zur Kuppe in einen kompakten Foraminiferensand übergeht (Abb. 22). In diesen Sedimenten findet sich stellenweise vulkanisches Material, z. T. als Tuffit. Im oberen Teil des Kuppenabhanges und auf dem Plateau stehen vulkanische Gesteine an, die an verschiedenen Stellen von biogenen Kalken überlagert werden. Nach dem gewonnenen Material handelt es sich vorwiegend um subrezente, wahrscheinlich auch um pleistozäne Kalke. Es ist nicht ausgeschlossen, daß gelegentlich auch ältere, evtl. jungtertiäre biogene Kalksteine vorhanden sind. Die vulkanischen und kalkigen Gesteine sind stellenweise von vorwiegend rezemem biogenen Kalksand überdeckt. – Die Faziesverteilung der Sedimente auf der Kuppe und in ihrer näheren Umgebung zeigt damit deutliche Beziehungen zur Morphologie des Meeresbodens.

#### 4.2.7.5. Große Meteor-Bank

Nach dem bisher vorliegenden spärlichen geologischen Material von der Großen Meteor-Bank sind auf dem Plateau poröse Kalksteine vorhanden, die z. T. eine miozäne pelagische und benthonische Foraminiferenfauna enthalten. Die Kalke sind häufig von vorwiegend rezemem biogenen Kalksand bedeckt. Von der Flanke der Kuppe ist ein kleines verwittertes Basaltstückchen gewonnen worden (PRATT 1961, 1963).

Die meeresgeologischen Untersuchungen auf der Meteor-Bank hatten das Ziel, über die bisherigen Ergebnisse hinaus Plateau und Abhang der Kuppe näher zu erforschen und festzustellen, wieweit die Sedimentation in der benachbarten Tiefsee heute und in der jüngeren Vergangenheit durch die Meteor-Bank beeinflusst wird bzw. wurde.

Das auf 22 Stationen im Bereich des Plateaus gewonnene Sedimentmaterial liefert zusammen mit den Aufnahmen durch das Unterwasser-Fernsehkamera-System einen recht guten Einblick in die dortigen geologischen Verhältnisse. Die Stationen mit Unterwasser-Fernseh-Aufnahmen liegen in Wassertiefen zwischen ca. 270 und 350 m. Die Höhenunterschiede des Meeresbodens überschritten während des Beobachtungszeitraumes – durchschnittlich 40 Minuten – nur in einem Fall 5 m. Es liegt also hier im Gegensatz zur Josephine-Bank kein ausgeprägtes Relief vor. Das flache und morphologisch nur geringfügig gegliederte Plateau ist einheitlich mit wohl vorwiegend rezemem biogenen Kalksand wechselnder Korngröße bedeckt. Nach den Proben setzt er sich zusammen aus Foraminiferen, Pteropoden sowie Bruchstücken von Bryozoen, Korallen, Muscheln, Schnecken u. a. Zahlreiche Spuren zeugen von Bodenleben in diesen ebenen Kalksandgebieten. Strömungsbedingte Sedimentstrukturen wurden nur auf zwei Stationen beobachtet. Dort gaben Rippelmarken Hinweise auf eine gerichtete Bodenströmung. Nur gelegentlich ragten aus dem

Kalksand poröse, z. T. wenig verfestigte Kalksteine von ähnlicher Ausbildung wie auf der Josephine-Bank hervor, die subrezentes bis jungtertiäres Alter haben dürften (Abb. 25). Im Gegensatz zu den Verhältnissen auf der Josephine-Bank wurde vulkanisches Material auf dem Plateau nicht festgestellt. Es ist anzunehmen, daß im Bereich der Kuppenoberfläche Kalksand und Kalkstein das vulkanische Gestein überlagern.

Am Abhang der Kuppe wurde vorwiegend mit der sehr robusten Tonnendredsch gearbeitet. Die Aufnahmen des Unterwasser-Fernsehens am Nordwesthang hatten gezeigt, daß die Bedeckung mit porösem Kalkstein bis mindestens 570 m hinunterreicht; daher wurden die Dredsch generell tiefer angesetzt als auf der Josephine-Bank, um vulkanisches Material zu sammeln. Am Süd-, Südost- und Osthang der Kuppe konnten in Tiefen zwischen 850 und 510 m zahlreiche Basaltbrocken (teils bis zu 65 cm im Durchmesser!) gewonnen werden, die petrographisch denen auf der Josephine-Bank ähneln (s. Abb. 24 und 26). Besonders interessant war jedoch in diesen Dredschefängen das Auftreten von dichten harten Kalken. Einige dieser Kalke sind gelbbraun, dicht, brecciös, eisenschüssig und führen Großforaminiferen sowie Kalkalgen und verschiedene biogene Bruchstücke, andere sind grau bis fast schwarzgrau gefärbt und enthalten viele pelagische Foraminiferen. Sie dürften ins Tertiär zu stellen sein. Meist fanden sich in den Dredsch poröse Kalke, die denen auf dem Plateau ähnelten. Die Bodengreifer sowie die an den Dredsch und Trawls befestigten Zylinderdredsch brachten am Hang ähnlich zusammengesetzten biogenen Kalksand wie auf dem Plateau.

In der die Kuppe umgebenden Tiefsee wurde fast ausschließlich mit dem Kolbenlot gearbeitet, da möglichst lange Sedimentkerne gewonnen werden sollten. Die geologische Position der Lotstationen wurde stets nach dem Ergebnis der Pneuflex-Vermessung festgelegt. So wurde die Station 9165 westlich der Kuppe nach der Seismik dort angesetzt, wo in einer Wassertiefe von 3930 m das Tiefseesediment gegen eine örtliche Aufragung von wahrscheinlich vulkanischem Gestein auskeilt. Im Kolbenlot lagert ca. 1,5 m Globigerinenschlamm über hartem vulkanischem Gesteinsschutt, der offenbar von der Aufragung stammt (s. Abb. 27). Der längste Sedimentkern von 13,34 m ist aus 4660 m Meerestiefe (Stat. 9176) östlich der Kuppe gewonnen worden.

Nach ersten Untersuchungen besteht das Tiefseesediment in der Umgebung der Großen Meteor-Bank vorwiegend aus hellbraunem bis weißlichem reinem Kalkschlamm mit wechselndem Gehalt an Foraminiferen (Globigerinenschlamm). Ein aufgeschnittener Kastenlotkern von 3,06 m Länge zeigt einen dreifachen Wechsel von hellen und dunkleren Partien, wobei erstere kalkreich und foraminiferenreich, letztere tonreich und foraminiferenarm sind. Im Gegensatz

zum Foraminiferen-führenden Kalkschlamm in der näheren Umgebung der Kuppe erbrachte ein Kern ca. 150 sm ostnordöstlich der Meteor-Bank aus dem nördlichen Teil des Kapverdischen Beckens (5370 m Wassertiefe) einen braungrauen Tiefseeton, in dem größere Kalkorganismen praktisch fehlen.

Um die Verbindung zwischen den Proben am Hang und denen aus großen Meerestiefen herzustellen, wurde ein Bodengreifer bei 2250 m im Norden der Kuppe gefahren. Er lieferte stark kalksandigen Kalkschlamm mit vielen Pteropoden.

Die genaue Bearbeitung des reichen Materials wird sicherlich einen guten Überblick über den geologischen Aufbau und die erdgeschichtliche Entwicklung der Großen Meteor-Bank und ihrer näheren Umgebung erbringen. Zur Zeit kann folgendes gesagt werden: Rund um die Meteor-Bank ist der Tiefseeboden von Globigerinenschlamm bedeckt (s. Abb. 24). Er überlagert auf einer Station westlich der Kuppe vulkanischen Gesteinsschutt (s. Abb. 27). Am NW-Hang geht Globigerinenschlamm bei 2250 m Wassertiefe (Stat. 9192) in einen tonigen Foraminiferensand über. In tieferen Teilen des Kuppenabhangs steht an verschiedenen Stellen basaltisches Gestein (s. Abb. 26) an, das hangaufwärts von Kalksteinen verschiedener Ausbildung wahrscheinlich überlagert wird. Poröser biogener Kalkstein und Kalksand bilden das Plateau der Kuppe (s. Abb. 24).

Schon die erste Auswertung des geologischen Materials von der Josephine-Bank und von der Großen Meteor-Bank zeigt somit eine gewisse Übereinstimmung in Gesteinsaufbau und -ausbildung. Unterschiede sind aber vorhanden, die auf eine etwas verschiedenartige erdgeschichtliche Entwicklung hinweisen. Dies wird noch deutlicher zu erkennen sein, sobald die Faziesgebiete mit Hilfe der Ergebnisse der Pneumflex-Vermessung genauer abgegrenzt worden sind und das gesammelte Material genau untersucht worden ist.

#### 4.2.7.6. Physikalische Untersuchungen an Sedimentkernen

Im Rahmen einer Zusammenarbeit zwischen Geologen und Physikern wurden vor einigen Jahren in der Bundesanstalt für Bodenforschung Versuche an Sedimentkernen aus dem Indischen Ozean unternommen, um durch die Bestimmung einiger physikalischer Kennzeichen weitere Anhaltspunkte über den Schichtaufbau der Meeressedimente zu erlangen. Die Ergebnisse dieser Versuche ergänzen sehr gut die biostratigraphische, sedimentpetrographische und geochemische Bearbeitung. Die physikalischen Untersuchungen hatten aber auch gezeigt, daß sie am zweckmäßigsten sofort nach Sammlung des Kernmaterials durchgeführt werden, um einwandfreie Werte zu erhalten. Deshalb wurden auf den Fahrtabschnitten 6 und 7 Bestimmungen der Naßdichte und der Schallgeschwindigkeit an Sedimentkernen und bodenmechanische sowie rheologische Un-

tersuchungen während des 7. Fahrtabschnittes vorgenommen (siehe 4.2.6. Bericht Marine Geophysik auf Seite 27).

Nach erster Auswertung der Meßergebnisse ist der Dichteverlauf in den Kernen im allgemeinen nicht sprunghaft; eine Zunahme der Dichte vom Hangenden zum Liegenden ist erkennbar. Zwei Kerne bilden dabei eine Ausnahme. In dem einen Fall kann als Ursache für den relativ starken Dichtewechsel das Auftreten von Tuffitlagen verantwortlich gemacht werden, in dem anderen Fall liegen noch keine entsprechenden Anhaltspunkte für eine Erklärung vor.

Die bisher nur teilweise erfolgte Auswertung der Schallgeschwindigkeitsmessungen zeigt insofern interessante Ergebnisse, als Sedimentkerne oftmals nicht beschallbar waren. Dies deutet auf Unterschiede in der Beschaffenheit des Materials hin.

Die bodenmechanischen und rheologischen Untersuchungen an den Sedimentkernen sollen Aussagen zu spezifischen geologischen Fragen ermöglichen (Grad der Konsolidation, Anlage von submarinen Rutschungen, turbidity currents u. a.). Insgesamt wurden annähernd 1200 Untersuchungen über die Scherfestigkeit und 250 Untersuchungen über die Fließeigenschaften der Sedimente vorgenommen. Zum Einsatz kam dabei ein Rotationsviskosimeter mit verschiedenen Meßeinrichtungen (Flügelrehkörper, Couette-Meßprinzip mit profilierten Drehkörpern). An den Proben wurden gemessen: Scherfestigkeit im ungestörten Zustand, Scherfestigkeit im gestörten (remoulded) Zustand, Strukturempfindlichkeit (sensitivity), Zähigkeit (Viskosität), Thixotropie. Von einigen wenigen Proben wurde der Wassergehalt nach der CM-Methode bestimmt. Folgende Ergebnisse wurden bisher erzielt:

- a) Die Proben des Kolbenlotes sind – abgesehen von einer Randzone (etwa 1 cm) – im wesentlichen ungestört im bodenmechanischen Sinne.
- b) Die Tiefseetone der Stat. 9143 (150 sm ENE der Großen Meteor-Bank) zeigen – im Vergleich zu bekannten terrestrischen Tönen – eine hohe Zähigkeit: mehr als 1000 Poise bei Fließgrenzen um 10 p/cm<sup>2</sup>. Sie sind nur schwach thixotrop.
- c) Der Globigerinenschlamm ist durchweg sehr strukturviskos. Er besitzt starke, jedoch nur teilweise regnerierbare Thixotropie.
- d) Die im Kern des Kastenlotes von Stat. 9177 durchgeführte kontinuierliche Messung der Scherfestigkeit zeigt einen deutlichen rhythmischen Verlauf (3 Zonen geringerer Scherfestigkeit).
- e) Bei Anwendung des  $\rho=0$ -Verfahrens einer Standicherheitsberechnung ergibt sich, daß toniger Globigerinenschlamm mit einer mittleren gemessenen Kohäsion von  $c = 60$  p/cm<sup>2</sup> am Anfang der Konsolidation sich an einem Hang mit der Neigung von 10° in einer Sedimenthöhe von ungefähr 17 m halten kann (bei 3° ungefähr 60 m).



Diese an Bord vorgenommenen physikalischen Untersuchungen werden zusammen mit den biostratigraphischen, sedimentologischen und geochemischen Arbeiten sowie mit den physikalischen Bestimmungen des Alters, des Paläomagnetismus u. a. einen genauen Einblick in den Aufbau der Meeressedimente und des Gesteinsmaterials ergeben. Die Untersuchungen können zum Teil ohne Bedenken in der Heimat durchgeführt werden, da das Sedimentmaterial bereits an Bord im Kühlraum bei einer Temperatur von 0–4 °C aufbewahrt wird, um eine schädigende Bakterientätigkeit zu verhindern.

4.2.8. *Meeresbiologie*. Bericht G. HEMPEL unter Mitarbeit von J. KINZER und HJ. THIEL (Hierzu Abb. 28, 29, 30)

#### 4.2.8.1. Problemstellung

Die biologischen Arbeiten hatten zwei Schwerpunkte: Die Untersuchungen über die Bodenbesiedlung der Josephine- und der Meteor-Bank. Auf den Vergleich mit anderen Kuppen verschiedener Plateauhöhe wurde aus Zeitmangel verzichtet. Auch die vergleichende Bearbeitung des nordwestafrikanischen und iberischen Schelfes wurde nach den orientierenden Voruntersuchungen auf Reise 8 zurückgestellt zugunsten einer sehr eingehenden Aufnahme der beiden großen ozeanischen Kuppen. Ähnlich wie in der physikalischen und chemischen Ozeanographie standen auch bei den Biologen neben dem eigentlichen Kuppenprogramm Arbeiten im offenen Ozean auf dem Plan, besonders auf der Dauerstation des 4. Fahrtabschnittes und auf den langen Dampfstrecken der Fahrtabschnitte 6 und 7 wurde die Zusammensetzung der Echostreuschichten und des Neuston in ihren tagesperiodischen Veränderungen sowie das Verhältnis Phytoplankton zu Nährstoffen analysiert. Diese Haupttrichtung biologischer Arbeiten auf den Kuppenfahrten seien im folgenden näher charakterisiert.

#### 4.2.8.2. Arbeiten am Meeresboden

Die Arbeiten am Makro- und Meiobenthos der Kuppen wurden während der Fahrtabschnitte 6 und 7 von 5 Wissenschaftlern durchgeführt: THIEL (Makro- und Meiobenthos quantitativ, Leiter der Arbeitsgruppe), DIEHL (Ascidien), FECHTER (Echinodermen), GRASSHOFF (Anthozoen), HESTHAGEN (bodennahes Plankton).

Die Fische aus den am Boden und im Pelagial fischenden Netzen sammelte MAUL (Madeira) unter Assistenz von VAN THIELEN.

Als wichtigste Fanggeräte der Benthos-Arbeitsgruppe wurden eingesetzt (s. auch Tab. 8): a) Bodengreifer nach VAN VEEN und Kastengreifer nach REINECK, sie dienten gleichzeitig der Gewinnung von Makro- und Meiobenthos. Auch für geologische Analysen wurden Teilproben abgezweigt. b) Verschiedene Dredschen und ein Polypgreifer. Die Hänge der Bänke erwiesen sich als so hart, daß nur die schweren

Dredschen der Geologen Gesteinsbrocken mit Aufwuchs förderten. c) Zur Erfassung des Planktons in unmittelbarer Nähe des Bodens konnte erstmalig im offenen Atlantik das Schlittennetz nach BEYER (Abb. 30) eingesetzt werden. d) zum Fang von Makrobenthos und Fischen diente das Agassiz-Trawl und – in seltenen Fällen – das Kuttertrawl. e) Der Einsatz des Unterwasserfernsehens (Abb. 28), jetzt mit Video-Recorder und Unterwasserfotografie kombiniert, lieferte sehr wichtige Aufschlüsse über die Bodenkonfiguration und ihre Auswirkung auf die Verbreitung der Bodenfauna. Es bot auch einen Anhalt zur Beurteilung der Selektivität der einzelnen Fanggeräte.

Um die Fauna auf dem Flach der Bänke in ihrer Zusammensetzung und quantitativen Variabilität gut erfassen zu können, wurde innerhalb der 300 m-Linie auf der Josephine-Bank und 400 m-Linie auf der Meteor-Bank ein enges Stationsnetz bearbeitet. Auf jeder Station wurde zuerst einer der Bodengreifer zwei- bis fünfmal eingesetzt, es folgte eine etwa einstündige Fernseh-Beobachtung vom treibenden Schiff aus. Erwies sich dabei der Boden als eben, so wurde anschließend mit dem Beyer-Schlittennetz und dem Agassiz-Trawl gefischt.

Der Vergleich zwischen Meteor- und Josephine-Bank war sehr lohnend. Während die Meteor-Bank fast ganz mit biogenem Kalksand bedeckt und damit in ihrer Fauna sehr einförmig ist, bietet die Josephine-Bank mit ihrem Wechsel zwischen Basaltregionen, Sandflächen und einzelnen Kalkriffen eine etwas größere Vielfalt der Biotope.

Die Kalksteine auf beiden Bänken waren fast unbesiedelt. Die Basaltblöcke am Rande der Bänke trugen eine sessile Fauna, die auf der Meteor-Bank offenbar artenärmer ist als auf der Josephine-Bank. Auffallend ist ferner das Auftreten kleiner Individuen von Gastropoden, Decapoden und Crinoiden auf der Meteor-Bank. Eine Beziehung ihrer Fauna zum westindischen Gebiet wird vermutet.

Im Vergleich zu Schelfgebieten gleicher Tiefenstufe ist die Meteor-Bank nur dünn besiedelt. Auf beiden Bänken herrschen Filtrierer vor. Räuber und Sedimentfresser spielen in dieser armen Lebensgemeinschaft nur eine geringe Rolle. Die Fischfauna, soweit sie vom Trawl erfaßt wurde, ist arm an Arten und Individuen. Wie weit sich auf den Kuppen eigene Rassen entwickelt haben, läßt sich noch nicht entscheiden. Die Auswertung der gesammelten Bodenfauna muß zeigen, wie weit diese ersten Eindrücke belegt werden können. Über die Bodenplanktonfänge kann bisher nur gesagt werden, daß sich das Netz auch bei schlechtem Wetter und über relativ großen Wassertiefen gut bewährt hat. Um den Nachschub an Brut sessiler Formen vom Schelf zu erfassen und die Larvenfauna der Kuppen kennenzulernen, führte VIVES (Barcelona) eine größere Anzahl von Schließnetzfangen mit dem Nansennetz durch.

#### 4.2.8.3. Arbeiten im freien Wasser

Arbeiten am Mikroplankton wurden nur auf dem 4. Fahrabschnitt von HAGMEIER durchgeführt. Neben methodischen Untersuchungen über die Vergleichbarkeit verschiedener Anreicherungsverfahren (Sedimentieren, Zentrifugieren, Filtrieren mit Gaze und Membranfiltern) konnte auf den beiden großen hydrographischen Schnitten über die Meteor-Bank und auf der Dauerstation systematisch die Variabilität des Feinplanktons in den obersten 250 m erfaßt werden. Erste Zählungen ergaben einen extrem geringen Gehalt an Mikroplankton. Dies ist in guter Übereinstimmung mit den Befunden der Meereschemiker, die praktisch keine Nährstoffe im Oberflächenwasser fanden.

Die in und unmittelbar unter der Oberflächenschicht lebende Fauna des Neuston wurde von HEMPEL und HARTMANN mit dem Neustonnetz nach DAVID gesammelt. Dies Gerät war um zwei weitere Netze, die in 30 und 50 cm unter der Oberfläche fischten, erweitert worden. Fänge vom Verkehrsboot aus und in kurzem Zeitabstand wiederholte Fänge der „Meteor“ erlaubten Rückschlüsse auf die tagesperiodischen Veränderungen des Neuston in eng begrenzten Seegebieten. Danach wird die Oberflächenschicht von größeren Fischlarven und Jungfischen (vor allem *Scomberesox*) nur nachts aufgesucht, während jüngere Larven ganztägig im Neuston leben. Fischlarven anderer Arten sind dagegen nur tagsüber oder nur in der Morgen- und Abenddämmerung im Neuston zu finden. Bei den Evertibraten zeigten sich ebenso krasse tagesperiodische Unterschiede. Auch hier gibt es permanente und temporäre Angehörige des Neuston. Zweifellos bietet die Grenzschicht des Neuston ein wichtiges Nahrungsreservoir für Fischbrut, die andernfalls in der Roßbreitenregion wenig Planktonnahrung findet.

Da sowohl auf den Fahrabschnitten 4 als auch 6 und 7 Neuston gesammelt wurde, sind erste geographische und jahreszeitliche Vergleiche möglich. Die Bearbeitung des Materials ist weit fortgeschritten. Es wird ergänzt durch Stufenfänge des Helgoländer Larvennetzes mit Wechselbecher; diese Fänge sollen zeigen, in welche Tiefen die Neustontiere bei ihren tagesperiodischen Vertikalwanderungen gelangen.

Großplankton und Mikronekton wurden unter Leitung von KINZER systematisch mit mehreren Geräten gesammelt, dabei wurde großer Wert auf die getrennte Probenentnahme in verschiedenen Wasserschichten gelegt. Die geschleppten Geräte „Hai“ (Abb. 29) und Isaacs Kidd Midwater Trawl waren daher mit Wechselbechern bzw. Wechselsteerten ausgerüstet, deren Austausch in bestimmten Tiefenstufen durch den Wasserdruck oder nach Zeitschaltwerk gesteuert wurde. Das Helgoländer Larvennetz war ebenfalls mit einer Wechselbechervorrichtung ausgestattet, die von Deck über Einleiterkabel betätigt wurde. Alle diese Wechselmechanismen befanden sich noch im Stadium der Erprobung, dementsprechend waren anfangs er-

hebliche technische Schwierigkeiten zu überwinden. Hierbei machten sich die Bord-Elektroingenieure besonders verdient. Der Haupteinsatz des Helgoländer Larvennetzes erfolgte auf der achttägigen Dauerstation des 4. Fahrabschnittes und auf zwei kurzen Dauerstationen der Abschnitte 6 und 7. Auf 2000–4000 m Wassertiefe wurde in Nachbarschaft der Josephine-Bank und Meteor-Bank in dreistündigem Turnus die Wassersäule von 900–0 m und von 200–0 m jeweils in 6 Tiefenstufen durchfischt und damit ein reiches Material aus allen Tageszeiten zusammengetragen. Vermessungsschnitte über die Bänke wurden für eine größere Anzahl von Fängen mit dem „Hai“ genutzt, sie sollten Unterschiede in der Zusammensetzung des Kuppen-Plankton zu dem Plankton des offenen Ozeans zeigen.

Auf den langen Marschfahrten wurde ein relativ großes Programm an Schleppfängen mit „Hai“ und IKMT durchgeführt, das auf die Untersuchung der Echostreuschichten abzielte. Die Auswertung von Planktonproben rechnet zu den langwierigsten Arbeiten in der Meereskunde. Über Ergebnisse kann daher vorerst kaum etwas gesagt werden. Auf den ersten Blick ist das Zooplankton im Gebiet der Meteor-Bank mengenmäßig und artenmäßig ärmer als beispielsweise in der Biskaya, im Golf von Guinea und im Arabischen Meer. Allerdings sind die Unterschiede nicht so krass, wie nach den extrem armen Phytoplanktonfängen zu erwarten war. Der Armut an Zooplankton entsprach übrigens das schwache Vorkommen an Fischen und Tintenfischen während nächtlicher Lichtfangversuche. Nur unter den Bojen hatten sich kleine Fischschwärme versammelt. Haie und Fliegende Fische fehlten fast gänzlich, Seevögel waren außerordentlich selten.

Nach den Echolotaufzeichnungen mit 15-KHz-Schwinger bestanden tagsüber ausgeprägte Tiefenstreuschichten in 500–600 m und 800 m Tiefe. Die obere Streuschicht, die reich an Euphausiaceen und Copepoden war, stieg abends binnen 80 Minuten (6–7 m/min) zur Oberfläche. Die untere blieb unten. Dort wurden nachts in der gleichen Tiefenstufe wie am Tage regelmäßig Tiefseegarnelen (*Acanthophyra* spec.) in beträchtlicher Anzahl gefangen. Es steht zu hoffen, daß die langsam schwimmenden Komponenten der Tiefenstreuschicht mit dem Wechselbechernetz erfaßt wurden und daß aus dem Vergleich der Tages- und Nachtfänge mit „Hai“ und Neuston-Netz auf Wanderung der schnellen Euphausiden und Fische geschlossen werden kann.

LILLELUND führte Hälterungsversuche an Planktontieren durch. Diese Arbeiten dienten einerseits der Suche nach bordfähigen Aquariumsmethoden und stellten andererseits Vorversuche zur Bestimmung der Nahrungsaufnahme bei verschiedenen räuberischen Planktonkrebsen dar.

Schon bei den Vorbereitungen der Reise wurden

Besprechungen über die Bearbeitung des biologischen Sammelgutes durchgeführt. Museen bekundeten ihr Interesse und entsandten Spezialisten zur Teilnahme an der Expedition. Inzwischen ist das Material – bestehend aus mehreren tausend Einzelproben – in Hamburg und Kiel in taxonomische Gruppen vorsortiert

und steht zur weiteren Bearbeitung durch Systematiker bereit. Erst diese Detailanalyse wird uns Aufschluß geben über die Besonderheiten der Besiedlung der ozeanischen Bänke und über den vertikalen Faunen-Austausch zwischen verschiedenen Tiefenschichten des offenen Ozeans.

## Literatur

- BUDINGER, T. F., & B. J. ENBYSK (1960): Cobb Seamount, A Deep Sea Feature off the Washington Coast. — Dept. of Oceanogr., Univ. of Wash., Technical Rep. No. 60. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg (1966): Atlantische Kuppenfahrten 1967 des Forschungsschiffes „Meteor“. 20 S.
- DIETRICH, G. (1965): Tiefenkarte der Großen Meteor-Bank nach Lotungen des alten deutschen Forschungsschiffes „Meteor“ aus dem Jahre 1938. — Bild der Wissenschaft, Heft 2; 124.
- , (1966): Veränderlichkeit im Ozean. — Kieler Meeresforsch., 12, 2; 139–144.
- DIETRICH, G., G. KRAUSE, E. SEIBOLD & K. VOLLBRECHT (1966): Reisebericht der Indischen Ozean-Expedition mit dem Forschungsschiff „Meteor“ 1964–1965. — „Meteor“-Forsch. Erg., A, 1, 1–52.
- GIESEL, W., E. SEIBOLD (1968): Sediment-Echogramme vom Ibero-Marokkanischen Kontinentalrand. — „Meteor“-Forsch. Erg., C, 1, 53–75.
- PRATT, R. M. (1961): Erratic Boulders from Great Meteor Seamount. — Deep. Sea Res., 8; 152.
- , (1963): Great Meteor Seamount. — Deep. Sea Res., 10; 17–25.

## 5. Anhang: Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1

Fahrtabschnitte der „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“  
Cruise-sections of the “Atlantic Seamount Cruises 1967”

Reise	Fahrtabschnitte	Zeiten	Fahrtleiter	Reise	Fahrtabschnitte	Zeiten	Fahrtleiter
8	1 Hamburg – Casablanca	11. 1.–27. 1.	E. Seibold	9	5 Las Palmas (1) – Las Palmas (2)	9. 5.–10. 6.	H. Closs
	2 Casablanca – Lissabon	30. 1.– 9. 2.	E. Seibold		6 Las Palmas (2) – Funchal	14. 6.– 6. 7.	G. Hempel
	3 Lissabon – Hamburg	12. 2.– 7. 3.	E. Seibold		7 Funchal – Hamburg	10. 7.– 5. 8.	W. Schott
9	4 Hamburg – Las Palmas (1)	30. 3.– 5. 5.	G. Hempel				

Tabelle 2

An den „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“ beteiligte Wissenschaftler und Techniker  
List of scientists and technicians who participated in the “Atlantic Seamount Cruises 1967”

Name	Fachbezeichnung	Institut	Fahrtabschnitt
Ahemed, K. O.	Geophysiker	11	5
Aric, K., Dipl.-Geophys.	Geophysiker	10	5
Behrend, W.	Techniker, Phys. Ozeanogr.	2	4, 5
Bendorf, K.	Techniker, Geologie	3	6, 7
Bosshard, E., Dipl.-Geophys.	Geophysiker	11	5
Bouysse, Ph.	Geologe	23	7
Braß, G., Dipl.-Geophys.	Geophysiker	3	1, 4, 5
Braum, E., Dr.	Meereszoologe	5	7
Bruhn, E.	Techniker, Phys. Ozeanogr.	2	2, 3, 4
Brunsmeyer, K.	Techniker, Geophysik	3	5
Bungenstock, H., Dipl.-Geophys.	Geophysiker	3	5
Caleyá, I. de, Dr.-Ing.	Geologe	12	5
Cano, N.	Phys. Ozeanograph	12 a	3
Carlsen, D.	Techniker, Phys. Ozeanogr.	2	2, 3, 4
Castillejo, F. F. de	Phys. Ozeanogr.	12 a	5
Clauss, C. E., cand.	Student, Meteorologie	2	4
Closs, H., Prof. Dr.	Geophysiker	3	5
Cogollor, A. C., Dr.	Geograph, Geophysiker	22	5
Dash, B. P., Dr.	Geophysiker	11	5
Dicenta, B. A.	Biologe	12 d	7
Diehl, M., Dr.	Meereszoologe	14	6

Name	Fachbezeichnung	Institut	Fahrtabschnitt
Dierking, R.	Techniker, Meereszool.	5	1, 2, 6, 7
Eisele, A.	Techniker, Phys. Ozeanogr.	2	4
Emmerich, P., Dipl.-Met.	Meteorologe	9	1, 2, 3
Fechter, H., Dr.	Zoologe	15	6, 7
Fugmann, K.	Wetterfunker	9	1-7
Gerlach, S., Prof. Dr.	Meereszoologe	19	1
Gierloff-Emden, H.-G., Prof. Dr.	Geograph	4	1, 2
Giesel, W., Dr.	Geophysiker	3	1, 2, 3
Gieskes, J. M., Dr.	Chem. Ozeanograph	2	2, 3
Gomez, J.	Phys. Ozeanograph	20	3
Graßhoff, G., Ing.	Techniker, Phys. Ozeanogr.	2	2, 3, 6, 7
Graßhoff, K., Dr.	Chem. Ozeanograph	2	4
Graßhoff, M., Dr.	Meereszoologe	14	6, 7
Gülck, E.	Fernsehtechner	16	1
Haake, F. W., Dr.	Geologe	1	1, 2
Haardt, H., cand.	Student, Physik	2	2, 3
Haase, W., Dipl.-Ing.	Geophysiker	3	5
Hagmeier, E., Dr.	Planktologe	6	4
Hartmann, J., cand.	Student, Fischereibiol.	2	4, 6, 7
Hempel, G., Prof. Dr.	Meereszoologe	2	4, 6
Hesthagen, J., cand. real.	Meereszoologe	20	6, 7
Hinz, K., Dr.	Geologe	3	4, 5, 6, 7
Hirschleber, H. B., Dipl.-Geophys.	Geophysiker	10	5
Horn, W., cand.	Student, Phys. Ozeanogr.	2	4
Hussels, W., cand.	Student, Phys. Ozeanogr.	2	4
Johannsen, H.	Techniker, Chem. Ozeanogr.	2	4
Kebe, H. W., Ing.	Techniker, Geophysik	10	5
Kinzer, J., Dr.	Meereszoologe	5	4, 6
Kögler, F. C., Dr.	Geologe	1	1, 2, 3
Koslowski, B.	Techniker, Geophysik	3	4, 5, 6, 7
Krause, G., Dr.	Phys. Ozeanograph	2	4
Kretzler, E.	Techniker, Phys. Ozeanogr.	2	2, 3
Lange, H., Dr.	Geologe	1	1, 2, 3
Langer, M., Dr.	Geologe	3	7
Langner, G.	Techniker, Geophysik	3	5
Lillelund, K., Prof. Dr.	Meereszoologe	5	6
Lobemeier, Pl., cand.	Student, Meteorologie	2	4
Lorch, S., Dr.	Geophysiker	3	6, 7
Machado, F., Dr.	Geologe, Geophysiker	17	1, 2
Magaard, L., Dr.	Phys. Ozeanograph	2	4
Maier, H.-J.	Elektroingenieur	18	3
Mascareno, D.	Phys. Ozeanograph	12 b	5
Maul, G., Dr.	Zoologe	22	6, 7
Mayer, H.	Techniker, Meereszool.	5	1, 2, 6, 7
Meinke, J., Dipl.-Ozeanogr.	Phys. Ozeanograph	2	2, 3, 4, 5
Mertins, H.-O., Dr.	Meteorologe	9	4, 5
Pasenu, H., cand.	Student, Geographie	7	5, 6, 7
Plaumann, S., Dipl.-Geophys.	Geophysiker	3	4, 5
Puerta, G., de la	Geologe	12	5
Puskeppeleit, K.	Techniker, Geophysik	3	5
Reusmann, G., Dr.	Chem. Ozeanograph	2	4
Richter, H.	Techniker, Geophysik	3	5
Roeser, H. A., Dipl.-Phys.	Geophysiker	3	1, 4, 5
Schott, W., Prof. Dr.	Geologe	3	6, 7
Schroedter, W.	Techniker, Geophysik	3	1, 2, 3
Seibold, E., Prof. Dr.	Geologe	1	1, 2, 3
Siedler, G., Doz. Dr.	Phys. Ozeanograph	2	1, 2, 3
Stackelberg, U. v., Dr.	Geologe	3	6, 7
Stecher, G.	Techniker, Geophysik	3	1
Stets, J., Dr.	Geologe	3	6, 7
Thiel, H., Dr.	Meereszoologe	5	1, 2, 6, 7
Thiede, J., cand.	Student, Geologie	1	1, 2, 3
Thielen, R. Van, cand.	Student, Fischereibiol.	2	6, 7
Ulrich, J., Dr.	Phys. Ozeanograph	2	4, 5
Vives, F., Dr.	Meereszoologe	12 c	6, 7
Vollbrecht, K., Doz. Dr.	Geologe	1	1, 2
Walger, E., Doz. Dr.	Geologe	1	1, 2
Weigel, W., Dipl.-Geophys.	Geophysiker	10	5
Wenck, A.	Techniker, Chem. Ozeanogr.	2	2, 3, 4
Wienecke, F.	Geograph	4	1, 2
Wittrock, J.	Techniker, Geologie	3	6, 7
Wurlitzer, G., Dr.	Meteorologe	9	6, 7
Zenk, W., Dipl.-Ing.	Phys. Ozeanograph	2	1, 2, 3

Tabelle 3

An den „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“ beteiligte Institute  
List of Institutes that participated in the "Atlantic Seamount Cruises 1967"

1	Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel, 23 Kiel, Neue Universität
2	Institut für Meereskunde an der Universität Kiel, 23 Kiel, Niemannsweg 11
3	Bundesanstalt für Bodenforschung, 3 Hannover-Buchholz, Alfred-Bentz-Haus, Postfach 54
4	Geographisches Institut der Universität München, 8 München 2, Luisenstr. 37/III
5	Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg, 2 Hamburg 50, Olbersweg 24
6	Biologische Anstalt Helgoland, 2 Hamburg 50, Palmaille 9
7	Geographisches Institut der Universität Kiel, 23 Kiel, Neue Universität
8	Deutsches Hydrographisches Institut, 2 Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Str. 78
9	Seewetteramt des Deutschen Wetterdienstes, 2 Hamburg 4, Bernhard-Nocht-Str. 76
10	Institut für die Physik des Erdkörpers der Universität Hamburg, 2 Hamburg 13, Binderstr. 22
11	Imperial College of Science and Technology (University of London), Geophysics Department, London S.W. 7
12	Instituto Espanol de Oceanografia, Madrid, c/Alcala, 27 a. Laboratorio Oceanografia, Paseo de la Farda 27, Malaga b. Laboratorio Oceanografia, General Godet 56, Santa Cruz de Tenerife c. Biologie del Instituto de Investigaciones Pesqueras, Barcelona d. Laboratorio Oceanográfico Palma de Mallorca
13	Geographisches Institut der Technischen Hochschule Hannover, 3 Hannover, Brühlstr. 27
14	Naturmuseum und Forschungsinstitut Senckenberg, 6 Frankfurt/Main, Senckenberganlage 25
15	Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates, 8 München, Schloß Nymphenburg
16	Firma IBAK Helmut Hunger, 23 Kiel, Fischereihafen, Gebäude 12
17	Laboratorio dos Estudos Petrologicos e Paleontologicos do Ultramar Lissabon, Alameda D., Alfonso Henriques, 41-4°D
18	Firma Beckman Instruments, 8 München 45, Frankfurter Ring 115
19	Institut für Meeresforschung, 285 Bremerhaven, Am Handelshafen 12
20	Institut for Marin Biologi Avd. A., Oslo 1, Fredericksгатan 1
21	Museo Municipal, Funchal/Madeira
22	Observatorio Geofisisco de Moca, Apartado 427, Santa Isabel / Fernando Poo
23	Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans-La Source, B. P. 818

Tabelle 4

Zahl der Teilnehmer, aufgegliedert nach Fahrtabschnitten und Arbeitsgebieten  
Number of participants according to the different cruise sections and working groups

Fahrtabschnitt	Zeiten 1967	Marine- Geo- graphie	Phys. Ozeano- graphie	Chem. Ozeano- graphie	Meteoro- logie	Marine Geophysik	Meeres- geologie	Meeres- biologie	Gast- forscher und -techniker	Ins- gesamt
1 Hamburg- Casablanca	11. 1.- 27. 1.	2	2	-	2	5	7	4	2	24
2 Casablanca- Lissabon	30. 1.- 9. 2.	2	8	2	2	2	7	3	1	27
3 Lissabon- Hamburg	12. 2.- 7. 3.	-	8	2	2	2	4	-	3	21
4 Hamburg- Las Palmas (1)	30. 3.- 5. 5.	1	8	4	4	5	-	4	-	26
5 Las Palmas (1)- Las Palmas (2)	9. 5.- 10. 6.	2	2	-	2	14	-	-	8*	28
6 Las Palmas (2)- Funchal	14. 6.- 6. 7.	1	1	-	2	2	6	11	3	26
7 Funchal- Hamburg	10. 7.- 5. 8.	1	1	-	2	2	7	8	3	24

\* Beim Anlaufen von Las Palmas am 28. 5. erfolgte ein teilweiser Austausch der Gastforscher.

Tabelle 5 Stammbesetzung von „Meteor“ auf den „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“ („Meteor“-Fahrten 8 und 9)  
Ship's crew during the „Atlantic Seamount Cruises 1967“ („Meteor“ cruises 8 and 9)

Name	Dienststellung	Fahrt-Nr.		Name	Dienststellung	Fahrt-Nr.	
		8	9			8	9
Lemke, E. W.	Kapitän	+	+	Welly, H.	Storekeeper	+	+
Meyer, U.	1. Offizier	+	+	Stöterau, W.	Schlosser	—	+
Partsch, W.	2. Offizier	+	+	Fellner, E.	Motorenwärter	+	+
Fietz, W.	3. Offizier	+	+	Gerhards, F.	Motorenwärter	+	+
Becker, E.	Bootsmann	+	+	Harz, K.	Motorenwärter	+	+
Liebler, U.	Zimmermann	+	+	Lüders, K.-H.	Motorenwärter	+	+
Ammermann, B.	Leitender Ingenieur	+	+	Schumacher, H.	Motorenwärter	+	+
Boldt, G.	2. Ingenieur	+	+	Wriedt, K.	Motorenwärter	+	+
Hamann, W.	3. Ingenieur	+	+	Tebbens, H.	1. Koch	+	+
Hinrichsen, H.	4. Ingenieur	+	—	Böttcher, A.	2. Koch	+	+
Schirrmacher, V.	4. Ingenieur	—	+	Kummer, R.	2. Koch	+	+
Biel, W.	1. Elektriker	+	+	Ehlers, R.	Kochsmaat	+	+
Krommer, I.	2. Elektriker	+	+	Giese, F.	1. Steward	+	+
Königer, E.	1. Funker	+	+	Kalix, G.	Steward	+	+
Zabel, O.	2. Funker	+	+	Nockemann, D.	Steward	+	+
Egg, P.	Matrose	+	+	Schneider, F.	Steward	+	+
Franke, H.-J.	Matrose	+	+	Weiß, K.	Steward	+	+
Fröhlich, R.	Matrose	+	+	Rabsch, K.	Messejunge	+	—
Grindemann, P.	Matrose	+	+	Lin Chau Suen	Wäscher	—	+
Habeck, R.	Matrose	+	—	Yat Ah Chong	Wäscher	+	—
Heinsohn, H.	Matrose	+	+	Wan Man Pak	Aufwäscher	+	+
Malek, K.	Matrose	+	+	Neubert, Dr. med., U.	Schiffsarzt	+	+
Morgenstern, H.	Matrose	—	+	Eick, R.	Elektro-Ingenieur	+	+
Motzkus, R.	Matrose	+	+	Richter, J.	Elektro-Ingenieur	+	+
Peters, J.	Matrose	+	+	Wilke, D.	Elektro-Techniker	+	+
Santjer, H.	Matrose	+	+	Tramp, A.	Mechaniker	+	+
Weggen, E.	Matrose	+	+	Klüger, H.	Vermessungs-Ing.	+	+
Witt, E.	Matrose	+	+	Pakulat, B.	Vermessungs-Techn.	+	+

+ teilgenommen — nicht teilgenommen

Tabelle 8 Die während der „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“ eingesetzten Meß- und Sammelgeräte  
List of instruments used during the „Atlantic Seamount Cruises 1967“

Kurze Beschreibung bzw. technische Einzelheiten der auf den „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“ eingesetzten Geräte, soweit sie noch nicht im „Reisebericht der Indischen Ozean-Expedition mit dem Forschungsschiff „Meteor“ 1964 bis 1965“ („Meteor“-Forschungsergebnisse, Reihe A – Nr. 1) beschrieben sind.

(1) Strommessung vom verankerten Schiff

Savoniusrotor und Stromfahne, Registrierung auf Mehrkanal-Schreiber.

Hersteller: Fa. Hydro-Products, San Diego, USA.

(2) Verankerte Strommesser

a) Aanderaa-Strommesser: Digitale Magnetbandaufzeichnung von Umdrehungen eines Savoniusrotors und der Gehäuserichtung. Außerdem Temperaturregistrierung, Einsatztiefe bis 2000 m.

Hersteller: Fa. I. R. Aanderaa, Nesttun, Norwegen.

Literatur: I. R. Aanderaa: A Recording and Telemetry Instrument, NATO-Subcommittee on Oceanographic Research Technical Report No. 16, Chr. Michelsen Institute, Bergen 1964.

b) Plessey-Strommesser: wie a) nur statt des Savoniusrotors einen Impeller.

Hersteller: Fa. Plessey Comp. Ltd., Ilford, Essex, England.

(3) Temperatur-Meßboje

Verankerte Boje zur Messung der Widerstände von 8

nacheinander abgefragten Widerstandsthermometern. Übertragung der Meßwerte per Funk auf einer Frequenz von 1,607 MHz. Eigenentwicklung Institut für Meereskunde, Kiel.

(4) Thermistorkabel

300 m langes Kabel mit Ausführungen für den Anschluß von 9 Meßstellen (Thermistoren), vom Schiff oder von der Temperatur-Meßboje aus einsetzbar. Das Kabel dient gleichzeitig als Verankerungsseil.

Hersteller: Dereg und Zoon, Rotterdam.

(5) Schallgeschwindigkeitssonde

Messung der Schallgeschwindigkeit nach dem „sing-around“-Prinzip. Übertragung der gemessenen Frequenzen über Einleiterkabel, Aufzeichnung der Meßwerte über einen Vorwählzähler auf einem Schreiber.

Literatur: F. J. SULLENTROP, A. E. BROWN, E. RULE, 1961: An instrument for the direct measurement of the speed of sound in the ocean. Mar. Sci. Instr. 1, S. 186.

Eigenentwicklung und Eigenbau Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg.

(6) Autoanalyser (s. Abb. 18)

Der Autoanalyser analysiert auf 6 Kanälen simultan 6 chemische Komponenten aus Wasser, das aus verschiedenen Tiefen mittels Pumpen kontinuierlich gefördert wurde. Der AA konnte wahlweise an den Probenrevolver für die

Analyse der Serienproben oder an die Wasserströme aus den verschiedenen Tiefen angeschlossen werden.

Hersteller: Fa. Technicon, USA, teilweise Eigenentwicklung und Eigenbau Institut für Meereskunde, Kiel

(7) *Gaschromatograph*

Gaschromatograph zur Analyse von  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  in Verbindung mit einer Tauchpumpe und einem automatischen Probennehmer: Mittels einer Tauchpumpe wurde Wasser aus verschiedenen Tiefen gefördert (bis 100 m). Im Labor wurde ein kleiner Teil davon der Gaspipette zugeführt, entgast und die Gase im Chromatograph getrennt und bestimmt. Weiter wurden die Serienproben in einen Probenrevolver eingesetzt und dann nacheinander in den Gaschromatographen eingegeben.

Hersteller: Perkin Elmer, Bodenseewerk

Literatur: G. REUSMANN, 1968, Kieler Meeresforsch., 24, 14-17, 1968.

(8) *Grenzschichtsonde* (s. Abb. 15)

Widerstandsthermometer mit kleiner Zeitkonstante ( $< 5 \cdot 10^{-5}$  sec) und kleiner geometrischer Dimension (Wollaston-Draht 1 mm lang,  $10^{-3}$  mm Durchmesser). Das Gerät wird aus etwa 4 m Höhe mit einer Geschwindigkeit von 1 m/sec bis in die Wasseroberfläche gefiert.

Eigenentwicklung und Eigenbau Institut für Meereskunde, Kiel.

(9) *Pneuflex-System*

Die mit Hilfe von pneumatischen Schallgebern (Arbeitskammern von 30-5000 cm<sup>3</sup>, Betriebsdrücke von 150 atü) alle 6-30 Sekunden ausgelösten Kompressionswellen werden nach ihrer Reflexion am Meeresboden und an darunterliegenden Sedimentschichtgrenzen über eine hinter dem Schiff geschleppte Hydrophonkette auf 2 Echolotschreibern und Magnetband registriert. Die Messungen erfolgen bei Schiffsgeschwindigkeiten von 6-8 kn. Es ergeben sich Eindringtiefen von ca. 500 m bei Wasserbedeckungen von über 2500 m.

Hersteller: Bolt Assoc. Inc., Norwalk, USA und Eigenbau Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover.

Literatur: GILES, B. F., 1968: Pneumatic Acoustic Energy Source, Geophysical Prospecting, Vol. XVI, No. 1.

(10) *Verankerte seismische Bojen*

Für refraktionsseismische Untersuchungen im Arbeitsgebiet verankerte Bojen, die über Kabel mit Grundgeophonen verbunden sind. Signalübertragung per Funk im 2 m-Band zum Schiff. Registrierung auf Magnetband und Direktschreiber.

Entwicklung und Eigenbau, Institut für die Physik der Erdkörper der Universität Hamburg.

(11) *Treibende seismische Bojen*

Frei treibende Bojen mit angehängtem Hydrophon, deren Signale per Funk auf dem 10 m-Band übertragen werden (System „Hill“). Registrierung auf Magnetband und Lichtschreiber.

Eigenentwicklung Imperial College, London.

Literatur: HILL, M. N., 1963: The Sea, Vol. III, London.

(12) *Technische Einzelheiten des verwendeten Kolbenlotes*  
5 m- bzw. 10 m-Stahlrohre durch Kupplungsmuffen mit Nägeln zu verbinden. Stahlrohre:  $\phi$  innen = 68 mm,  $\phi$  außen = 80 mm. Plexiglasfutterrohre:  $\phi$  innen = 59 mm,  $\phi$  außen = 65 mm. Kernfeder, um Herausrutschen des Sedimentkerns beim Hieven des Gerätes zu vermeiden; bei festem oder sandigem Boden Klappenverschluss. Bleigewichte (je 30 kg) bei 5 m-Stahlrohr = 480 kg, bei 10 m- und 15 m-Stahlrohr = 990 kg. Freier Fall des Kolbenlotes = ca. 2,5 m. Fier- und Hievgeschwindigkeit = max. 1 m/sec.

(13) *Technische Einzelheiten des verwendeten Schwerelotes*  
2 m Stahlrohr:  $\phi$  innen = 52 mm,  $\phi$  außen = 60 mm, Plexiglasfutterrohr:  $\phi$  innen = 46 mm,  $\phi$  außen = 50 mm. Bleibombe = 50 kg. Kernfeder wie beim Kolbenlot. Fier- und Hievgeschwindigkeit = max. 1,5 m/sec.

(14) *Technische Einzelheiten der verwendeten Kettensackdredsche* (nach HAMILTON)

Öffnung des Dredschenrahmens =  $91 \times 35$  cm; Kettensack (Maschenweite  $7,5 \times 10$  cm, ca. 1 m lang) innen ausgekleidet mit Nylonnetz (Maschenweite  $1 \times 1$  cm).

Bei einer Fahrt- bzw. Driftgeschwindigkeit von max. 1 Knoten wird das Gerät je nach Stärke der Bodenberührung 10 bis 45 Min. über Grund geschleppt.

(15) *Technische Einzelheiten der verwendeten Tonnedredsche*

Stahltonne: 1 m lang,  $\phi = 0,5$  m; Rostabstand im Tonnenboden = ca. 3 cm; Einsatz von stabilem Maschendraht (ca.  $2 \times 2$  cm), um auch kleinere Gesteinsbrocken festzuhalten; innen Verspannung eines Stahldrahtes zwischen 4 Ösen im vorderen Drittel, um das Hinausrollen von Gesteinsbrocken beim evtl. Überschlagen der Tonne möglichst zu verhindern. Unmittelbar vor der Tonnendredsche wird ein 100-kg-Gewicht am Seil angebracht, das das Gerät am Boden halten soll.

(16) *Technische Einzelheiten der Zylinderdredschen*

Große Zylinderdredsche: 50 cm langes Stahlrohr:  $\phi$  außen = 100 mm; Kleine Zylinderdredsche: 20 cm langes Stahlrohr:  $\phi$  außen = 50 mm.

(17) *Helgoländer Larvennetz mit Wechselbechereinrichtung*

Einströmöffnung 143 cm  $\phi$ , Maschenweite 500  $\mu$ . Über den sechs Fangbechern ist ein Trichter montiert. Durch elektrische Fernauslösung (über Einleiterkabel) rotiert der Trichter von Becher zu Becher, so daß in einem einzigen Hol bis zu 6 Teilproben gewonnen werden. Das Gerät ist druckfest bis 5000 m Tiefe. Das gleiche System, jedoch in kleineren Abmessungen, wird auch mit der Planktonröhre HAI-20 verwendet (s. Abb. 29).

Hersteller: Fa. Hydro-Bios GmbH, Kiel-Holtenau.

(18) *Depth Telemetering Pinger*

Das Gerät meldet akustisch die Schlepptiefe von Fanggeräten (z. B. HAI-20 und Isaacs-Kidd Trawl) bis aus maximal 3400 m Tiefe. Wie bei anderen Pinger-Systemen wird die Tiefe mit einem ALDEN-Recorder an Bord kontinuierlich registriert. Abmessungen des Pingers: Länge 59 cm, Durchmesser 12 cm, Gewicht i. W. ca. 20 kg.

Hersteller: Fa. Benthos, Inc., North Falmouth, Mass. USA.

(19) *BEYER-Schlittennetz* (s. Abb. 30)

Schließnetz zum Fang bodennahen Planktons. Das Gerät wird auf Kufen über den Meeresboden geschleppt.

Eigenentwicklung Institut for Marin Biologi Avd. A, Oslo, Norwegen.

(20) *Neuston-Netz* (nach DAVID)

Schleppgerät zum Fang von Plankton aus der unmittelbaren Oberflächenschicht. Eintrittsöffnung  $15 \times 30$  cm, Maschenweite 300  $\mu$ . Schleppgeschwindigkeit: 6 kn.

Literatur: DAVID, T. M., 1965: The Neuston-Net, a Device for Sampling the Surface Fauna of the Oceans. Journ. Mar. Biol. Ass., UK, 45, 313-320.

Hersteller: Fa. Hydro-Bios GmbH, Kiel-Holtenau.

(21) *Jet-Netz* (nach CLARKE)

Planktonröhre, die den Fang oberflächennahen Planktons bei voller Fahrtstufe gestattet. Die Durchflußgeschwindigkeit wird im Inneren der Röhre auf etwa 1/10 der Fahrtgeschwindigkeit verringert. Eintrittsöffnung ca. 20 cm, Maschenweite 500  $\mu$ .

Hersteller: Tsurumi Precision Instrument Co., Japan.

Tabelle 9

STATIONS NR.	DATUM (1967)	ZEIT (GMT)		$\varphi(^{\circ}N)$	$\lambda(^{\circ}W)$	TIEFE (m)	PHYS. OZEANOGR.	CHEM. OZEANOGR.	MARIT. MET.	MAR. GEOPHYSIK	MAR. GEOLOGIE	MAR. BIOLOGIE	FERNSEHEN
		h	m										
1. FAHRTABSCHNITT HAMBURG-CASABLANCA													
8001	14.1.	21.06-22.30	46°07,0'	07°09,0'	4778-4780	1BS							
8002	16.1.	15.10-18.30	39°12,5'	09°29,7' 30,7'	64- 65						3BG, 3VL		+
8003	17.1.	02.18-03.42	37°49,3'	09°02,5'	175- 180	1VS					1FG		
8004	17/18.1.	14.00-02.06	37°52,0' 54,0'	10°45,0' 49,0'	4979-4989	1HS					1FG, 1Kal 1Kol		
8005	18.1.	15.54-18.24	37°40,8' 41,5'	08°58,5' 58,1'	85- 148	3FS					4BG, 1KG		+
8006	19.1.	07.30-13.30	37°43,0' 43,1'	10°33,0' 33,2'	3722-3915						1KG, 1Kal		
8007	19.1.	16.24-23.00	37°42,0'	09°46,0'	1899-1944						1BG, 1Kal 1FG, 1FL		
8008	20.1.	01.00-10.12	37°39,0'	09°32,0'	1068-1629						2BG, 1Kal	1AT	
8009	20.1.	12.10-16.18	37°49,3'	09°02,5'	160- 312	4FS					2BG, 1KG		
8010	20.1.	17.12-19.06	37°40,6'	09°01,4'	200- 339						1BG, 1KG	1KT	
8011	20/21.1.	19.54-00.20	37°41,2' 41,5'	09°15,3' 11,9'	467- 568						1BG, 1KG 1FG, 1Kal	1AT	
8012	21.1.	12.20-15.50	36°59,0'	09°46,5'	2204-2309	1BS, 1GS							
8013	23.1.	09.48-14.54	33°19,0'	09°00,0'	135- 195	1VS					1KG, 2BG	1KT	+
8014	23.1.	16.12-17.36	33°07,8'	08°53,2'	93- 105	2FS					2BG		+
8015	23.1.	18.24-19.24	33°05,2'	08°47,0'	50- 53	3FS					3BG		+
8016	24/25.1.	22.54-05.48	33°51,5'	09°43,7'	4354-4354						1KG, 1Kal		
8017	25.1.	07.42-13.54	33°37,2'	09°24,5'	2700-3078	1GS					1BG, 1Kal		
8018	25.1.	14.06-20.48	33°36,0'	09°24,2'	1754-1799	1GS					1KG, 1Kal 1FL		
8019	25/26.1.	21.24-06.00	33°33,2'	09°20,3'	1273-1423						1KG, 1Kal 1FL	1AT	
8020	26.1.	07.06-09.12	33°27,0'	09°19,0'	823- 843						1KG, 1Kal		
8021	26.1.	10.30-14.30	33°26,5'	09°08,0'	502- 523						1KG, 1Kal		+
8022	26.1.	16.36-18.00	33°18,2'	08°46,0'	105- 125						3BG		+
2. FAHRTABSCHNITT CASABLANCA-LISSABON													
8023	30.1.	12.48-14.42	33°30,2'	08°25,0'	65- 68						2BG, 1VL		
8024	30.1.	17.42-19.48	33°20,0'	09°00,0'	175- 180	3FS							
8025	30/31.1.	21.18-04.36	33°15,5'	09°16,3'	472- 522						1KG	1AT	
8026	31.1.	05.48-08.18	33°09,0'	09°27,0'	853- 938	1HS							
8027	31.1.	11.18-14.00	33°31,0'	09°31,0'	1293-1342	1BS, 1HS							
8028	31.1.	16.12-18.30	33°46,5'	09°39,0'	4308-4323	1BS, 1BT							
8029	31.1./ 1.2.	21.12-02.30	34°09,3'	09°49,0'	4334-4344	1BS, 1BT 2HS							
8030	1.2.	04.42-06.24	34°21,8'	09°57,8'	4308-4313	1BS, 1BT							
8031	1.2.	09.36-18.42	34°47,0' 48,0'	10°08,2' 15,2'	4144-4144	1BS, 2HS					1Kal		
8032	1.2.	20.42-22.18	35°05,8'	10°17,8'	3523-3523	1BS							
8033	2.2.	00.30-02.06	35°24,2'	10°27,8'	4226-4226	1BS							
8034	2.2.	04.12-05.54	35°43,0'	10°37,5'	4855-4866	1BS							
8035	2.2.	08.00-16.24	36°01,2'	10°51,0'	4866-4866	1BS, 2HS					1Kal		
8036	2./3.2.	19.12-00.14	36°19,2'	11°05,4'	4399-4461	1BS, 1HS							
8037	3.2.	03.30-04.48	36°36,0'	11°10,4'	1502-1602	1BS							
8038	3.2.	08.48-13.42	36°42,1'	11°09,0'	55- 200	1BT					2SG, 5PG 1DR		
8039	3.2.	14.36-15.30	36°47,0'	11°05,0'	134- 160								
8040	3.2.	17.06-23.54	36°38,7'	10°52,0'	2769-3240	1BS, 1HS							
8041	4.2.	01.48-03.24	36°42,0'	10°35,0'	3230-3290	1BS							



Tabelle 9

Stationsliste — Station list

STATIONS NR.	DATUM (1967)	ZEIT (GMT)	$\varphi$ (°N)	$\lambda$ (°W)	TIEFE (m)	PHYS. OZEANOGR.	CHEM. OZEANOGR.	MARIT. MET.	MAR. GEOPHYSIK	MAR. GEOLOGIE	MAR. BIOLOGIE	FERNSEHEN
2. FAHRTABSCHNITT CASABLANCA - LISSABON												
8042	4.2.	05.18-06.48	36°45,5'	10°16,1'	3727-3798	1BS						
8043	4.2.	09.12-10.48	36°53,1'	09°49,8'	2213-2213	1BS						
8044	4.2.	12.36-14.24	36°57,6'	09°28,0'	2099-2330	1BS						
8045	4.2.	16.12-19.00	37°02,2'	09°09,5'	1193-1213	1BS, 1HS				1BG		
8046	4.2.	20.48-21.36	36°45,4'	09°15,0'	843- 848	1BS						
8047	4/5.2.	23.18-03.48	36°28,3'	09°19,5'	2680-2751	1BS, 2HS						
8048	5.2.	05.42-07.18	36°41,8'	09°35,7'	2269-2299	1BS						
8049	5.2.	08.54-10.06	36°50,4'	09°48,1'	2269-2269	1BS						
8050	5.2.	10.18-11.18	36°51,3'	09°49,5'	2213-2213	1BS						
8051	5.2.	11.30-12.30	36°52,1'	09°50,8'	2213-2213	1BS						
8052	5.2.	12.48-13.42	36°53,0'	09°52,0'	2213-2213	1BS						
8053	5.2.	13.54-15.00	36°53,9'	09°53,2'	2233-2233	1BS						
8054	5.2.	15.12-18.12	36°54,8'	09°54,4'	2153-2218	1BS, 2HS						
8055	6.2.	06.00-08.06	37°49,9'	09°02,0'	170- 175	1VS				1BG		+
8056	6/7.2.	17.42-04.06	37°43,2'	10°30,3'	3782-3945	1BS, 2HS				1KG		
8057	7.2.	06.30-10.54	37°41,0'	10°05,0'	2811-2826					1KG, 1Kal		
8058	7.2.	13.24-18.30	37°44,6'	09°43,5'	1819-1829	1BS				2Kal		
8059	7.2.	20.12-23.00	37°41,5'	09°27,6'	507- 527					1DR		+
8060	7/8.2.	23.24-03.18	37°41,5'	09°30,0'	848-1118	1BS				1KG, 1Kal		
8061	8.2.	04.48-05.48	37°42,5'	09°13,6'	498- 503					1Kal		
8062	8.2.	09.48-16.00	38°21,9'	08°56,4'	85- 90	1GS				2FG, 2VL 2DR		+
3. FAHRTABSCHNITT LISSABON - HAMBURG												
8063	12.2.	15.00-16.18	37°49,9'	09°02,0'	175- 175					1BG		
8064	13.2.	07.36-15.35	37°00,0'	09°49,5' 53,0	2204-2559	1BS, 6VS 1TG				1Kal		
8065	13/24.2.	19.35-07.00	37°05,0'	09°53,0'	2872-3467	106BS, 118BT, 1RS 4GS, 35HS						
8066	24.2.	08.00-19.42	37°00,0'	09°53,0'	2530-2791					1Kal		
8067	27.2.	13.15-16.10	35°47,0'	06°22,6'	392- 588	1BS, 1HS						
8068	27.2.	18.15-19.45	35°44,7'	06°45,3'	633- 648	1BS, 1HS						
8069	27.2.	21.05-22.15	35°41,2'	07°04,0'	1053-1098	1BS						
8070	28.2.	01.10-03.12	35°57,2'	07°35,6'	1088-1193	1BS, 1HS						
8071	28.2.	06.00-09.15	36°12,9'	08°03,2'	1509-1559	1BS, 1HS						
8072	28.2.	12.35-16.18	36°30,2'	08°38,4'	2199-2420	1BS, 1HS						
8073	28.2.	19.30-21.54	36°40,0'	09°11,8'	1408-1488	1BS, 1HS						
8074	1.3.	05.54-08.30	37°23,8'	09°23,8'	1048-1103					1Kal		
8075	2.3.	17.20-18.50	42°41,3'	09°43,4'	1789-1789	1BS						
8076	3.3.	16.00-17.00	45°42,2'	07°27,5'	4845-4845	1HS						
4. FAHRTABSCHNITT HAMBURG - LAS PALMAS (1)												
9001	4.4.	08.05-10.24	43°52,0'	12°17,0'	4943-4820							
9002	5.4.	08.00-15.48	41°03,0'	15°43,0'	5017-5915	2HS, 1BS	OS	GS				
9003	9.4.	12.25-13.03	29°54,1'	28°29,7'	302- 302							

## Bemerkung zur Tabelle 9

Tiefenangaben in Metern nach Echolotregistrierungen, korrigiert nach Matthews. Für jede Station sind die maximale und die minimale Tiefe angegeben. Ein Buchstabe nach der Stationsnummer bedeutet, daß die Station nach Aufdampfen fortgesetzt wurde. Abkürzung für Gerätenamen siehe Tabelle 11.

Tabelle 9

Stationsliste — Station list

STATIONS NR.	DATUM (1967)	ZEIT (GMT)	$\varphi$ (°N)	$\lambda$ (°W)	TIEFE (m)	PHYS. OZEANOGR.	CHEM. OZEANOGR.	MARIT. MET.	MAR. GEOPHYSIK	MAR. GEOLOGIE	MAR. BIOLOGIE	FERNSEHEN
4. FAHRTABSCHNITT HAMBURG-LAS PALMAS (1)												
9004	9.4.	14.00-14.42	29°51,0'	28°34,0'	307- 312	1TB						
9005	9.4.	16.00-17.36	29°46,9'	28°21,7'	302- 302	3VS, 1TG					1WN	
9006	10.4.	11.10-12.12	30°01,2'	28°36,2'	312- 312	3VS, 1TG						
9007	10.4.	14.18-15.00	29°58,8'	28°21,2'	317- 322	2VS, 1TG						
9008	11/12.4.	08.00-02.18	30°34,0'	28°06,5'	4492-4430	2HS, 1BS 6VS, 1TG	OS					
9009	12.4.	03.36-05.36	30°21,3'	28°16,6'	3411-2958	1BS						
9010	12.4.	07.12-10.48	30°16,7'	28°20,5'	1804-2039	2HS, 1BS	OS					
9011	12.4.	13.06-14.36	30°03,6'	28°23,8'	322- 322	1HS, 1BS	OS					
9012	12.4.	16.00-18.06	29°54,6'	28°29,2'	297- 297	1HS, 1BS	OS					
9013	12.4.	19.06-20.12	29°51,0'	28°34,0'	309- 309							
9014	12.4.	20.48-22.36	29°48,8'	28°32,9'	309- 317	1HS, 1BS	OS					
9015	12/13.4.	23.00-03.30	29°44,1'	28°35,0'	2254-2365	2HS, 1BS	OS					
9016	13.4.	06.12-07.42	29°29,0'	28°45,6'	3907-3927	1BS						
9017	13/14.4.	10.30-03.06	29°05,9'	29°01,6'	4691-4639	2HS, 1BS 6VS, 1TG	OS				1WN	
9018	16.4.	08.54-11.00	29°54,1'	28°29,7'	302- 302							
9019	17.4.	11.00-19.36	29°34,7'	27°45,5'	4687-4748	2HS, 1BS	OS	GS				
9020	17.4.	21.00-22.36	29°38,0'	28°00,0'	4058-4032	1BS						
9021	18.4.	00.18-04.42	29°46,8'	28°15,2'	1784-2405	2HS, 1BS						
9022	18.4.	05.30-07.48	29°47,5'	28°19,3'	302- 678	1HS, 1BS						
9023	18.4.	15.42-17.12	29°54,2'	28°30,7'	302- 302	1HS, 1BS		GS		1DR, 1BG		
9024	18.4.	18.42-19.42	29°58,0'	28°38,4'	322- 312	1HS, 1BS						
9025	18/19.4.	20.42-00.54	30°02,0'	28°44,2'	2044-2054	1HS, 1BS						
9026	19.4.	03.30-08.30	30°11,0'	29°02,2'	3790-3818	2HS, 1BS						
9027	19/27.4.	18.00-16.00	30°18,3'	29°24,7'	4246-4246	63BS, 33HS 186BT, 1TK 2RS	AA, GC 58OS	GS			81WN, 36HN, 5PS	
9028	28.4.	07.00-08.48	30°21,5'	28°35,2'	3615-3590							
9029	28.4.	17.18-19.00	29°54,1'	28°29,7'	302- 302							
9030	29.4.	05.36-09.18	29°06,0'	28°51,0'	4709-4709	1HS	OS					
9031	29.4.	10.12-15.35	29°06,5'	28°59,0'	4674-4676							
9032	30.4.	09.00-09.18	29°40,0'	28°22,5'	427- 452							
9033	30.4.	10.00-13.54	29°46,2'	28°21,5'	292- 292	3VS, 1TG						
9034	30.4.	16.18-19.24	29°59,5'	28°36,8'	317- 332	3VS, 1TG						
9035	1.5.	15.18-16.30	29°57,9'	28°21,8'	319- 322	3VS						
9036	2.5.	06.40-08.18	29°55,0'	28°20,0'	302- 302						1AT	
9037	2.5.	09.18-10.42	29°48,0'	28°14,0'	1253-1403	1HS						
5. FAHRTABSCHNITT LAS PALMAS (1) - LAS PALMAS (2)												
9038	11.5.	07.48-21.10	27°48,5' 50,2'	13°55,5' 48,3'	1557-1704	2BS			Profil 1			
9039	12.5.	07.48-19.10	27°15,9'	13°32,7'	69- 72	2BS, 2RS			Profil 2			
9040	13.5.	16.35-17.40	27°39,0'	15°33,0'	1513-1493	1BS						
9041	14.5.	07.15-21.20	27°25,6' 28,0'	14°14,8' 07,3'	2029-1834	2BS			Profil 3			



Tabelle 9

Stationsliste – Station list

STATIONS NR.	DATUM (1967)	ZEIT (GMT)	LÖN	Λ(W)	TIEFE (m)	PHYS. OZEANOGR	CHEM. OZEANOGR	MARIT. MET.	MAR. GEOPHYSIK	MAR. GEOLOGIE	MAR. BIOLOGIE	FERNSEHEN
5 FAHRTABSCHNITT LAS PALMAS (2) – FUNCHAL												
9079	18.6.	09.18-10.00	30°19,4'	10°04,1'	342- 342	1HS					1BS, 1AT	
9080	18.6.	21.30-22.12	31°00,0'	10°14,0'	297- 332					1DR	1WN, 1AT	
9081	19.6.	03.18-06.00	31°32,0'	10°31,8'	1533-1589	1RS					1WN, 1BS 1KT	
9082	19.6.	08.48-09.30	31°36,0'	10°10,5'	202- 312	1HS				1DR	1AT	
9083	19.6.	17.36-19.36	31°58,2'	10°03,0'	633- 750						2WN	
9084	19/20.6.	23.30-02.24	32°24,5'	09°51,0'	933-1138	1RS					2WN	
9085	20.6.	09.12-10.00	33°08,0'	09°18,0'	310- 322	1HS				1DR	1BS, 1AT 1KT	
9086	20/21.6.	23.12-01.24	33°57,5'	09°22,5'	3818-3833	1BS						
9087	21.6.	04.48-08.00	34°20,0'	09°19,0'	4022-4144	1BS					2NN	
9088	21.6.	21.30-24.00	35°38,0'	09°04,5'	3513-3747	1BS					2NN	
9089	22.6.	04.00-05.42	36°19,5'	09°13,0'	3584-3613	1BS					1NN	
9090	22.6.	10.54-11.18	37°19,8'	09°01,9'	95- 106	1HS				1DR	1BS, 2KT 2AT	
9091	22/23.6.	23.24-00.24	37°19,9'	09°10,9'	347- 364	1HS				1DR	1BS, 1AT	
9092	23.6.	04.54-10.18	37°07,0'	09°48,0'	3258-3380	1BS					2NN, 2WN	
9093	23.6.	12.30-13.54	37°05,0'	10°16,0'	3913-3915						1NN, 2SD	
9094	23.6.	23.18-24.00	36°43,0'	11°14,0'	110- 120					2DR		
9095	24.6.	09.30-09.48	36°29,9'	11°33,0'	110- 116					2DR	1AT	
9096	24.6.	10.16-10.36	36°30,6'	11°33,6'	97- 103					1DR		
9097	24.6.	11.42-12.12	36°29,6'	11°32,9'	150- 165						2SD, 1BS	
9098	24.6.	18.12-23.00	36°02,4'	11°49,4'	3879-4276					1Ka1	1SD, 1NN	
9099	25.6.	11.54-15.24	36°29,5'	14°05,8'	3971-4047					1Ko1		
9100	25.6.	19.06-19.36	36°40,0'	14°16,0'	208- 202							
9101	26.6.	16.06-19.36	36°38,8'	14°15,5'	180- 196					2KG, 4BG		
9101a	26.6.	19.42-20.10	36°38,2'	14°14,2'	170- 196					2DR		
9101b	26.6.	20.15-21.48	36°36,3'	14°14,0'	163- 708					1DR	1AT	
9102	26/27.6.	23.06-04.48	36°44,7'	14°14,5'	202- 307					2KG, 4BG		+
9103	27.6.	05.48-08.12	36°46,8'	14°14,7'	1003-1003					2DR		
9103a	27.6.	08.24-09.18	36°46,2'	14°14,5'	603- 603					2DR		
9103b	27.6.	09.36-10.06	36°44,8'	14°14,5'	372- 372					2DR		
9104	27.6.	11.24-13.06	36°54,7'	14°14,7'	1812-1814					1Ko1		
9105	27.6.	14.30-15.42	36°54,7'	14°14,7'	864-1133					1BG		
9106	27.6.	19.24-21.30	36°52,7'	14°39,6'	1719-1813					1Ko1		
9107	27/29.6.	22.06-22.18	36°54,0'	14°38,0'	1714-1781	4BS, 1RS				3BG	27WN 3NN, 3SD	
9108	29/30.6.	22.54-00.42	36°52,7'	14°39,6'	1784-1827					1Ko1		
9109	30.6.	02.24-03.35	36°53,3'	14°18,5'	693- 923					2DR		
9110	30.6.	03.48-05.00	36°52,5'	14°18,2'	593- 675					2DR		
9111	30.6.	05.54-07.30	36°53,3'	14°24,7'	903-1030					2DR		
9112	30.6.	08.18-10.06	36°54,1'	14°32,1'	1453-1554					1Ko1		
9113	30.6.	10.54-12.48	36°54,9'	14°29,5'	1604-1403					1Ko1		
9114	30.6.	13.30-14.48	36°47,8'	14°28,7'	1303-1313					1Ko1		
9115	30.6.	21.30-23.18	36°49,7'	14°06,9'	2020-2004					1Ko1		
9116	30/1.7.	23.54-03.18	36°50,2'	14°11,4'	1916-1804					1Ko1		

Tabelle 9

Stationsliste - Station list

STATIONS NR.	DATUM (1967)	U R Z E I T (GMT)	$\varphi$ (°N)	$\lambda$ (°W)	TIEFE (m)	PHYS. OZEANOGR.	CHEM. OZEANOGR.	MARIT. MET.	MAR. GEOPHYSIK	MAR. GEOLOGIE	MAR. BIOLOGIE	FERNSEHEN
6. FAHRTABSCHNITT LAS PALMAS (2) - FUNCHAL												
9117	1.7.	04.49-05.36	36°39,0'	14°14,2'	195- 202					2BG		
9118	1.7.	06.06-06.48	36°40,8'	14°15,7'	195- 202					3BG		
9119	1.7.	07.12-09.00	36°41,8'	14°16,2'	214- 214					5KG		
9120	1.7.	09.18-13.30	36°40,7'	14°15,5'	195- 234					2DR	1NN, 1SD	+
9121	1.7.	15.12-17.18	36°43,2'	14°13,5'	232- 285					1Ka1, 2BG 1DR	1SD, 1BS 1AT	
9122	1.7.	20.36-22.12	36°43,2'	14°15,5'	243- 243					2BG	1BS	
9123	1/2.7.	22.30-04.36	36°43,2'	14°17,7'	190- 240	1HS				2BG, 1DR	1NN, 1BS 1AT	+
9124	2.7.	05.30-09.42	36°43,2'	14°19,2'	232- 322					2BG, 1DR	1BS	+
9125	2.7.	11.36-12.36	36°47,7'	14°20,8'	492- 524					1BG		+
9126	2.7.	12.54-18.30	36°47,0'	14°20,0'	312- 603	1HS				1FG, 1DR	1NN, 1BS	+
9127	2.7.	19.12-24.00	36°46,1'	14°19,4'	302- 359					5KG, 1DR		+
9128	3.7.	00.24-02.12	36°44,8'	14°17,8'	249- 274					1BG,	1BS	
9129	3.7.	04.00-05.25	36°41,6'	14°20,8'	693- 953					2DR		
9129a	3.7.	05.26-06.40	36°41,8'	14°20,8'	653- 833					2DR		
9130	3.7.	08.36-15.00	36°41,2'	14°14,4'	195- 392					3BG, 1DR	1NN, 1BS 1AT	+
9131	3.7.	15.42-17.15	36°39,1'	14°11,3'	673-1103					2DR		
9131a	3.7.	17.45-18.36	36°39,0'	14°12,7'	212- 477					2DR		
9132	3/4.7.	21.18-02.30	36°40,0'	14°17,7'	232- 407					2BG	1AT, 1BS	+
9133	4.7.	04.05-05.12	36°40,0'	14°17,7'	242- 903					2DR		
9133a	4.7.	05.35-06.05	36°33,5'	14°19,1'	242- 309					2DR		
9134	4.7.	06.30-08.12	36°39,7' 39,0'	14°15,3' 15,8'	195- 205							+
9135	4.7.	10.06-12.48	36°26,0'	14°21,4'	3088-3108					1Ko1		
9136	4.7.	17.00-20.12	36°13,0'	14°08,0'	4226-4399					1Ko1		
9137	4/5.7.	22.12-01.42	36°05,0'	14°14,0'	4226-4297					1Ko1		
9138	5.7.	12.30-13.48	35°13,0'	14°51,0'	1964-2605						1SD, 2NN	
9139	6.7.	04.00-05.24	33°31,0'	16°04,0'	3696-3706						2NN	
7. FAHRTABSCHNITT FUNCHAL - HAMBURG												
9140	10.7.	12.30-12.54	32°29,7'	17°35,6'	3961-3961						1NN	
9141	11.7.	03.54-04.36	32°04,0'	19°46,0'	4124-4153							
9142	12.7.	03.54-04.18	31°31,0'	23°03,0'	5300-5300						1NN	
9143	13.7.	00.00-09.18	31°06,5'	25°14,5'	5415-5456					1Ko1	1NN	
9144	13/14.7.	23.06-00.50	30°43,0'	27°17,0'	4676-4676						1NN	
9145	14.7.	09.12-18.00	29°35,8'	28°03,7'	4451-4471					1Ko1	1SD	
9146	14.7.	19.42-01.42	30°30,3'	28°09,5'	3920-4399					1Ko1	1NN	
9147	15.7.	07.06-09.54	30°08,3'	28°20,0'	342- 683					4DR		
9148	15.7.	10.18-15.12	30°07,7'	28°25,4'	314- 330					2KG, 3BG	1BS	+
9149	15/16.7.	19.00-00.36	30°04,3'	28°26,5'	282- 310					2KG, 4BG	1BS	+
9150	16.7.	00.48-04.48	30°02,2'	28°32,0'	287- 287					5BG	1NN	+
9151	16.7.	05.06-07.06	29°59,0'	28°35,0'	301- 307					2BG	1AT	+
9152	16.7.	10.30-17.03	29°56,8'	28°38,8'	322- 392					2DR, 1KG 5BG	1BS	+
9153	16.7.	18.36-21.18	29°50,7'	28°45,0'	2786-2801					1Ko1		

Tabelle 9

Stationsliste — Station list

STATIONS NR.	DATUM (1967)	ZEIT (GMT)	L (°N)	λ (°W)	TIEFE (m)	PHYS. OZEANOGR.	CHEM. OZEANOGR.	MARIT. MET.	MAR. GEOPHYSIK	MAR. GEOLOGIE	MAR. BIOLOGIE	FERNSEHEN
OZELTSTATIONEN IN DER CAROLINEN-SEE												
9154	16/17.7.	21.42-01.36	29°43,3'	28°47,3'	3033-3136					1Kc1	1NN	
9155	17.7.	06.43-11.42	29°25,1'	28°29,3'	4183-4208					1Kc1		
9156	17.7.	15.00-16.18	29°42,0'	28°26,7'	372- 863					2DR		
9157	17.7.	17.12-19.24	29°42,3'	28°25,0'	297- 297					3BG		+
9158	17.7.	20.00-23.00	29°45,2'	28°25,0'	272- 292					2DR		+
9159	17/18.7.	23.30-00.35	29°48,0'	28°28,0'	302- 302					2BG	1NN	+
9160	18.7.	02.52-03.30	29°53,2'	28°31,1'	292- 297					2BG	4ES	
9161	18.7.	11.30-13.36	29°58,4'	28°30,7'	297- 302					2BG		+
9161a	18.7.	14.06-15.06	29°53,2'	28°32,5'	300- 302					2DR		
9161b	18.7.	15.24-16.00	29°55,0'	28°32,2'	300- 302					2DR	1KT	
9162	18.7.	18.48-19.48	30°04,3'	28°36,0'	302- 307					3BG		
9163	18/19.7.	20.24-02.12	30°04,3'	28°38,9'	352-1274					2DR		+
9164	19.7.	03.36-07.00	30°03,8'	28°49,2'	2806-2907					1Kc1		
9165	19.7.	10.48-14.42	30°07,0'	29°06,0'	3716-3991					1Kc1		
9166	19.7.	17.24-20.30	30°21,2'	28°54,5'	3777-3792					1Kc1		
9167	19/20.7.	22.30-02.30	30°35,0'	28°53,8'	4073-4098					1Kc1		
9168	20/21.7.	05.30-07.30	30°14,2' 10,0'	28°43,4' 55,5'	2605-2816	3BS, 4BT				1BG	2SD, 18WN 1NN	+
9169	21.7.	09.36-13.55	30°07,0'	28°36,6'	292- 322					2BG, 1DR	1AT, 1BS	
9170	21.7.	14.36-16.00	30°05,5'	28°35,0'	302- 307					2BG, 1DR		
9171	21/22.7.	18.42-03.12	29°54,1'	28°26,0'	301- 307					2DR, 2BG	1BS, 1AT 1KT	+
9172	22.7.	04.06-07.48	29°49,7'	28°22,0'	292- 304					1DR, 5BG	1BS	
9173	22.7.	08.42-10.18	29°42,2'	28°20,5'	422-1033					2DR		
9174	22.7.	13.36-17.06	29°37,8'	27°57,0'	4175-4205					1Kc1		
9175	22/23.7.	19.36-03.48	29°35,8'	27°43,0'	4738-4783					1Kc1		
9176	23.7.	08.48-13.12	29°58,4'	27°41,8'	4636-4697					1Kc1		
9177	23.7.	14.48-18.06	29°58,0'	27°57,8'	3960-4103					1Kc1		
9178	23.7.	20.48-22.48	29°57,9'	28°15,7'	593-1053					2DR		
9179	23/24.7.	23.18-00.48	29°59,6'	28°15,8'	392- 522					4BG		
9179a	24.7.	01.30-05.18	30°01,0'	28°13,8'	562- 903					1DR	1AT	
9180	24.7.	06.24-13.18	30°02,6'	28°22,5'	310- 334					2DR, 3BG	1BS, 1AT	+
9180a	24.7.	13.42-15.00	29°59,5'	28°22,5'	312- 322					2DR		
9181	24.7.	15.00-15.30	29°58,2'	28°24,5'	314- 314					2BG	1AT	
9182	24.7.	18.48-20.24	29°58,8'	28°27,3'	292- 299					6BG		
9183	24.7.	22.18-22.48	30°01,8'	28°39,8'	450- 502					1BG		
9184	24/25.7.	23.30-03.10	30°05,0'	28°40,0'	442- 603					2BG	1AT	
9185	25.7.	09.54-10.54	30°09,7'	28°42,7'	1293-1343					1BG		
9186	25.7.	13.18-18.36	29°55,3'	28°35,2'	302- 312					2BG	1KT	
9187	25.7.	18.54-20.00	29°54,2'	28°29,9'	294- 300					2BG	1SD, 1AT	
9188	25/26.7.	23.48-01.54	30°10,0'	28°32,0'	357- 330					2BG		
9189	26.7.	02.12-08.12	30°11,5'	28°25,0'	302- 853					2BG	1NN	
9190	26.7.	09.12-12.18	30°11,0'	28°36,0'	322-1213					4DR	1KT	
9191	26.7.	13.00-15.00	30°13,0'	28°37,0'	1804-2024					1BG		
9192	26.7.	15.18-17.36	30°15,0'	28°36,5'	2154-2364					1BG		
9193	26/27.7.	20.00-00.06	30°34,1'	28°30,8'	4318-4440					1Kc1		

Tabelle 10

Kontinuierliche Messungen während der Fahrt — Working times of surface data recorders  
(Ausgezogene Linien: Ununterbrochene Registrierung, Gerissene Linien: Zeitweise Registrierung)

Messungen während der Fahrt							
Art der Messung bzw. verwendetes Gerät	Fahrabschnitt						
	1	2	3	4	5	6	7
Tiefseechograph							
Oberflächentemperatur							
Oberflächensalzgehalt							
Meteorologische Daten							
Met. Strahlungsmessungen							
Radio- aktivität	Oberflächenwasser	---	---	---	---	---	---
	Luftwasserdampf	---	---	---	---	---	---
	Niederschlag	---	---	---	---	---	---
Pneuflex	---	---	---	---	---	---	---
Gravimeter							
Magnetometer							---
Planktonregistrierung				---		---	---

Tabelle 11

Zahlenmäßige Zusammenstellung der durchgeführten Arbeiten  
Total number of measurements and samples

		Fährtabchnitt							zus.	
		1	2	3	4	5	6	7	7	
Anzahl der Stationen		22	40	14	37	32	70	54	269	
Arbeitsgruppe	Art der Messung und Proben	Anzahl der Messungen und Proben							zus.	Abk.
Physikalische und Chemische Ozeanographie	Hydrographische Serien	1	16	35	58	1	8		119	HS
	Wasserproben	8	147	349	624	76	55	55	1314	
	Bathythermograph		4	119	319	124	61	3	630	BT
	Bathysonde	2	28	113	81	17	9	3	253	BS
	Temperaturmeßboje				1				1	TB
	Thermistorkabel				1				1	TK
	Thermograph			1	5	2	1	1	10	TG
	Schallgeschwindigkeitssonde					5			5	SS
	Durchsichtigkeitssonde							3	3	TS
	Gradientstrommesser	3	2	4					9	GS
	Pisa-Strommesser	12	3						15	PS
	Strommessung v. verankerten Schiff			1	2	2	1		6	RS
	Verankerte Strommesser	2	2	6	20	9	6	6	51	VS
	Temperatur-Bestimmungen	5	146	214	524	8	153		1050	
	Salzgehalts-Bestimmungen	8	147	349	624	76	55	55	1314	
	Sauerstoffsonde				68				68	OS
	Sauerstoff-Bestimmungen		150	384	482		153		1169	
	pH-Bestimmungen		150	384	482				1016	
	Alkalinitäts-Bestimmungen		186	462	482				1130	
	Kalzium		150	40					190	
	Silikat					1142			1142	
	Phosphat					1142			1142	
	Nitrat	Autoanalyser				1142			1142	AA
Nitrit					1142			1142		
Ammoniak					1142			1142		
CO <sub>2</sub>					571			571		
N <sub>2</sub>	Gaschromatograph				571			571	GC	
O <sub>2</sub>					571			571		
Maritime	Grenzschichtsonde				170				170	GS
Meteorologie	Radio-sonde				28				28	
Marine	Seismische Profile					12			12	
Geophysik	Seismische Sprengungen					589			589	
	Seismische Bojen					6			6	SB
Marine	Kastengreifer	10	4				14	5	33	KG
Geologie	Backengreifer	22	4	1	1		34	72	134	BG
und	Polypgreifer			5			1		6	PG
Biologie	Kolbenlot	1					14	14	29	KoL
	Kastenlot	11	7	3			2	1	24	KoL
	Schwerelot						3		3	SL
	Vibrationslot	1		2					3	
	Dredschon		4		1		45	34	84	DR
	Helgol. Larvennetz m. Wechselbecher				83		36	18	137	WN
	Helgoländer Larvennetz				36				36	HN
	Nansen-Schließnetz						23	10	33	NN
	Plankton-in-situ-Sauger				5				5	FS
	Mikroplanktonfänge				289				289	
	Kuttertrawl	2					4	4	10	KT
	Issaks-Kidd-Midwater-Trawl						11	3	14	IKMT
	Agassiz-Trawl	3	1		1		13	8	26	AT
	Neuston-Netz				75		64	68	207	
	Jet-Netz				52				52	
	Planktonröhre Hsi				30		39	44	113	
	Beyer-Schlittennetz						14	11	25	
	Secchi-Scheibe						11	4	15	SD
	Unterwasser-Fernseh- u. Fotokamera	7	4				10	12	33	



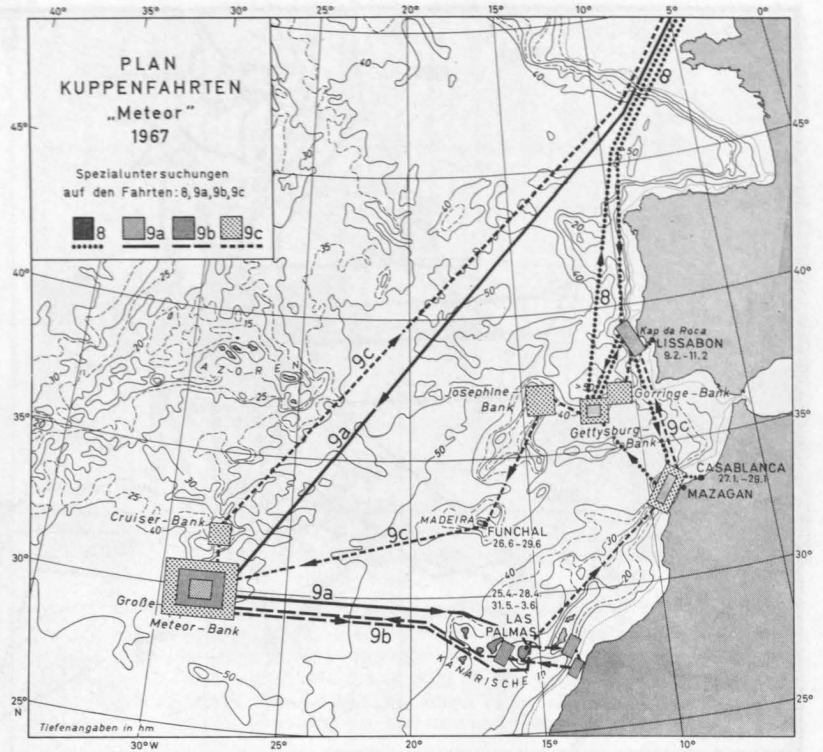


Abb. 1. Geplanter Reiseweg „Atlantische Kuppenfahrten 1967“  
Planned route “Atlantic Seamount Cruises 1967”

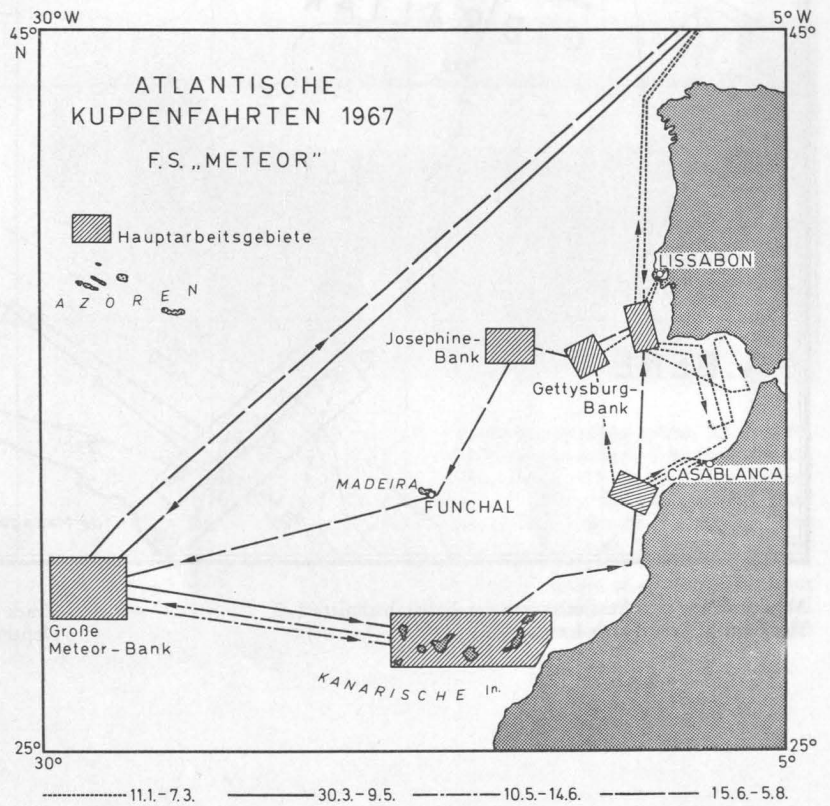


Abb. 2. Wegekarte „Atlantische Kuppenfahrten 1967“  
11. Januar 1967 – 5. August 1967

Track chart “Atlantic Seamount Cruises 1967”  
11. January 1967 – 5. August 1967

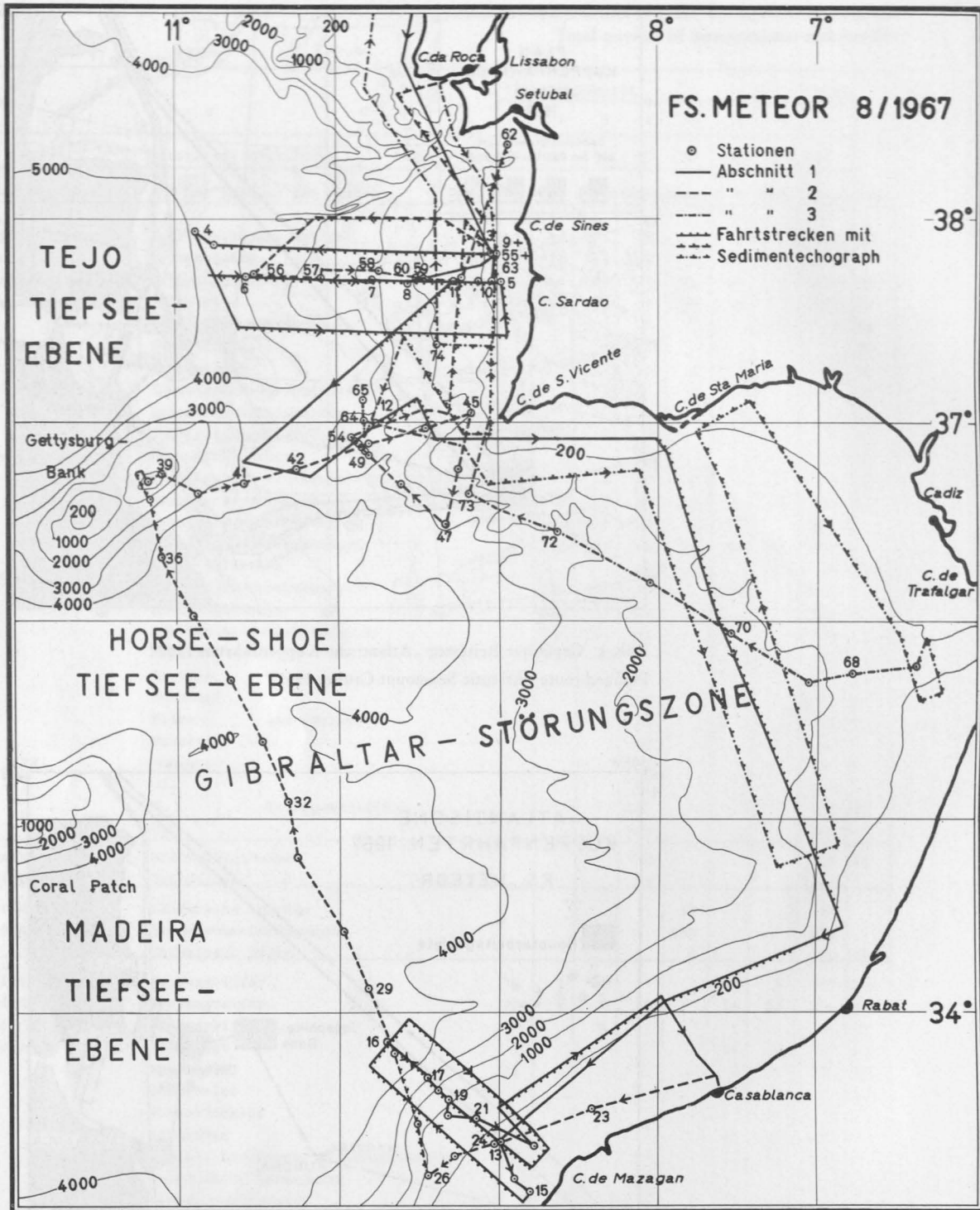


Abb. 3. Wege und Stationskarte der Fahrtabschnitte 1-3  
Tiefen in Metern (nach LAUGHTON)

Track chart with stations of cruise sections 1-3  
Depths in meters (acc. to LAUGHTON)

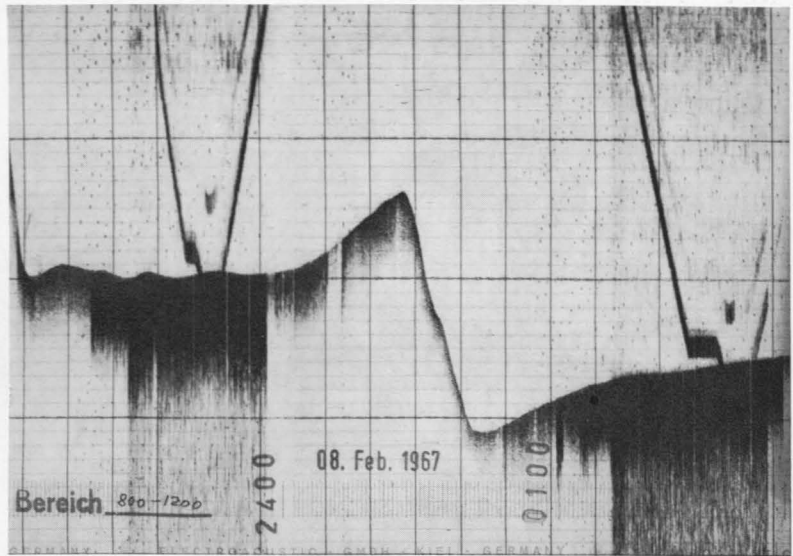


Abb. 4. Geräteinsatz auf dem Echogramm. Station 8060, 7./8. 2. 1967. Während der Station driftet das Schiff. Das Fieren der Geräte bis zum Meeresboden ist durch Einsatz des 15 kHz-Schwingers gut zu beobachten. Grundberührung links (Backengreifer) etwa um 23.54 Uhr in 1000 m Wassertiefe (unkorrigiert), rechts (Kastenlot) um 01.25 Uhr in 1060 m. Rund 50 m über den Geräten war ein Pinger angebracht. Hiev-Spuren von Geräten und Pinger deutlich markiert.

Equipment Emplacement Shown on Echogram. Station 8060, 7./8. Feb. 1967, 15 kc echo source. Left: grab sampler touching bottom in 1000 m water at 23.54 GMT. Right: box corer in 1060 m at 01.25. 50 m over the equipment, the trace of the pinger.

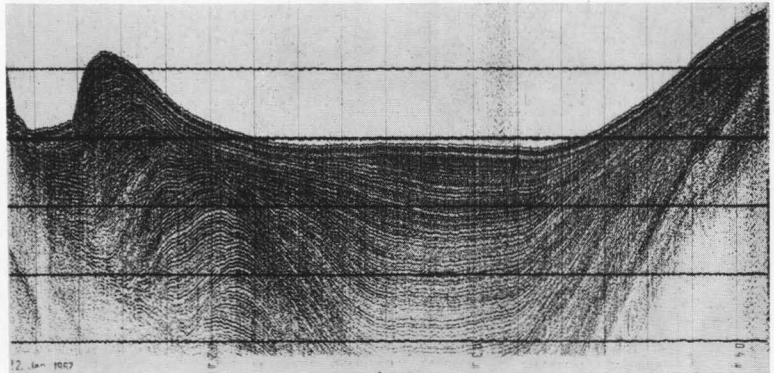


Abb. 5. Beispiel eines Echogramms mit dem Sedimentechographen. 22. 1. 1967, 01.04 bis 04.06 Uhr. Vertikale Striche = 10-Minutenmarken, d. h. etwa 2,4 km Fahrt. Horizontale dicke Striche = 0,1 sec Schallweg, d. h. je rund 75 m Unterschiede in der Wassertiefe. Meeresboden in der Mitte des Echogramms rund 1000 m tief; Fahrt-Abschnitt 1, rund 40 km südlich Cabo de Sta. Maria. Eindringtiefe ins Sediment mehr als 200 m. Siehe auch GIESEL & SEIBOLD (1968).

Airgun Record. 22. Jan. 1967, 01.04–04.06 GMT. Middle of echogram in about 1000 m water, 40 km south of Cabo de Sta. Maria. Distance between vertical lines about 2,4 km, horizontal lines about 75 m (water). Further Details see GIESEL & SEIBOLD (1968).

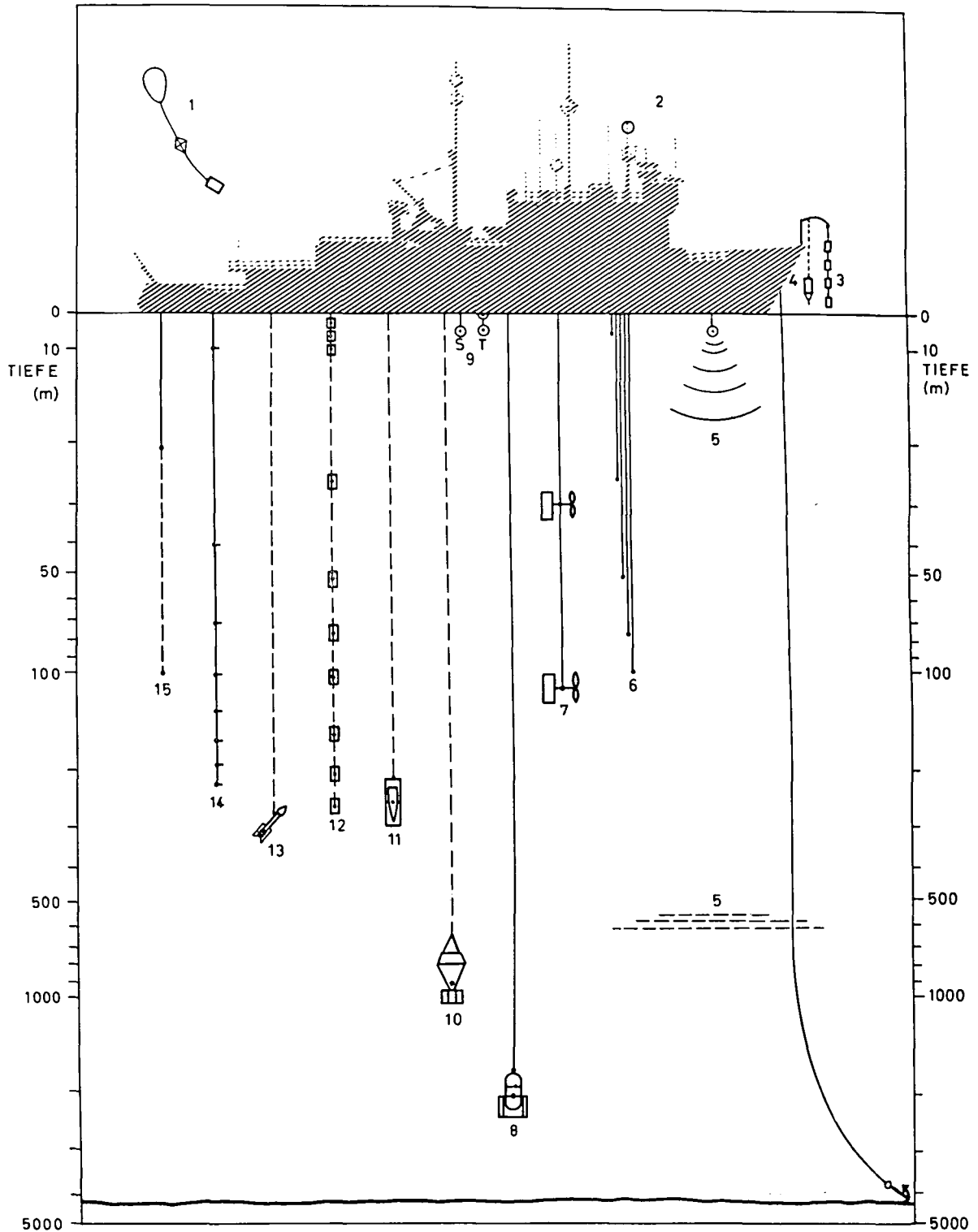


Abb. 6. Schematische Darstellung des Geräteinsatzes während der Ankerstation 9027 von F. S. „Meteor“ (Tiefen von 10 bis 5000 m in logarithmischer Skala).

1 = Radiosonde, 2 = Met. Parameter, 3 = Psychrometer, 4 = Grenzschichtsonde, 5 = Echostreuschicht, 6 = Schläuche Autoanalyser, 7 = Strömungsmesser, 8 = Bathysonde, 9 = T-S Registrierung, 10 = Wechselbechernetz, 11 = O<sub>2</sub>-Sonde, 12 = Hydr. Serie, 13 = Bathythermograph, 14 = Thermisterkabel, 15 = Schläuche Gaschromatograph

Instruments used during the anchor-station 9027 of R. V. „Meteor“. (Depths from 10–5000 m are given in a logarithmic scale).

1 = Radiosonde, 2 = Met. parameter, 3 = Psychrometer, 4 = Boundary layer sonde, 5 = Scattering layer, 6 = Tubes autoanalyzer, 7 = Current meter, 8 = Bathysonde, 9 = T-S recorder, 10 = Multi-bucket plankton net, 11 = O<sub>2</sub>-sonde, 12 = Hydr. cast, 13 = Bathythermograph, 14 = Thermistor chain, 15 = Tubes gaschromatograph

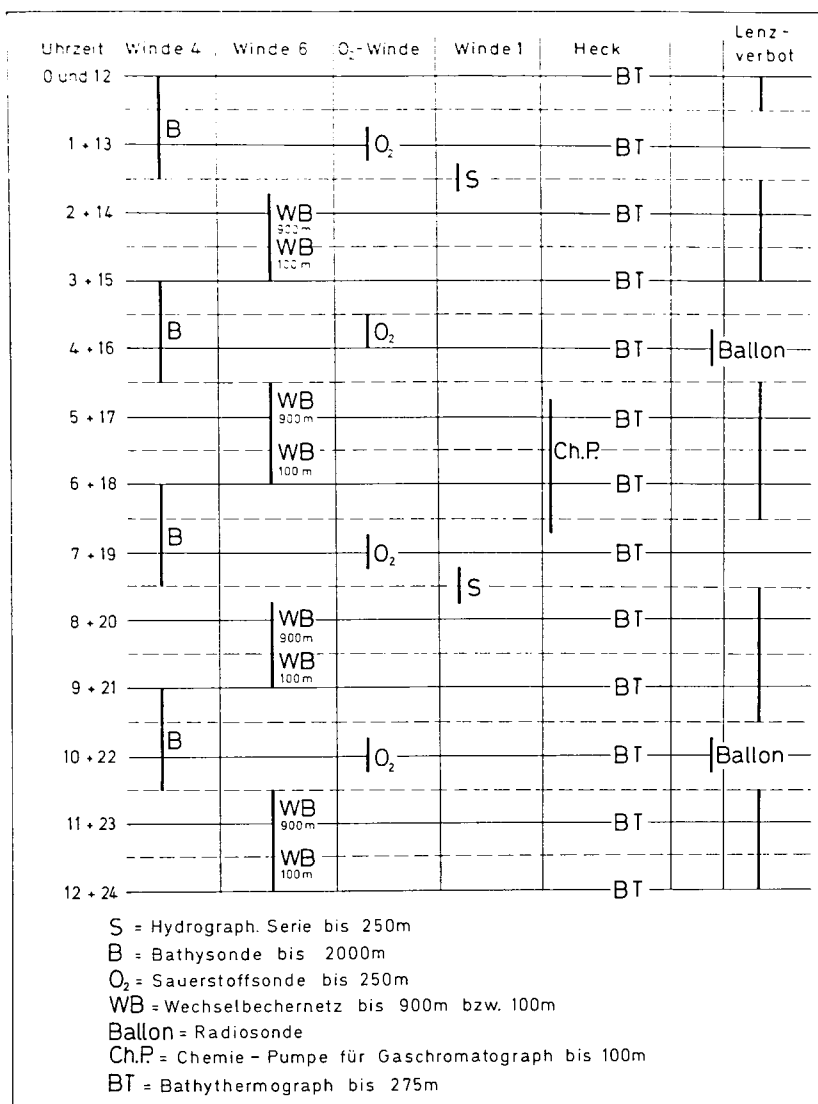


Abb. 7. Zeitplan des Geräteeinsatzes während der Ankerstation 9027.  
 Time-table of the routine work during the anchor-station 9027.



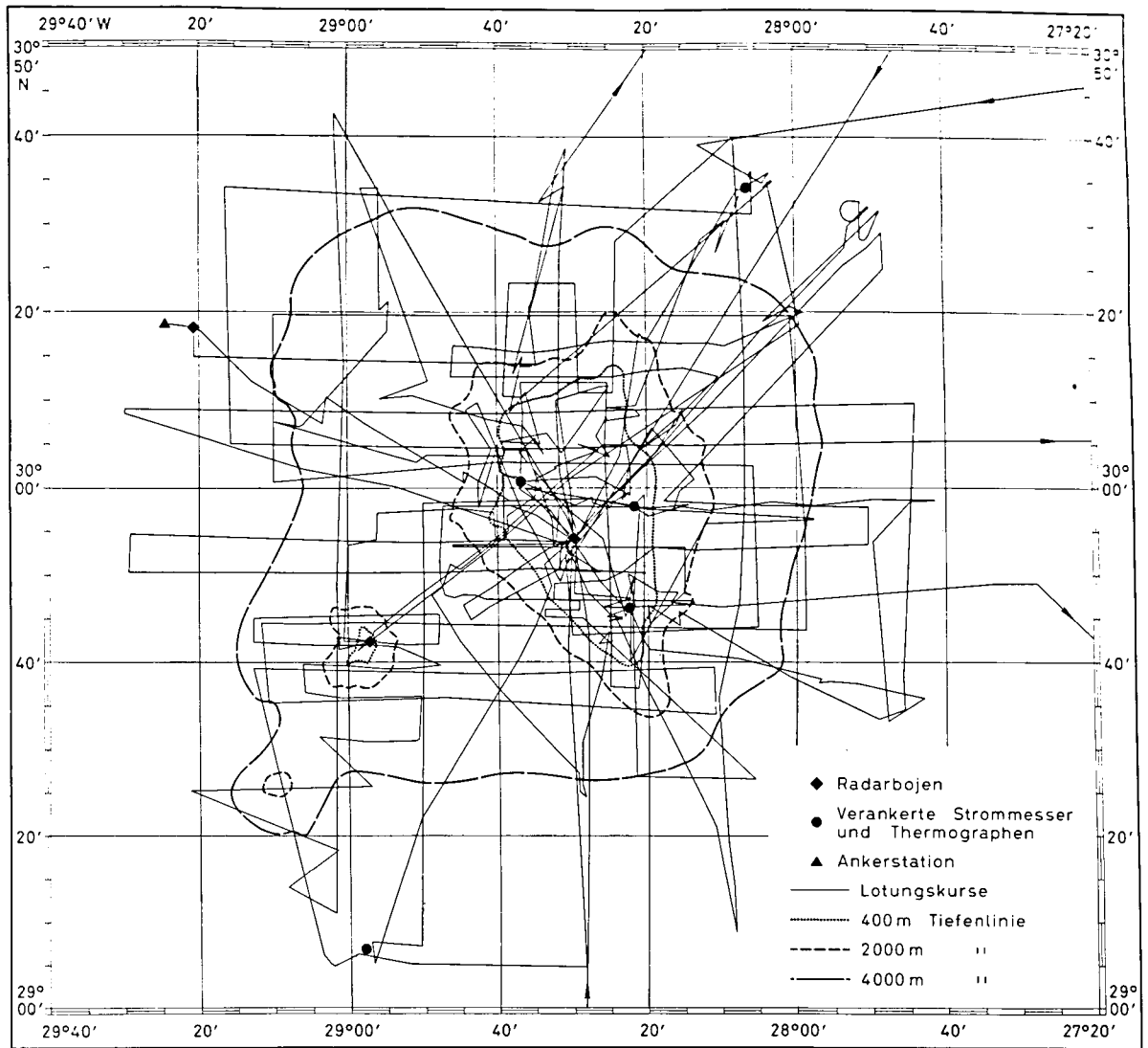


Abb. 8. Kurskarte der Fahrten von F. S. „Meteor“ im Gebiet der Großen Meteor-Bank während der Atlantischen Kuppenfahrten 1967.

Tracks of R. V. "Meteor" in the region of the Great Meteor-Seamount.

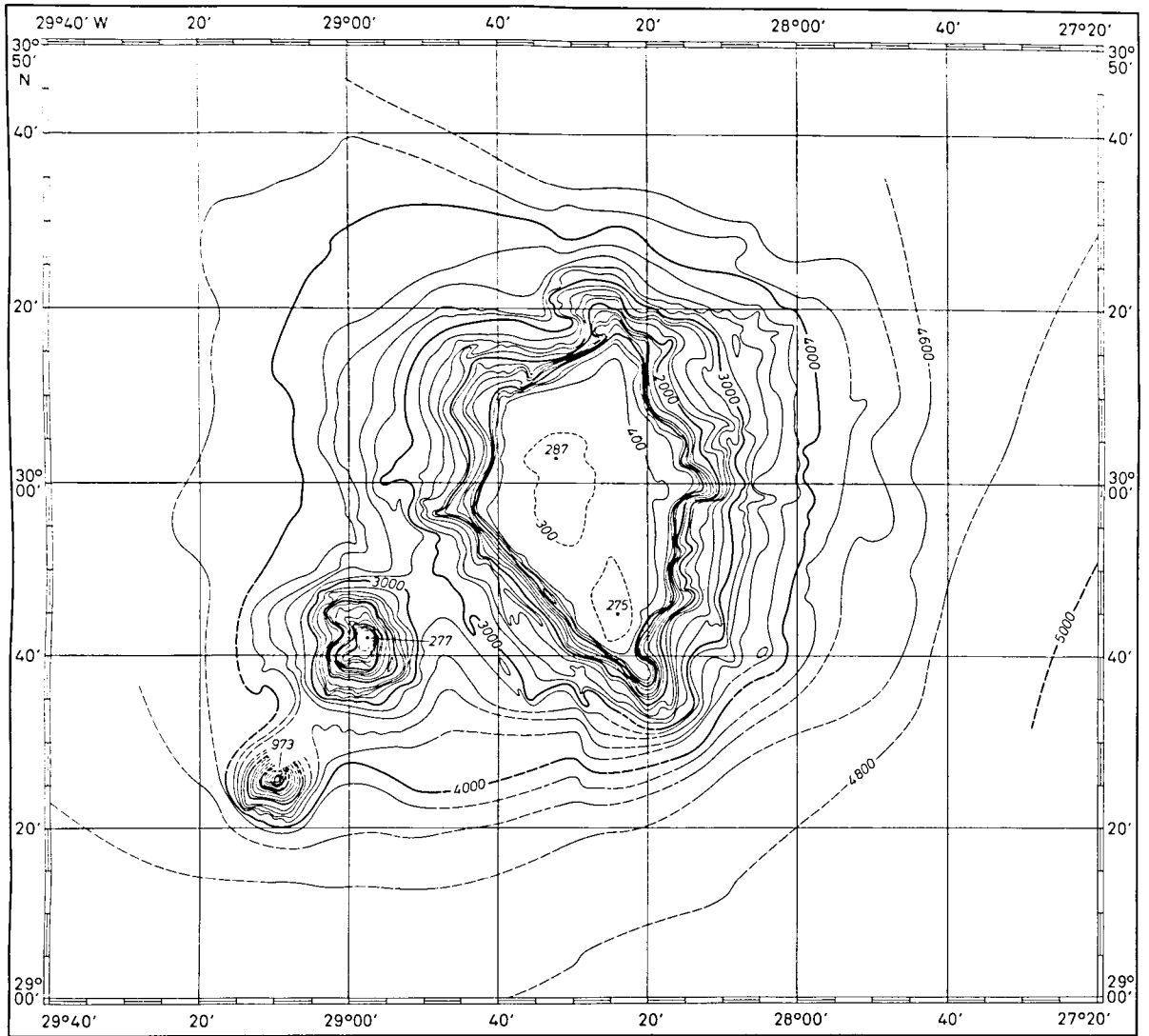


Abb. 9. Tiefenkarte der Großen Meteor-Bank nach Vermessungsergebnissen von F. S. „Meteor“ aus dem Jahre 1967.

Depth-chart of the Great Meteor-Seamount obtained from soundings during the "Atlantic Seamount Cruises 1967".



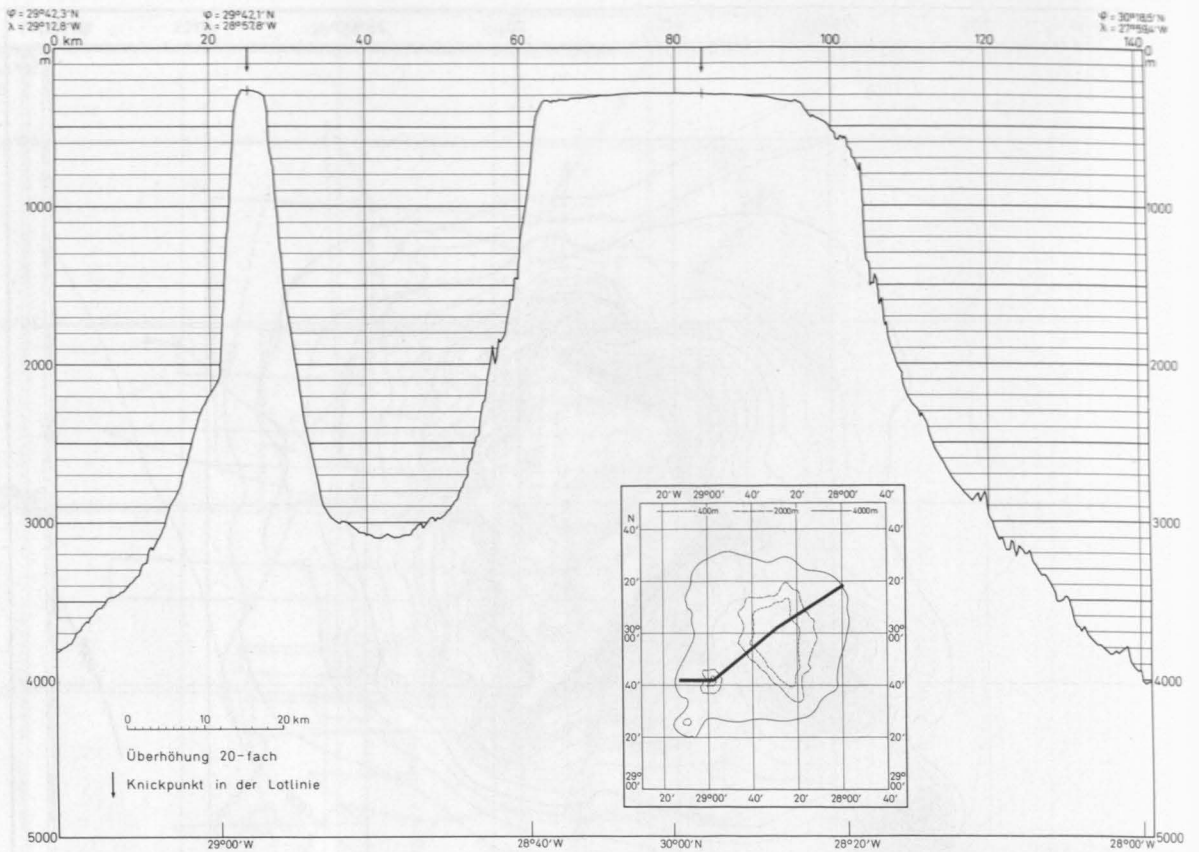


Abb. 10. Echotopographisches Profil über die Große und Kleine Meteor-Bank nach Vermessungsergebnissen aus dem Jahre 1967 von F. S. „Meteor“.

Topographic profile of the Great and the Little Meteor-Seamount obtained from soundings during the "Atlantic Seamount Cruises 1967".

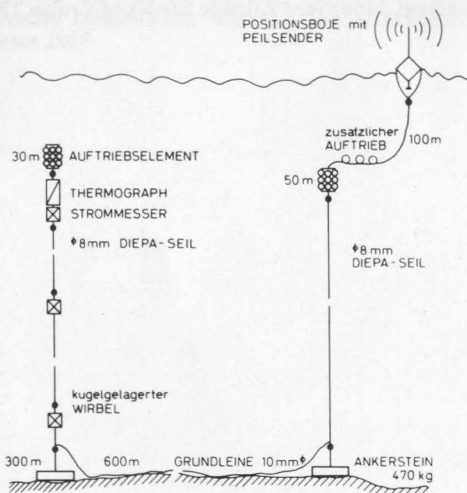


Abb. 11. Schema einer während der Kuppenfahrten verwendeten Flachwasserverankerung (Wassertiefen bis 300 m).

Schematic diagram of moored systems used in shallow water (depths less than 300 m).

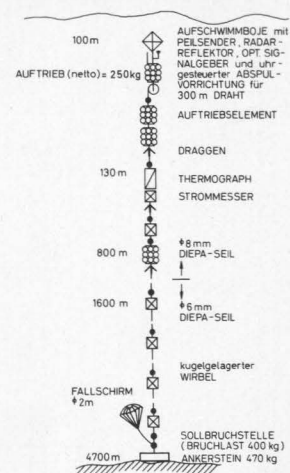


Abb. 12. Schema einer während der Kuppenfahrten verwendeten Tiefseeverankerung (Wassertiefen bis 4700 m).

Schematic diagram of moored systems used in deep water (depths down to 4700 m).





Abb. 13. Schelfrandlot-Anlage im Brückenlotraum von F. S. „Meteor“. Links oben: Kalibrierungsgeber, Mitte: Registriergeräte (unten Mutter-, oben Tochterschreiber), rechts: Digitalanzeigergerät mit Schreiber.

Das Echogramm im Registriergerät zeigt einen Schnitt über die Große Meteor-Bank.

Narrow beam echo sounder's recording equipment on board of R. V. "Meteor".

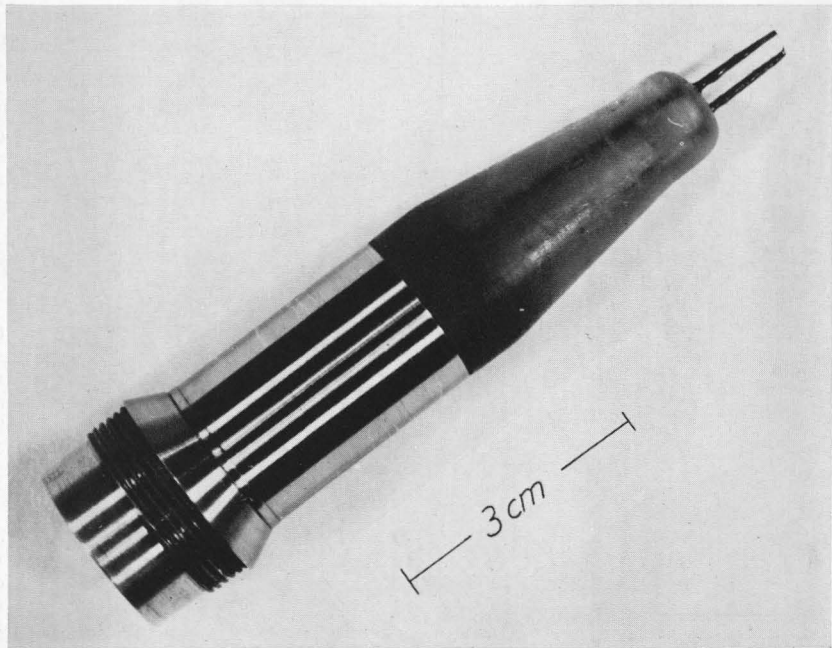


Abb. 14. Einschraubbarer Temperaturfühler (1,5fach vergrößert). Temperature sensor (1.5 times original size).

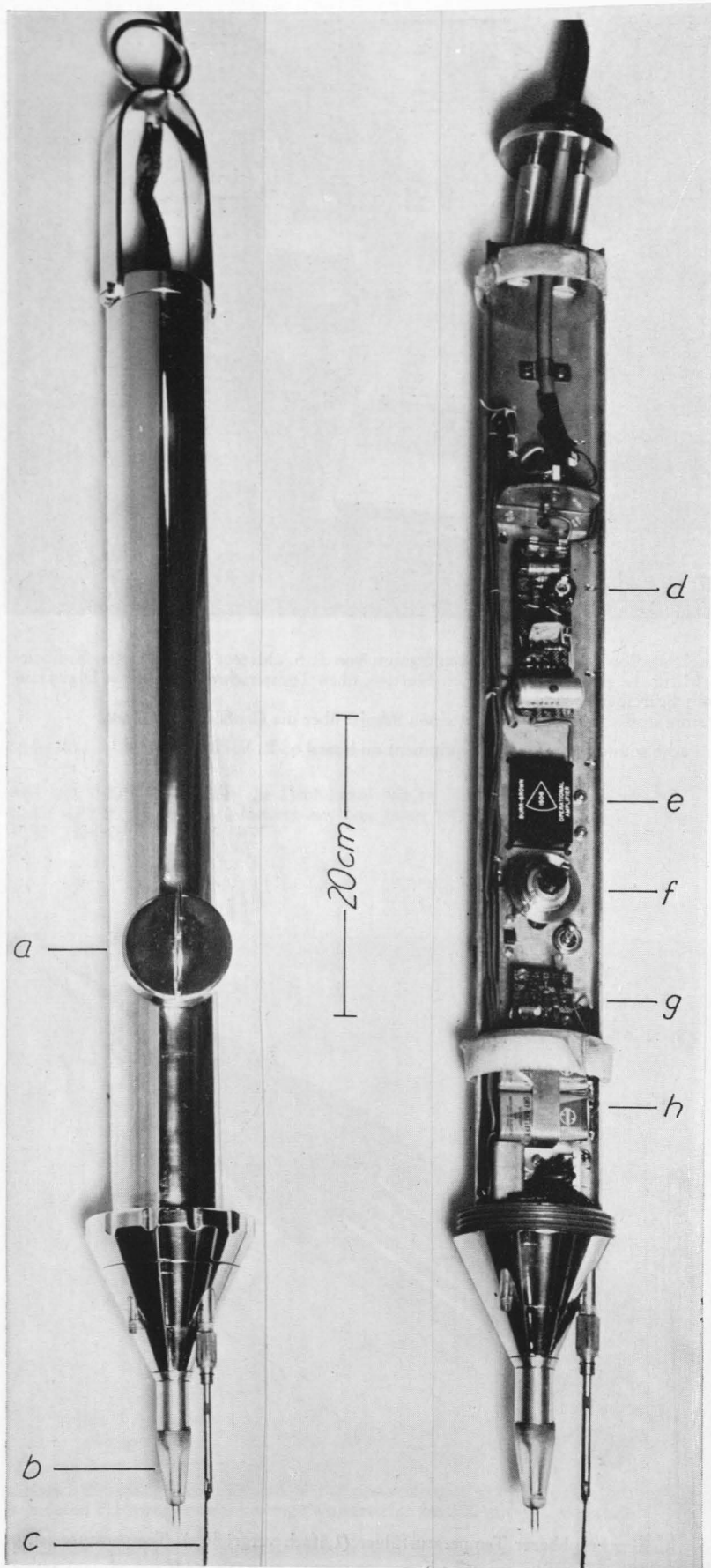


Abb. 15. Sonde zur Messung der Temperaturverteilung in den untersten Luftschichten über dem Meer (links: geschlossen, rechts: geöffnet). Unten befindet sich der eingeschraubte Meßfühler, rechts daneben ist der obere Teil der Entfernungsmesskette zu erkennen.

a = Schraubkappe zur Abdeckung des Brückenabgleichs,  
 b = Temperaturfühler,  
 c = Entfernungsmesskette,  
 d = Konstantstromquelle für e,  
 e = Vorverstärker,  
 f = Potentiometer zum Abgleich der Wheatstone-Brücke,  
 g = Konstantstromquelle für h,  
 h =  $2 \times 9\text{ V}$  Batterien für die Wheatstone-Brücke.

Instrument for measuring the temperature distribution in the lowest layer above the sea surface (left: closed, right: opened). At the lower part of the instrument the temperature sensor and on its right hand side the upper part of the distance chain can be seen.  
 a = window to handle the potentiometer of the wheatstone bridge,  
 b = temperature sensor,  
 c = distance-chain,  
 d = constant power supply for e,  
 e = preamplifier,  
 f = potentiometer for the wheatstone bridge,  
 g = constant power supply of h,  
 h =  $2 \times 9\text{ V}$  batteries as power supply for the wheatstone bridge.

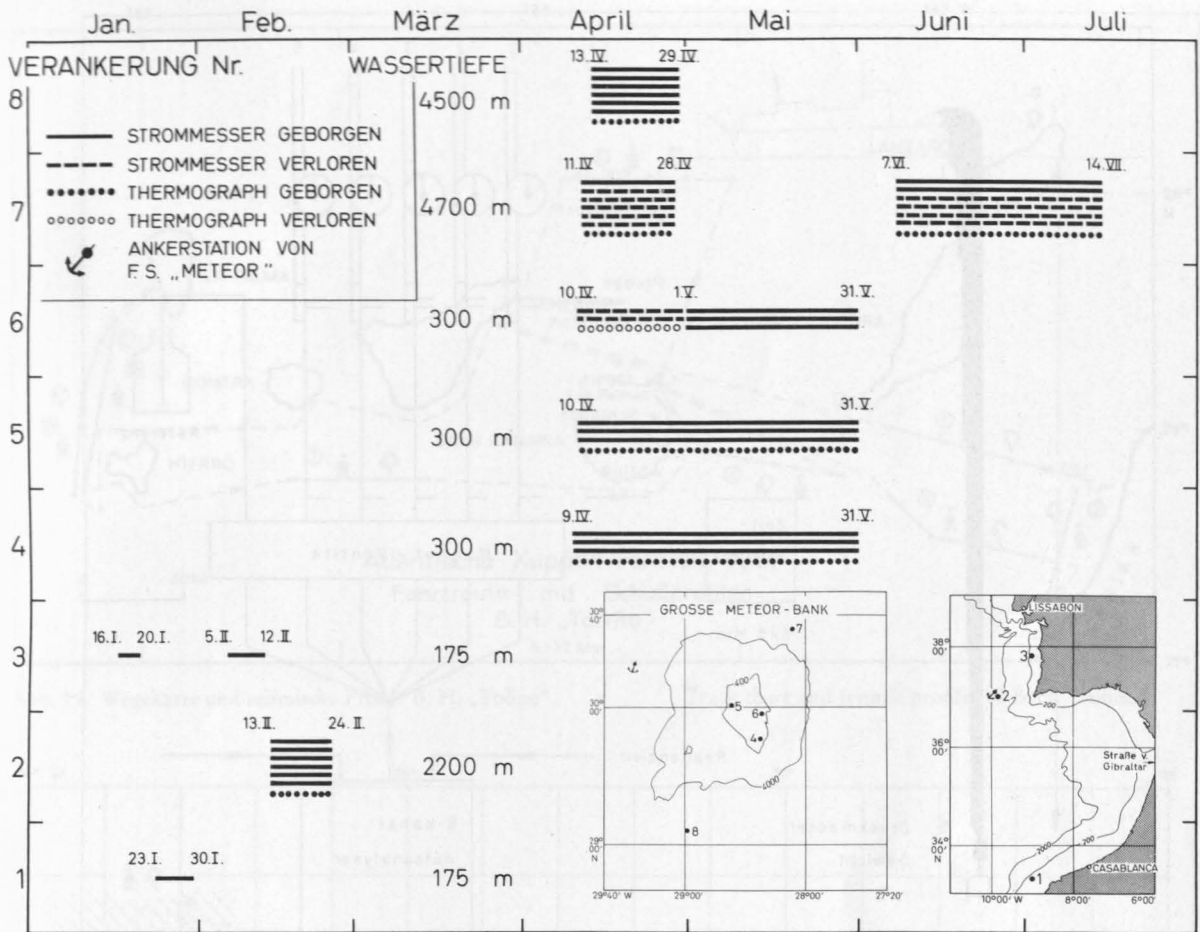


Abb. 16. Positionen, Wassertiefen, Gerätebestückung und Registrierdauer der auf den „Atlantischen Kuppenfahrten 1967“ ausgelegten Verankerungssysteme.

Positions, depths, instruments and recording periods of moored systems used during the "Atlantic Seamount Cruises 1967".

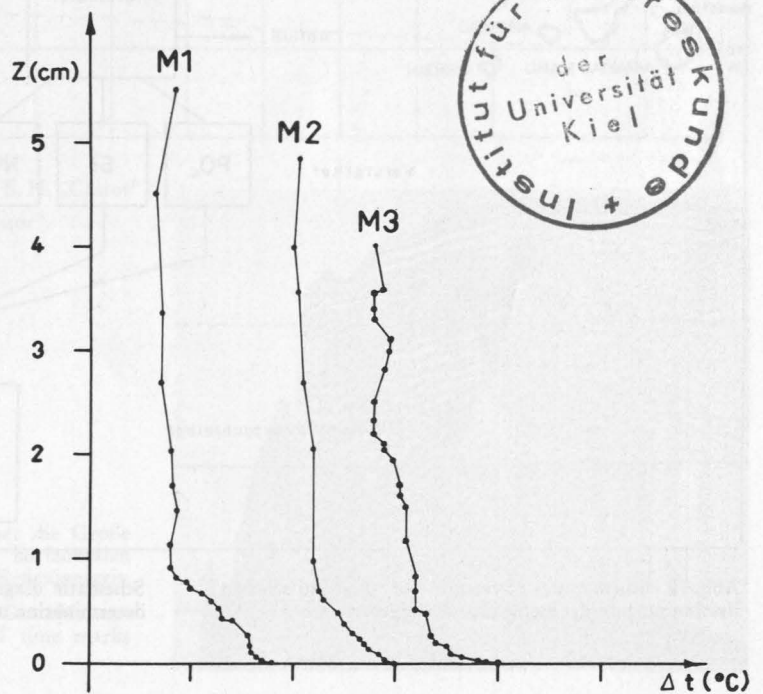


Abb. 17. Drei Beispiele für gemessene „Temperaturprofile“ in den unteren Zentimetern über der Wasseroberfläche. Das Abszissenintervall entspricht etwa 1 °C.

Three examples of measured temperature profiles in the lowest centimeters above the water surface. The interval of the abscissa is about 1 °C.

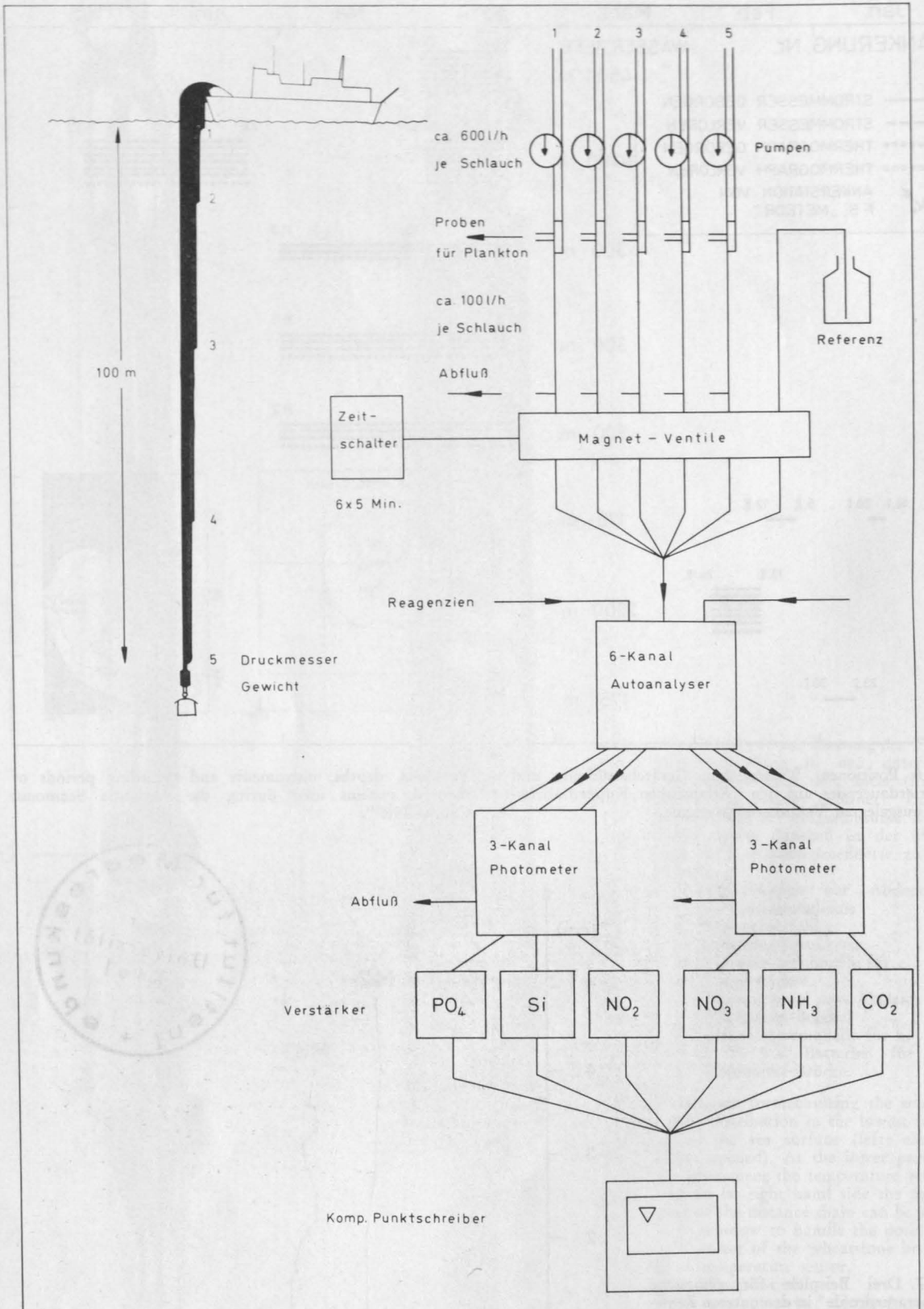


Abb. 18. Schema des Systems zur kontinuierlichen Bestimmung hydrochemischer Parameter.

Schematic diagram of the system used for continuous determination of hydrochemical parameters.



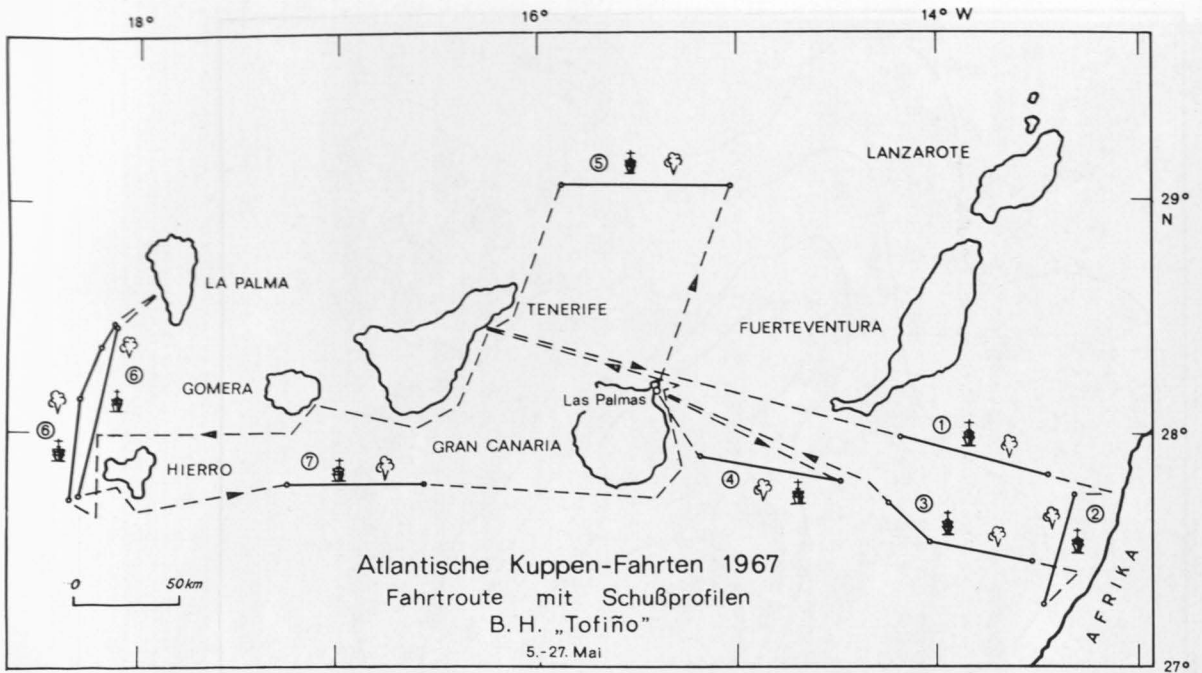


Abb. 19. Wegekarte und seismische Profile B. H. „Tofiño“.

Track chart and seismic profiles of B. H. "Tofiño".

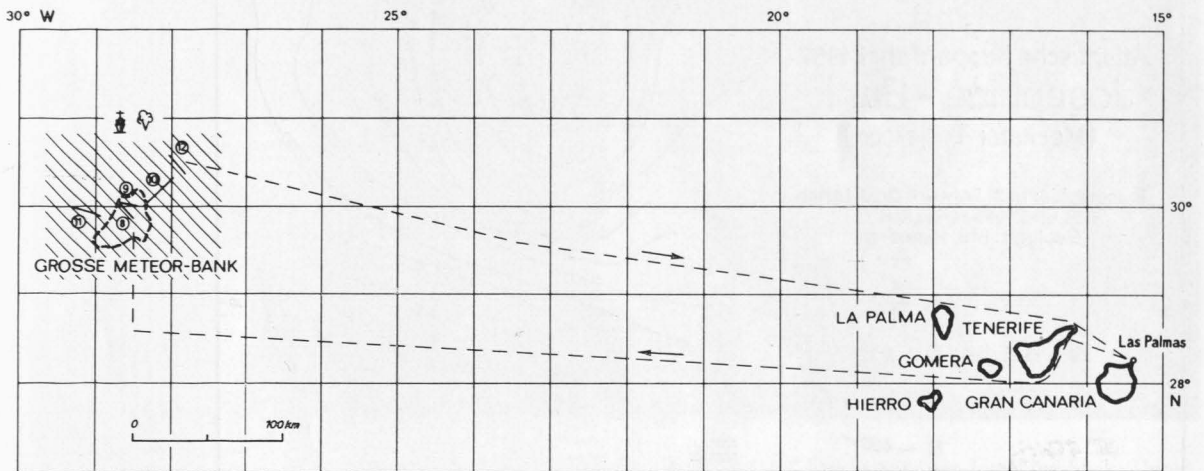
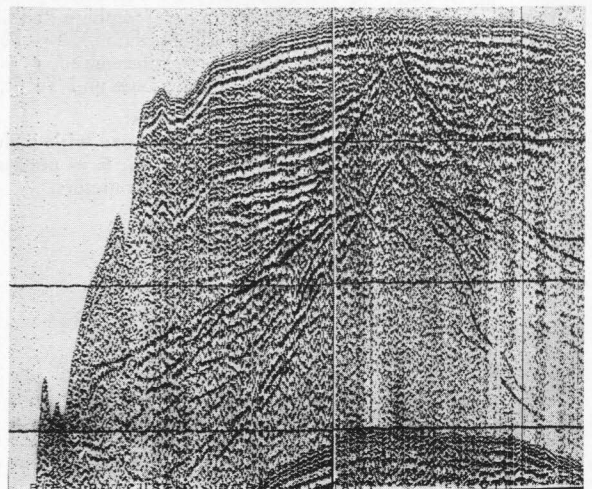


Abb. 20. Wegekarte und seismische Profile B. H. „Castor“.  
Track chart and seismic profiles of B. H. "Castor".

Abb. 21. NO-SW Querprofil (SW rechts) über die Große Meteor-Bank. Der Abstand zwischen zwei horizontalen Zeitmarken beträgt 1,33 Sekunden doppelte Reflexionszeit.  
NE-SW cross section (SW on the right) of the Great Meteor-Seamount. Distance between two horizontal time marks 1.33 sec reflection time.



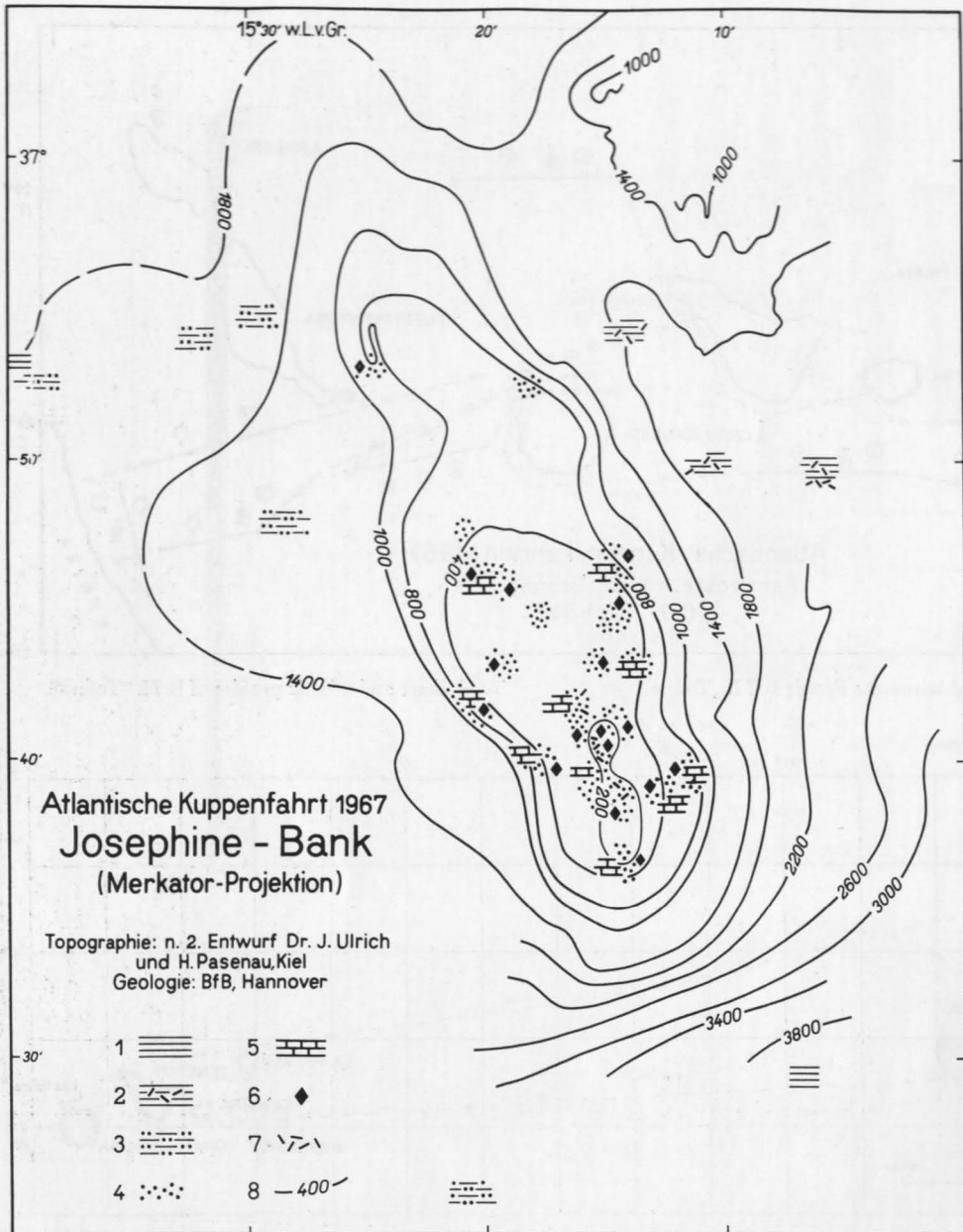


Abb. 22. Geologische Übersichtsskizze der Josephine-Bank.

1 = Foraminiferenschlamm (Globigerinenschlamm), 2 = Foraminiferenschlamm mit Einschaltungen von vulkanischem Material, 3 = Foraminiferensand, 4 = biogener Kalksand, 5 = poröser biogener Kalkstein, 6 = Basalt, 7 = Basaltschutt und Tuffit, 8 = Meerestiefen in Metern.

Geological sketch of the Josephine-Seamount.

1 = foraminifera ooze, 2 = foraminifera ooze with inclusions of volcanic material, 3 = foraminifera sand, 4 = biogenic calcareous sand, 5 = porous biogenic calcareous rock, 6 = basalt, 7 = basaltic debris and tuffite, 8 = depths in meters.



Abb. 23. Basaltblöcke und biogener Kalksand auf dem Plateau der Josephine-Bank; Unterwasseraufnahme auf Station 9123 ( $36^{\circ} 43,2'$  nördlicher Breite,  $14^{\circ} 17,7'$  westlicher Länge) in etwa 228 m Meerestiefe; Durchmesser der eisernen Kugel am Bildrand 10 cm.

Basaltic rocks and biogenic calcareous sand on the plateau of the Josephine-Seamount.

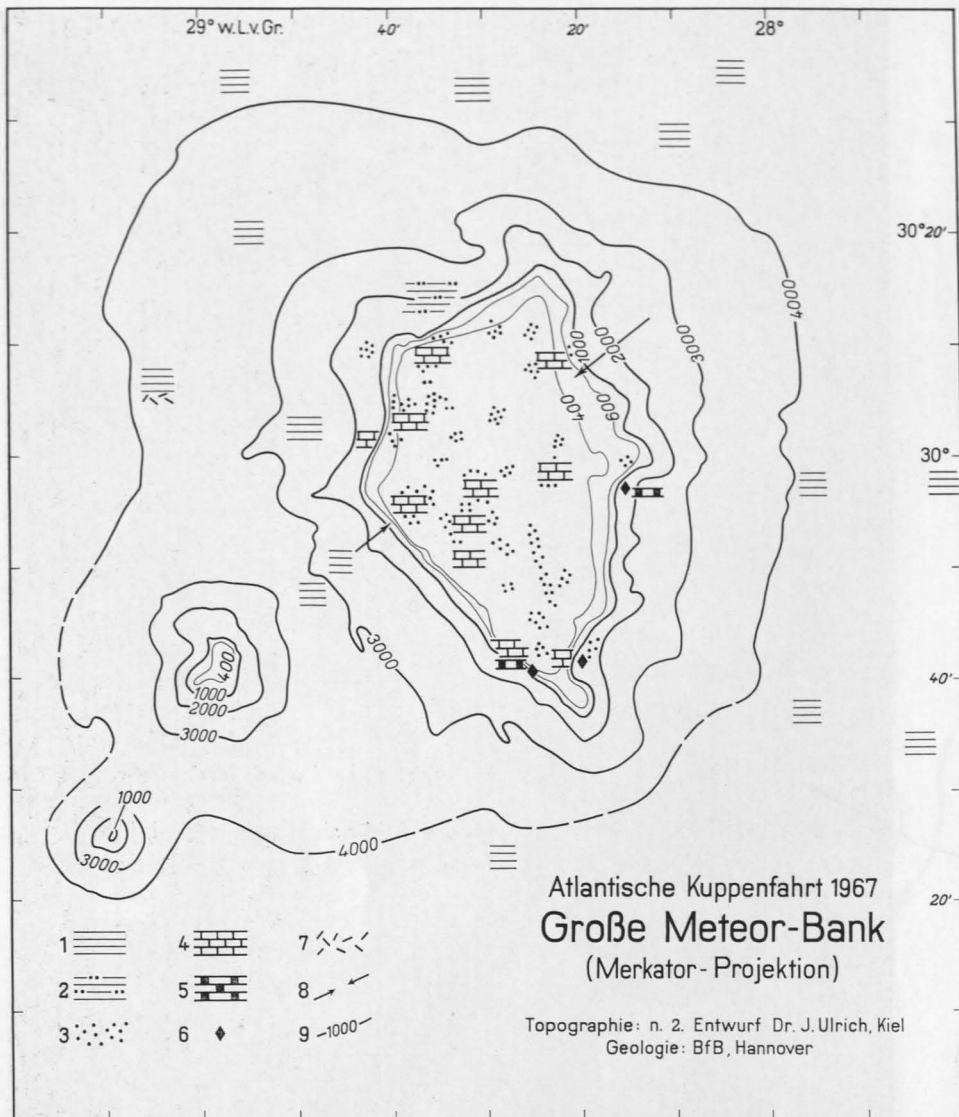


Abb. 24. Geologische Übersichtsskizze der Großen Meteor-Bank.

1 = Foraminiferenschlamm (Globigerinenschlamm), 2 = kalksandiger Foraminiferenschlamm, 3 = biogener Kalksand, 4 = poröser biogener Kalkstein, 5 = dichter Kalkstein, 6 = Basalt, 7 = Basaltschutt, 8 = Profil der Pneuflex-Vermessung (vgl. Abb. 21), 9 = Meerestiefen in Metern.

Geological sketch of the Great Meteor-Seamount.

1 = foraminifera ooze, 2 = foraminifera ooze mixed with calcareous sand, 3 = biogenic calcareous sand, 4 = porous biogenic calcareous rock, 5 = dense calcareous rock, 6 = basalt, 7 = basaltic debris, 8 = air-gun profile, 9 = depths in meters.



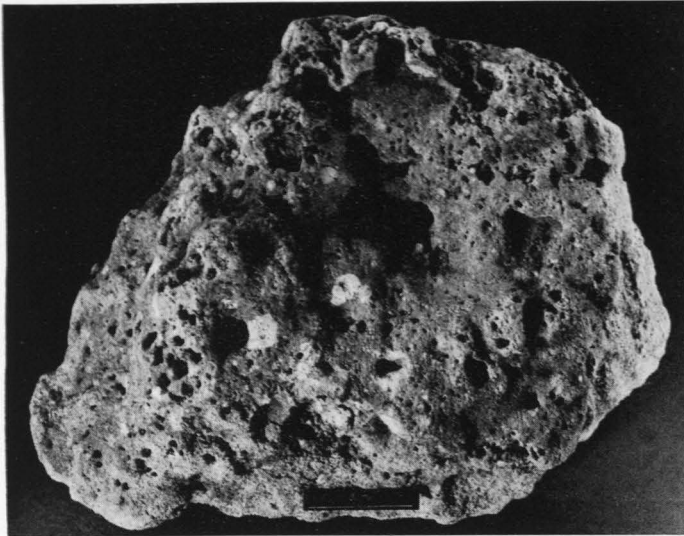


Abb. 25. Hellgrauer poröser biogener Kalkstein vom Plateau der Großen Meteor-Bank; gewonnen mit der Tonnendredsche auf Station 9147 a ( $30^{\circ}08,2'$  nördlicher Breite,  $28^{\circ}21,0'$  westlicher Länge) aus 610–510 m Meerestiefe, phot. ESCHWEILER.

Light grey porous biogenic calcareous rock from the plateau of the Great Meteor-Seamount.

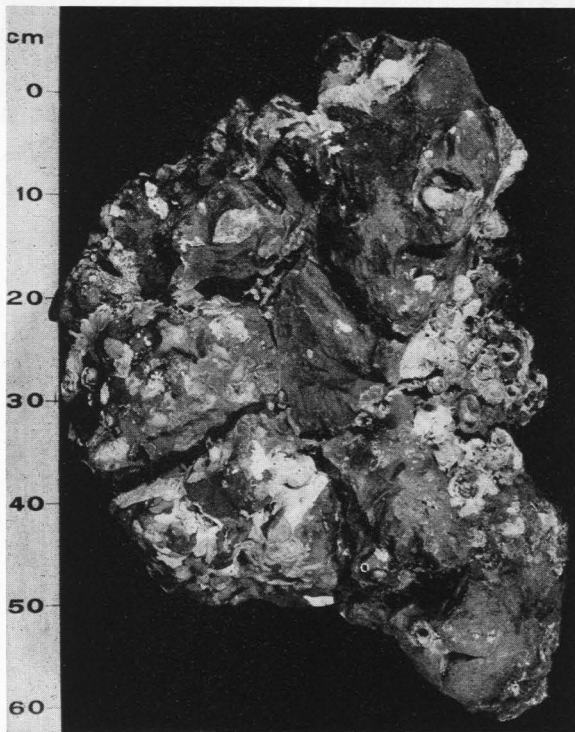


Abb. 26. Dunkelgrauer Basalt mit bräunlicher Verwitterungsrinde vom Osthang der Großen Meteor-Bank; gewonnen mit der Tonnendredsche auf Station 9178 ( $29^{\circ}57,9'$  nördlicher Breite,  $28^{\circ}15,7'$  westlicher Länge) aus 690–590 m Meerestiefe, die hellen Flecken auf dem Gestein sind Reste von rezenten Lebewesen; phot. ESCHWEILER.

Dark grey basalt with brownish weathered crust from the eastern slope of the Great Meteor-Seamount.

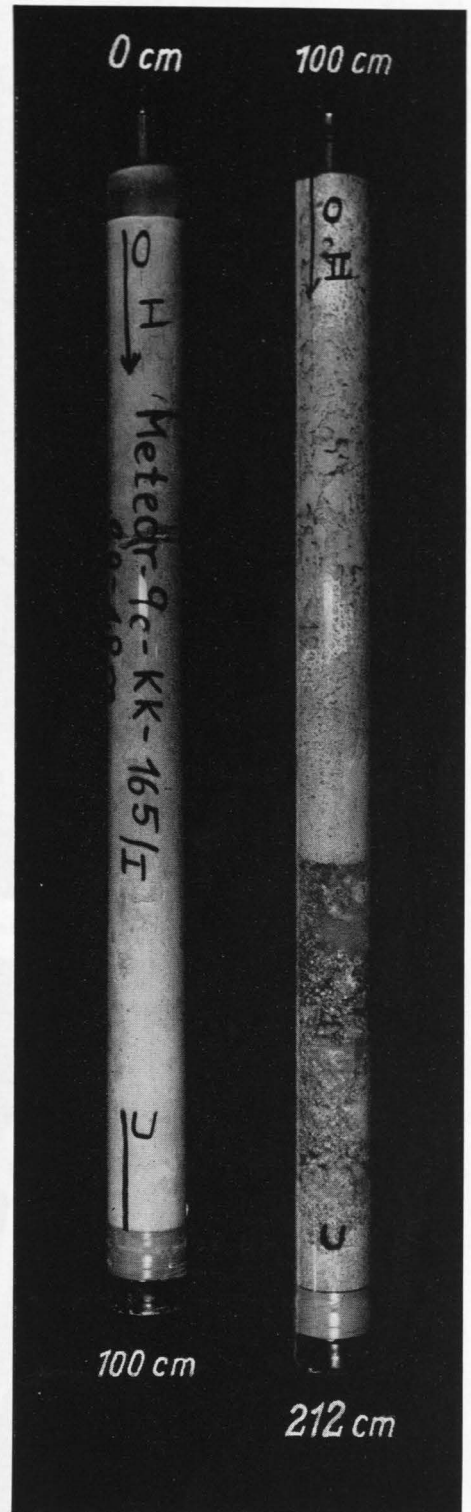


Abb. 27. Sedimentkern aus der Tiefsee westlich der Großen Meteor-Bank (Globigerinenschlamm über vulkanischem Gesteinsschutt); gewonnen mit dem Kolbenlot auf Station 9165 ( $30^{\circ}07,0'$  nördlicher Breite,  $29^{\circ}06,0'$  westlicher Länge) aus 3930 m Meerestiefe, phot. ESCHWEILER.

Sediment core from the deep sea bottom west of the Great Meteor-Seamount (globigerina ooze on top of volcanic material).



Abb. 28. Biogener Sand (hell), Madreporarien mit inkrustierten Schwämmen (dunkel) und zwei fächerförmige Gorgonarien auf der Großen Meteor-Bank. Station 9157, 17. 7. 1967 in 300 m Tiefe.  
Biogenic sand (light) madreporaria with incrustated sponges (dark) and two fan-shaped gorgonaria.

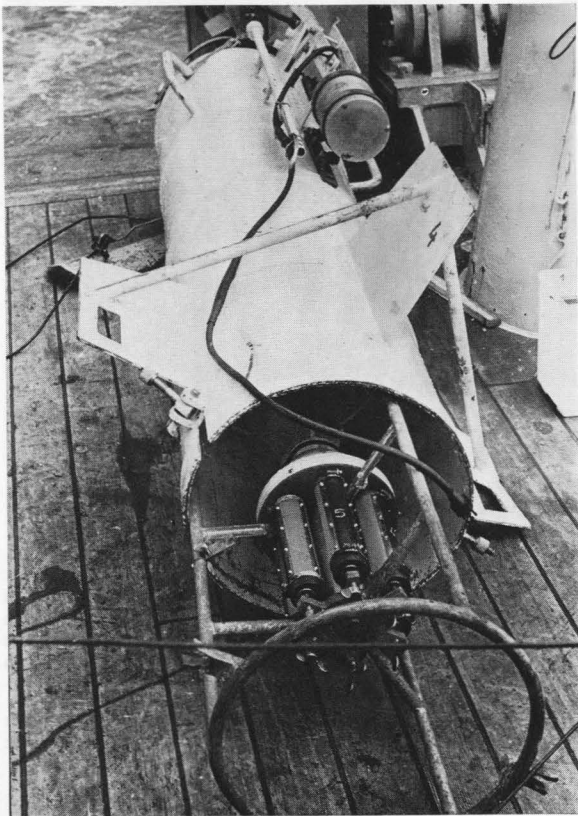


Abb. 29. Planktonröhre HAI-20 mit Wechselbecher-Vorrichtung: ein Programmwerk (im Druckgehäuse auf dem HAI) steuert den Wechselmechanismus der 6 Fangbecher.

High-speed plankton sampler with 6 remote controlled sampling buckets.

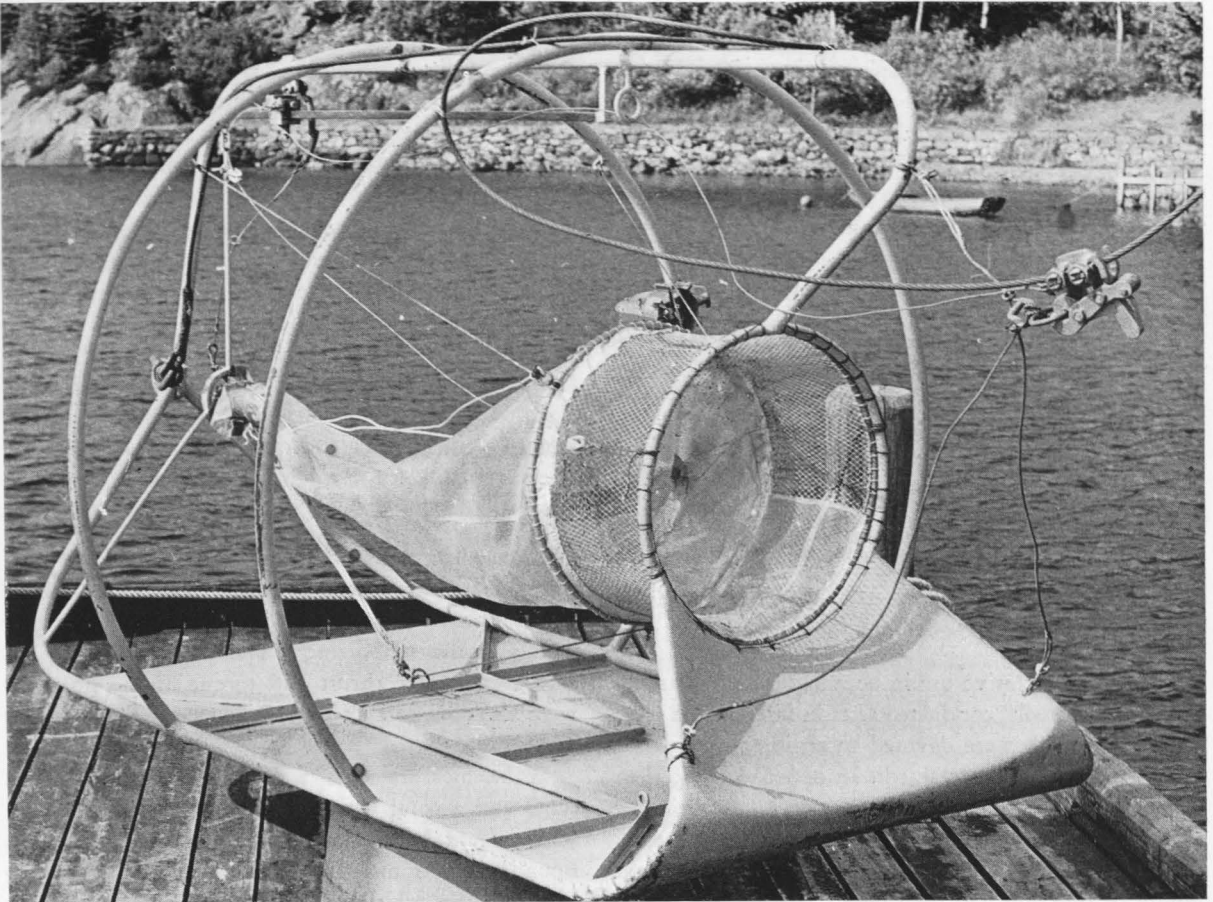


Abb. 30. BEYER-Schlittennetz, mit Schließvorrichtung, zum Fang von bodennahem Plankton.  
BEYER's epibenthic closing net.

