

DIE DEUTSCHE ATLANTISCHE EXPEDITION

AUF DEM VERMESSUNGS- UND FORSCHUNGSSCHIFF
„METEOR“

FESTSITZUNG

ZUR BEGRÜSSUNG DER EXPEDITION AM 24. JUNI 1927

VERANSTALTET VON DER

NOTGEMEINSCHAFT DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT
UND DER GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE ZU BERLIN

- L. DIELS: Begrüßung der Deutschen Atlantischen Expedition.
- F. SPIESS: Bericht über die Expedition.
- A. DEFANT: Über die wissenschaftlichen Aufgaben und Ergebnisse der Expedition.
- F. SCHMIDT-OTT: Schlußwort.

Hierzu 2 Bildertafeln, 10 Textabbildungen und 1 Kartenbeilage.



SONDERABDRUCK
AUS DER ZEITSCHRIFT DER GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE ZU BERLIN
JAHRGANG 1927, Nr. 7/8



Ergebnst überreicht
von der
Deutschen Atlantischen Expedition
auf dem Forschungsschiff „Meteor“.

SPIESS,
Fregattenkapitän und Kommandant.

Anschrift:
Forschungsschiff „Meteor“
durch Marine Postbüro Berlin C. 2.



Fig. 28. Die Besatzung des „Meteor“.



Fig. 29. Der Kommandant des „Meteor“ mit dem wissenschaftlichen und militärischen Stabe.



Fig. 30. Empfang der „Meteor“-Besatzung in Windhuk.



Fig. 31. „Meteor“ im Sturm.

Begrüßung der Deutschen Atlantischen Expedition.

Von Professor Dr. L. Diels, Vorsitzender der Gesellschaft für Erdkunde.

Seit langem haben wir erwartungsvoll dieser Stunde entgegen-gesehen, in der uns die Freude vergönnt ist, der Deutschen Atlantischen Expedition in der Reichshauptstadt den Willkommensgruß zu entbieten und ihre Mitglieder zur Rückkehr in die Heimat zu beglückwünschen. Im Namen der Gesellschaft für Erdkunde, und zugleich der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, sowie unserer Gäste in dieser festlichen Versammlung, begrüße ich Sie, meine hochverehrten Herren von der Deutschen Atlantischen Expedition, als die Vollender eines groß-gedachten Beginns und als die Vollbringer denkwürdiger Leistungen im Dienste unserer Wissenschaft.

Dankbaren Sinnes erinnern wir uns, was die Fahrt des „Meteor“ für uns bedeutet. In den dunkelsten Stunden nach dem Ende des alten Reiches, als so viele an Gegenwart und Zukunft verzagten, da keimte bei unserer Marineleitung der Gedanke, das werdende Schiff einem wür-digen Friedenswerke zu weihen. Wir haben erfahren, daß das erste weitgespannte Projekt der Macht der Umstände gegenüber sich nicht verwirklichen ließ. Doch wir waren Zeuge davon, wie die unbeugsame Willensstärke von Alfred Merz und seine unermüdliche Schaffens-kraft einen neuen Plan an die Stelle des aufgegebenen setzte und ihn in kurzem feste Gestalt gewinnen ließ. Die weitblickende Fürsorge der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der Marineleitung, die rastlose Arbeit bei den beteiligten Stellen der Marine und der Wissenschaft vereinigten sich, dem Unternehmen die denkbar beste Grundlage zu verschaffen. Die bewährtesten Instrumente wurden aus-geprobt und verbessert, die Methoden unablässig überdacht und ver-feinert, die erwählten Teilnehmer in allem einzelnen geschult und aus-gebildet, um dem großen Plane dienstbar zu sein. Der Großteil des Atlantischen Ozeans sollte räumlich erforscht, Strömungen und Luft-bewegungen, Temperatur und Dichte seines Wassers, Boden und Organismenwelt genauer und an zahlreicheren Punkten bestimmt werden, als es bisher geschehen war. Nicht auf einem einfachen Nord-südschnitt, wie die früheren Expeditionen meist vorgegangen waren, sondern in 14 eng benachbarten Westostprofilen, von der Wärme des nördlichen Wendekreises bis zum Rande des südlichen Eismeres, sollte der „Meteor“ die Weiten des Ozeans durchmessen. Nur die näher Ein-geweihten erkannten damals, was dieser Plan von Führung und Be-satzung, von Offizieren und Wissenschaftlern forderte, und welches Maß von Arbeit zu leisten war, um auf dem streng induktivem Wege, den der Plan vorschrieb, die Probleme der Wasserbewegung des Ozeans, seiner Strömungen, wissenschaftlich zu fördern und bleibende Fort-schritte auf diesem Gebiete zu gewinnen. Aus den Berichten über die Fahrt des „Meteor“, die unsere Zeitschrift in den letzten beiden Jahr-gängen veröffentlichen durfte, ist uns die Größe der Aufgabe allmählich

immer klarer zum Bewußtsein gekommen. Aber erst heute, da Sie, meine Herren von der Deutschen Atlantischen Expedition, nach zweijährigem Bemühen am Ziele stehen, überschauen wir den ganzen Umfang des Werkes. Ihre Leistung erfüllt unsere Gesellschaft mit Stolz, weil wir nun wissen, daß Sie mit steter Treue und Begeisterung für Ihre gemeinschaftliche Arbeit die Erkenntnis unserer Erde und ihrer Meere auf weiten Flächen vermehrt und vertieft und eine Friedenstat vollführt haben, die über rätselvolle Zusammenhänge des Naturgeschehens Licht verbreiten wird, ein Licht, das am letzten Ende der ganzen Menschheit zugute kommt. Dies Bewußtsein ist es, das uns heute erhebt und das die Freude unseres Wiedersehens adelt.

Als um die Wende des Jahrhunderts Ihre Vorgänger, die Forscher von der „Valdivia“ und Drygalskis Expedition zum Südpolargebiet, hinausgingen, da empfand man das damals bei uns als eine Betätigung der im neuen Reiche erstarkten Volkskraft und als einen Beweis des allgemein gewordenen Verständnisses für die Ehrenpflichten, die ein großes Volk im Wettkampf wissenschaftlicher Forschung zu erfüllen hat. Die Deutsche Atlantische Expedition nehmen wir als ein Wahrzeichen dafür, daß dieses Verständnis und jene Volkskraft nicht dahingeschwunden sind mit jener goldenen Zeit, sondern daß sie leben, und daß sie im Kerne unverwüstlich sind. So haben es unsere deutschen Landsleute draußen über See gefühlt, als sie jubelnd Ihr kleines Schiff begrüßten, und als sie freier das Haupt erhoben, wenn sie Ihnen Abschied von der Reede winkten. So fühlen heute alle hier in unserem Kreise; Ihre Leistung hebt in jedem einzelnen von uns die Zuversicht auf sich selber, sie stärkt das Vertrauen auf die unzerstörbaren Kräfte unseres Volkes. Etwas, was wertvoller wäre, kann uns heute niemand geben. Und so ist es der Ausdruck warmer Dankbarkeit, den wir als Menschen, als Deutsche Ihnen immer wieder zuerst entgegenbringen, und der sich Ihnen auch heute abend in dieser hochgestimmten Versammlung vor allem verkörpert.

Aber zugleich regt sich in ihr von neuem und mächtiger als vordem die Teilnahme an Ihrem Erleben, die Sympathie der wissenschaftlich Gerichteten mit Ihren Mühen und Freuden, mit Ihrem Suchen und Finden draußen auf dem Meere. Schon wird es schwer, die Erwartung zu meistern. Und so bitte ich Sie, Herr Kapitän Spieß, als Leiter der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Meteor“, das Wort zu nehmen und Ihren Bericht zu erstatten.

Bericht über die Expedition.

Von Dr. h. c. F. Spieß, Kapitän z. S. und Kommandant.

Vor drei Wochen ist die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungsschiff der Reichsmarine „Meteor“ nach 2¼jähriger Arbeit im Atlantischen Ozean glücklich in die Heimat zurückgekehrt. Fast unübersehbar ist die Fülle des gewonnenen wissenschaftlichen Beobachtungsmaterials, unvergeßlich sind die Natureindrücke in der afrikanischen und südamerikanischen Tropen- und Subtropenwelt und

im Südlichen Eismeer, reich auch die politischen Erfolge des „Meteor“, der als erstes deutsches Kriegsschiff nach dem Weltkriege Afrika und Südamerika besucht und die Beziehungen zu den fremden Ländern und zu den Auslandsdeutschen wieder aufgenommen hat. Und wenn ich heute die Ehre habe, vor Ihnen über unsere Expedition zu berichten, so kann ich aus der Fülle des Materials nur einige Übersichtstafeln und Bilder herausgreifen, um Ihnen einen kurzen Überblick über die Planlegung und Durchführung der Expedition, sowie über das gewonnene Beobachtungsmaterial zu verschaffen. Ein bitteres Schicksal hat es uns versagt, daß der unvergeßliche wissenschaftliche Leiter und Planleger der Expedition, Alfred Merz, hier stehen kann, um die reichen Früchte seiner Lebensarbeit und unserer Forschungstätigkeit vor Ihnen auszubreiten. Doppelt schmerzlich empfunden am heutigen Tage und in Ihrem Kreise; haben ihn doch mit der Berliner Gesellschaft für Erdkunde lange Jahre hindurch enge Bande verknüpft.

Geschichte und Planlegung der Expedition.

In unsere Freude und Genugtuung über das Gelingen des großen Werkes mischt sich unsere Trauer über den tragischen Verlust seines Urhebers, dieses großen Forschers und Menschen. Er wurde schon zu Beginn der Expedition, Anfang Juni 1925, aus unserer Mitte gerissen und konnte sein Lebenswerk nicht vollendet sehen und die Früchte seiner Lebensarbeit nicht ernten. Doch ist er uns auch körperlich entrisen, so fühlt doch jeder von uns, daß sein Geist an dem heutigen Ehrentage unter uns weilt. Er war der Schöpfer der wissenschaftlichen Grundlagen unserer Expedition, und seinem weitschauenden Organisationstalent und seiner gründlichen Vorbereitungsarbeit ist es in erster Linie zu danken, wenn die Expedition auch trotz dem Tode ihres ersten wissenschaftlichen Leiters erfolgreich zu Ende geführt werden konnte.

Das Hauptproblem der Expedition sah Merz in der quantitativen Erfassung der Horizontal- und Vertikalzirkulation der Wassermassen im Atlantischen Ozean. In der Problemstellung knüpfte er naturgemäß an das Beobachtungsmaterial der bekannten früheren ozeanographischen Expeditionen, Challenger, Gazelle, Valdivia, Gauß, Planet, Möwe und Deutschland, an, das er nach verschiedenen Richtungen neu bearbeitet hatte. Die näheren Gedankengänge der Problemstellung wird Ihnen Herr Professor Defant nach mir entwickeln. Ich möchte im folgenden kurz auf die Planlegung der Expedition eingehen.

Im Gegensatz zu den früheren Expeditionen, die eine erste extensive Erforschung der Zirkulation brachten, handelt es sich bei der unserigen um die systematische, intensive Erforschung der gesamten Wassermassen durch eine große Anzahl von Beobachtungsstationen auf engabständigen Querprofilen, die den Ozean in Ost-West-Richtung queren und die Störungsgebiete der Bodenerhebungen des Atlantischen Ozeans möglichst senkrecht schneiden. Das zu bearbeitende Gebiet von 20° Nordbreite bis zur antarktischen Eisgrenze sollte bei einem Reiseweg von 64 000 sm auf 14 Profilen erforscht werden. Dieses engmaschige Stationsnetz gestattete neben der Erfassung des Zirkulationsproblems eine genaue Aufnahme des Bodenreliefs mit

Hilfe akustischer Lotapparate, die Klärung der Fragen des Wasser- und Wärmehaushaltes, der Chemie, der Biologie und der Geologie des Atlantischen Ozeans. Mit diesen hydrographisch-physikalischen Aufgaben ließen sich eingehende meteorologische Beobachtungen an der Meeresoberfläche und in den höheren Luftschichten verbinden. Dieses großzügige Programm fand im Januar 1924 bei den maßgebenden Stellen, der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der Marineleitung begeisterte Zustimmung. Sie erkannten, daß hier eine dem Ansehen der deutschen Wissenschaft und der Deutschen Reichsmarine würdige Unternehmung von einem großen Geist vorbereitet war, die trotz der wirtschaftlichen Not des Reiches durchgeführt werden mußte.

Schon im Jahre 1919 war von der Admiralität der Plan gefaßt worden, das im Kriege vom Stapel gelaufene Kanonenboot „Meteor“ als Forschungsschiff auszubauen und ins Ausland zu schicken. Ein Stab von Offizieren und Vermessungspersonal war für diese Spezialaufgabe vorbereitet worden. So trafen die Pläne der Marineleitung und der Wissenschaft in glücklichster Weise zusammen. Das Institut für Meereskunde in Berlin hat dann in enger Zusammenarbeit mit der Nautischen Abteilung der Marineleitung die Expedition unter Leitung von Professor M e r z wissenschaftlich und technisch vorbereitet. Man darf sagen, daß wohl noch nie eine meereskundliche Expedition so gründlich und so bis ins kleinste vorbereitet in See gegangen ist. Erst am 15. November 1924 konnte ich den „Meteor“ in seiner ursprünglichen Gestalt in Wilhelmshaven zum ersten Male in Dienst stellen. Im Januar und Februar 1925 nahmen wir dann auf einer sehr zweckmäßigen Probeexpedition bis zu den Kanarischen Inseln eine Erprobung der technischen und wissenschaftlichen Einrichtungen vor und auf Grund dieser Erfahrungen verschiedene Änderungen und Umbauten. Das Schiff hat ein Displacement von 1200 Tonnen, also die Größe eines modernen Torpedobootes, und sollte mit 400 Tonnen Kohlen einen Aktionsradius von 6000 sm besitzen bei einer Marschgeschwindigkeit von 9 sm in der Stunde. Die Rahtakelage wurde in den Gebieten mit starken, günstigen Winden ausgiebig benutzt. Der „Meteor“ ist ein gutes Seeschiff, das verschiedentlich im Orkan gut gelegen hat. Das Batteriedeck ist als Wohndeck ausgebaut, zur Unterbringung des Laboratoriums, des Zeichenraumes und der Wohnkammern für den wissenschaftlichen Stab. Die Ausrüstung entspricht den neuesten Erfahrungen auf dem Gebiete der Serien- und Lotmaschinen, der Echolotanlagen und der ganzen sonstigen wissenschaftlichen Apparatur. Trotz beschränkter Raumverhältnisse entsprach sie allen Anforderungen der Expedition.

Der große Aufgabenkreis, der später noch durch nautische und technische Aufgaben seitens der Marine erweitert wurde, verlangte einen großen Stab von Expeditionsteilnehmern (s. Tafel 17). Die unter dem Vorsitz des Präsidenten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, Staatsminister Dr. Schmidt-Ott, gebildete „Meteor“-Kommission wählte einen Stab von vier Ozeanographen, Dr. W ü s t, Dr. S c h u m a c h e r, Dr. B ö h n e c k e, Dr. M e y e r, zwei Meteorologen, Professor R e g e r und Dr. K u h l b r o d t, einem Biologen,

Professor Hentschel, einem Geologen, Dr. Pratzje, plangemäß wechselnd mit einem Mineralogen, Professor Correns, und einem Chemiker, Dr. Wattenberg, aus. An den letzten drei Profilen hat Professor Defant als Gast teilgenommen, und für die Bearbeitung der Edelmetallfrage wurde für das letzte Profil Dr. QuasebARTH eingeschifft. Die Offiziere waren ebenfalls besonders wissenschaftlich vorgebildet, und zwar: in astronomischer Ortsbestimmung an Land, Korv.-Kapt. Bender, später Korv.-Kapt. Schunk, in erdmagnetischen Beobachtungen der Navigationsoffizier Kptlt. Siburg, später Oblt. z. S. Frhr. v. Recum, dem auch die Bearbeitung der Echolotungen oblag, in Fragen der Basisgerätmessung und in Versuchen mit Hochseepiegeln Oblt. z. S. Engelhardt, in Funkpeilversuchen Oblt. z. S. Ahlmann, in Kinematographie und Photographie Oblt. z. S. Löwisch und in qualitativen biologischen Netzfängen Stabsarzt Dr. Kraft. Außerdem wurden aus der Besatzung selbst (s. Tafel 17) für die wissenschaftlichen Arbeiten Mannschaften als Laboranten, Beobachter, Entfernungsmesser, Zeichner und Rechner ausgebildet. In unermüdlichem Eifer und entsagungsvoller Arbeit haben beide Stäbe und die ganze Besatzung, getragen von der Begeisterung und dem Verständnis für die große Idee, die von Merz gestellte Aufgabe in $2\frac{1}{4}$ Jahren programmäßig durchgeführt.

Die Durchführung der Expedition.

Der Reiseweg hielt sich im wesentlichen an das vorgesehene Reiseprogramm. Die Reihenfolge der Profile richtete sich nach den vorherrschenden Winden. Profil I, III und V im Gebiet der südlichen Westwinddrift wurden von Westen nach Osten, die Profile VI, VIII und XI im Südostpassat und Profil XIII im stärksten Nordostpassat von Osten nach Westen abgefahren. Das südlichste Profil V mit seinen beiden Vorstößen, zu den Süd-Shetland-Inseln und südlich der Bouvet-Insel bis 64° S, mußte in den Südsommer, Januar bis Februar, verlegt werden, der im Jahre 1926 in bezug auf die Eisverhältnisse besonders günstig war, so daß das Abbrechen des Vorstoßes zum antarktischen Kontinent nur durch den Fahrbereich des Schiffes bedingt war. Infolge dieser Anlage der Profile war der lange Anmarsch nach Buenos Aires erforderlich, der zu einem meteorologischen Meridionalschnitt ausgenutzt wurde, und der Beginn gerade mit den schwierigsten und ungünstigsten Arbeiten im Winter auf dem stürmischen Profil I in 40° Südbreite. Hauptstützpunkte waren Buenos Aires, das viermal, und Kapstadt, das dreimal angelaufen wurde, und wo das Schiff im März 1926 auf der Werft instand gesetzt wurde. Nach fast allen anderen von uns angelaufenen Häfen wurde ebenfalls regelmäßig Post und Nachschub an wissenschaftlichem und militärischem Material aus der Heimat geschickt, der uns dank der vorzüglichen Organisationsarbeit im Institut für Meereskunde und in der Marineleitung stets pünktlich erreicht hat, ein wesentlicher Faktor für die glatte Durchführung einer so langen Expedition. Bei Seetörns von vier bis fünf Wochen und durchschnittlich 10- bis 14tägigen Hafenaufhalten mit großer Kesselreinigung, Kohlen- und Nachschubübernahme, wurde in zwei Jahren und zwei Monaten eine Strecke von 67 500 sm = dem

3½fachen Erdumfang zurückgelegt, 310 Beobachtungsstationen von 8- bis 12stündiger Dauer und zehn 2- bis 3tägige Ankerstationen auf hoher See durchgeführt (Abb. 46).

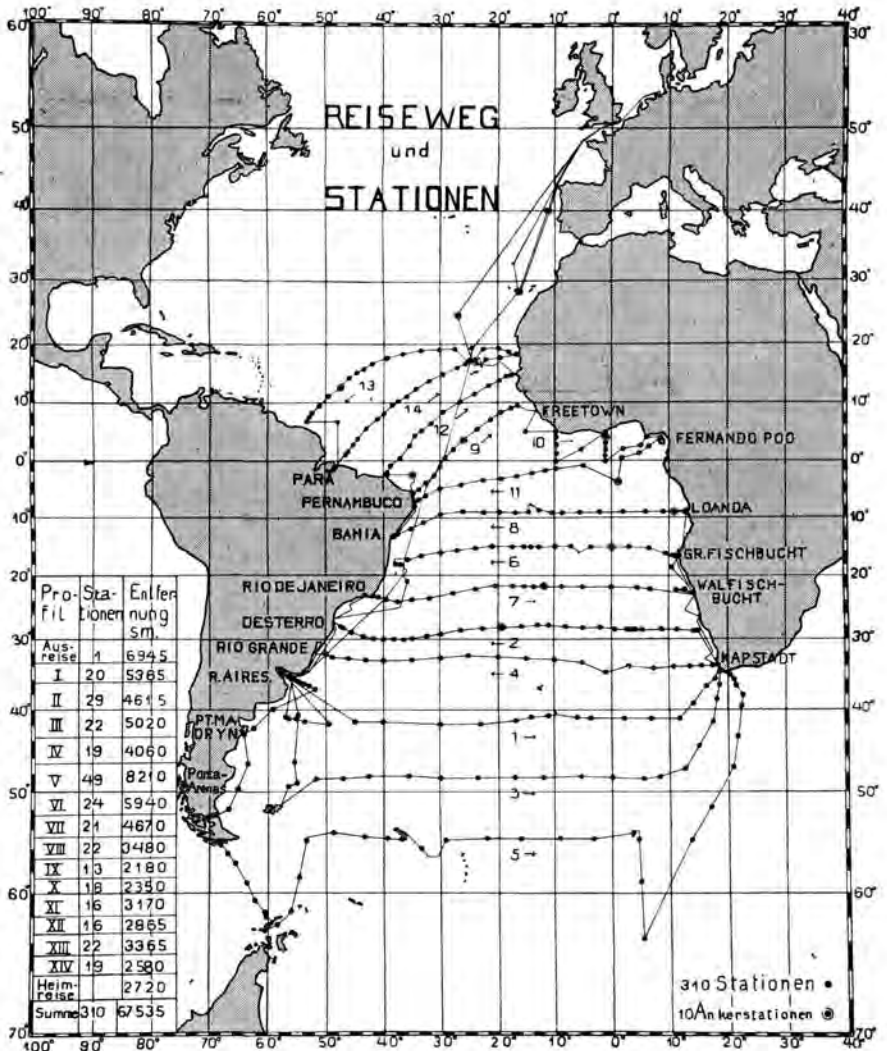


Abb. 46. Reiseweg und Stationen des „Meteor“.

Unter oft schwierigen Witterungsverhältnissen (s. Tafel 18), in Sturm und eisiger Kälte des Südlichen Eismeres und in feuchter Hitze der tropischen Regenmonate, wurden Tag und Nacht, ohne Rücksicht auf Sonn- und Feiertage, die wissenschaftlichen Beobachtungen mit gleicher Gründlichkeit und Gewissenhaftigkeit erledigt und daneben eine Reihe wichtiger nautischer Aufgaben durchgeführt. Für die langen Seetörns mit ihrer monotonen Arbeit, bei der es im Gegensatz

zu den früheren Tiefsee-Expeditionen an sensationellen Ereignissen, interessanten Tiefseefängen und dgl. fehlte, und es sich im wesentlichen um ein andauerndes, nüchternes Sammeln von wissenschaftlichem Beobachtungs- und Zahlenmaterial handelte, entschädigten uns unvergeßlich schöne, landschaftliche Eindrücke; aus ihrer bunten Fülle ragen vor allem die herrlichen Landschaftsbilder des Feuerlandes, von Südgeorgien, der Antarktis und der Tropenwelt hervor. Schließlich war es das überwältigende Bekenntnis der Deutschen im ganzen Ausland zur alten Heimat, namentlich bei unserem Besuch der unvergessenen Kolonie Deutsch-Südwestafrika und der Jubel unserer Landsleute über den Besuch des kleinen Schiffes mit seiner großen Aufgabe unter der deutschen Kriegsflagge und die von uns persönlich überbrachten Grüße der alten Heimat, die uns immer wieder freudige Stärkung nach entsagungsvoller Arbeit gaben (s. Tafel 18).

Arbeitsweise auf den Stationen.

Während der ganzen Reise wurde in Abständen von 20 Minuten, gleich etwa 2 sm, bei morphologischen Störungen in noch kürzeren Zwischenräumen vom Echolotpersonal in vier Wachen gelotet. Die beiden von uns verwendeten Typen, das „Atlaslot“ und das „Signalot“, haben vorzüglich gearbeitet und kontrollierten sich dabei gegenseitig. Die Echolotungen entrollen vor unseren Augen bei voller Fahrt des Schiffes das morphologische Bild des Meeresbodens und setzen uns in den Stand, bei der Anordnung der Stationen das Bodenrelief zu berücksichtigen.

Auf der Station angekommen, begann der Geologe die Arbeiten durch eine Drahtlotung mit der großen Lucas-Lotmaschine. Diese Lotung dient der Kontrolle der Echolotungen, hauptsächlich aber dem Herausholen einer Bodenprobe mittels Stoßröhre oder Greifer. Unsere neukonstruierte, von Dr. Pratje verbesserte Stoßröhre wird im Gegensatz zu den früheren Bachmannschen Lotröhren mit dem Sinkgewicht wieder heraufgeholt und enthält in ihrem Inneren eine Glasröhre, in welcher die Schichtung des Sediments ungestört erhalten bleibt. Sie ist oben durch ein Ventil und unten durch Verschlußklappen gegen ein Herausgleiten der Bodenprobe gesichert, so daß die mittlere Länge der Proben 50 cm betrug, solche über 90 cm keine Seltenheit waren und als größte Länge 98 cm erreicht wurde. Die Bodenproben wurden geschlämmt, auf Korngröße und Art der Komponenten und auf Ton- und Kalkgehalt untersucht. Das in der Glasröhre über der Probe stehende Wasser wurde auf Salzgehalt und seine sonstigen chemischen Eigenschaften untersucht; zur Ermittlung der chemisch-physikalischen Eigenschaften des Bodenwassers waren noch über der Lotröhre ein Propeller-Wasserschöpfer und ein Kippthermometer am Draht angebracht. Nach beendeter Drahtlotung begannen die ozeanographischen Reihenmessungen, die in der Regel in vier Serien ausgeführt wurden. Die nach Angaben von Merz und Stahlberg neukonstruierte Serienmaschine mit elektrischem Antriebe, von der das Schiff zwei besaß, ermöglichte es, mit der 8000 m langen, starken Aluminiumbronze- oder Stahldrahtlitze bis zu zehn Wasserschöpfer nebst Thermometerrahmen gleichzeitig herabzulassen, unter denen neben

anderen Typen vorwiegend leichte Kippwasserschöpfer mit Hahnverschlüssen benutzt wurden. Bei jeder Serie wurde zu unterst ein neu-konstruierter 4 Liter-Wasserschöpfer verwandt. Die Thermometer-rahmen trugen meist zwei, in weniger wichtigen Tiefen ein Kippthermometer, die auf $\frac{1}{1000}^{\circ}$ abgelesen wurden. In bestimmten Tiefen wurden zur indirekten Tiefenbestimmung und Kontrolle der Meßtiefen neben den gegen Druck geschützten Thermometern ungeschützte verwandt, so daß aus dem Druck auf sie die wahre Tiefe bestimmt werden kann. Zur Erfassung der Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt in den oberen Schichten wurden die Serien bis zu 250 m Tiefe in den tropischen und subtropischen Profilen mehrfach wiederholt, während auf der Ankerstation diese Frage systematisch mehrere Tage hindurch bis zu größeren Tiefen untersucht wurde.

Die heraufgeholtten Wasserproben wurden auf Chlorgehalt, auf Wasserstoffionenkonzentration, auf Sauerstoffgehalt, auf Kohlensäuredruck und Alkalinität, auf Phosphorsäuregehalt und andere Eigenschaften untersucht. Diese chemischen Eigenschaften sind ebenfalls von großer Wichtigkeit für die Erkenntnis des Zirkulationsproblems und stehen gleichzeitig in engem Zusammenhang mit den Lebens- und Produktionsbedingungen der Lebewesen, also den Untersuchungen des Biologen. Für den Biologen der Expedition handelte es sich darum, das Expeditionsgebiet qualitativ und quantitativ auf seinen Organismengehalt zu untersuchen. Die quantitative Untersuchung erfolgte durch Zählung des kleinsten, des Nannoplanktons, in den zentrifugierten Wasserproben nach der Methode von L o h m a n n.

Neben diesen Zählungen des Zwergplanktons wurde das gröbere Plankton in quantitativen Netzfängen aus der Oberfläche und aus 200 bis 0 m Tiefe untersucht. Schließlich dienten große Schließnetze den qualitativen Fängen aus bestimmten Tiefenstufen bis 1000 m, die von dem Schiffsarzt Dr. Kraft ausgeführt wurden.

Neben der Beobachtung von Temperatur- und Salzgehalt, den Grundlagen der indirekten hydrodynamischen Methode der Berechnung der Tiefenzirkulation, nahm das Schiff von Zeit zu Zeit direkte Bestimmungen vor durch Messung der Strömungen mit Strommeßapparaten. Es fanden hierbei zwei Typen Verwendung: der bekannte E k m a n - M e r z s c h e Strommesser für einzelne Messungen und der neue Repetierstrommesser nach E k m a n für Serienmessung. Die direkte Strommessung verlangt eine absolut sichere Verankerung des Schiffes. „Meteor“ hat als erstes Schiff auf Tiefen bis annähernd 6000 m zu Anker gelegen. Eine 7,5 km lange, konisch gesplißte und drallfreie Trosse und zwei verhältnismäßig kleine Anker ermöglichten bei genügend ausgesteckter Trosse eine feste Lage des Schiffes bei Windstärken bis 5 und 6. Die etwaige Veränderung des Schiffsortes wurde durch besonders exakte astronomische Ortsbestimmung, sowie durch die Echolotungen kontrolliert.

Die ozeanographischen Beobachtungen wurden noch ergänzt durch die regelmäßigen im Grenzgebiet der ozeanographischen und meteorologischen Forschung liegenden Verdunstungsmessungen, etwa 320, ferner durch etwa 100 stereo-photogrammetrische Aufnahmen der

Meereswellen im Verein mit Registrierungen der Bewegungen des Schiffes im Seegang mit dem Petravie-Kreisel.

Außer den täglichen Terminmessungen und Registrierungen der meteorologischen Elemente in den unteren Luftschichten, sowie gelegentlichen Strahlungsmessungen wurden systematisch die höheren Luftschichten aerologisch untersucht, und zwar durch Höhenwindmessung mittels Pilotballonaufstiegen, die täglich zweimal vorgenommen wurden. Die Entfernung der Ballone wurde durch die besonders ausgebildeten Basisgerätmesser und die Höhe und das Azimut mit dem von Dr. Kuhlbrodt konstruierten Spiegeltheodolit gemessen. Zur Erforschung der Temperatur-, Feuchtigkeits- und Schichtungsverhältnisse in dem unteren Teil der freien Atmosphäre dienten Drachenaufstiege mit Registrierinstrumenten, die gelegentlich von uns auch nachts mit Hilfe der Schiffsscheinwerfer vorgenommen wurden. Die vorgesehenen Registrierballonaufstiege nach der üblichen Methode nach Hergesell konnten leider infolge des Aktionsradius und der geringen Geschwindigkeit des Schiffes nur in beschränkter Zahl ausgeführt werden. Eine große Anzahl, etwa 500 Wolkenphotographien wurden zum Studium der Wolkenbildung namentlich im Gebiet der Passate aufgenommen.

Die vorgenannten Beobachtungen wurden noch ergänzt durch die nautischen Arbeiten des Kommandos: Ablotung von Bänken und Untiefen auf den Hauptschiffahrtswegen, Versuche mit dem Hochseepegel, Beobachtung der erdmagnetischen Elemente an Land und in See, Bestimmung der Sichttiefe und der Meeresfarbe, der Stromversetzungen, Versuche mit dem Funkpeiler und kinematographische Aufnahmen des Fluges der großen Sturmvögel mit der Zeitlupe. Schließlich wurden vom Biologen täglich Beobachtungen des Tierlebens auf hoher See vorgenommen.

Das gewonnene Beobachtungsmaterial.

Ich komme nun zur Betrachtung des auf der Expedition gewonnenen wissenschaftlichen Beobachtungsmaterials und zunächst zu den Echolotungen:

Im ganzen wurden etwa 67 300 Lotungen erzielt, die gegen die bisher bekannten kaum 3000 Drahtlotungen über 1000 m Tiefe im Südatlantischen Ozean naturgemäß ein wesentlich verändertes und verfeinertes Bild der Topographie ergeben. Ich habe in Abbildung 47 beispielsweise in 185facher Überhöhung unsere 2455 Echolotungen und 16 Drahtlotungen auf der Teilstrecke des südlichsten Profils V von den Süd-Shetland-Inseln über Südgeorgien bis zur Bouvet-Insel dargestellt. Darunter ist das Profil auf der gleichen Strecke nach den bisher vorhandenen 15 Drahtlotungen und punktiert nach der Grollschen Isobathenführung zur Darstellung gebracht. Wir bemerken einen gewaltigen Unterschied in der topographischen Darstellung und ein sehr viel komplizierteres Bodenrelief, als bisher angenommen wurde. Wenn auch nicht in diesem Umfange, so zeigen sich doch auf allen Profilen erhebliche Unterschiede gegenüber dem früheren Bilde. Während auf der ersten, westlichen Strecke nach einem sehr steilen Abfall von den Süd-Shetland-Inseln die „Rhine-

bank“ von uns nicht gefunden wurde und wahrscheinlich nicht existiert, dafür aber einige große Tiefen bis zu 5000 m, fanden wir auf der nächsten, östlichen Strecke statt der großen Gleichförmigkeit, die bisher zwischen Südgeorgien und der Bouvet-Insel angenommen wurde, zunächst eine Verbindungsschwelle zwischen Südgeorgien und den Süd-Sandwich-Inseln, die den Süd-Antillenbogen schließt und das Eindringen des pazifischen Tiefenwassers in den Atlantischen Ozean ver-

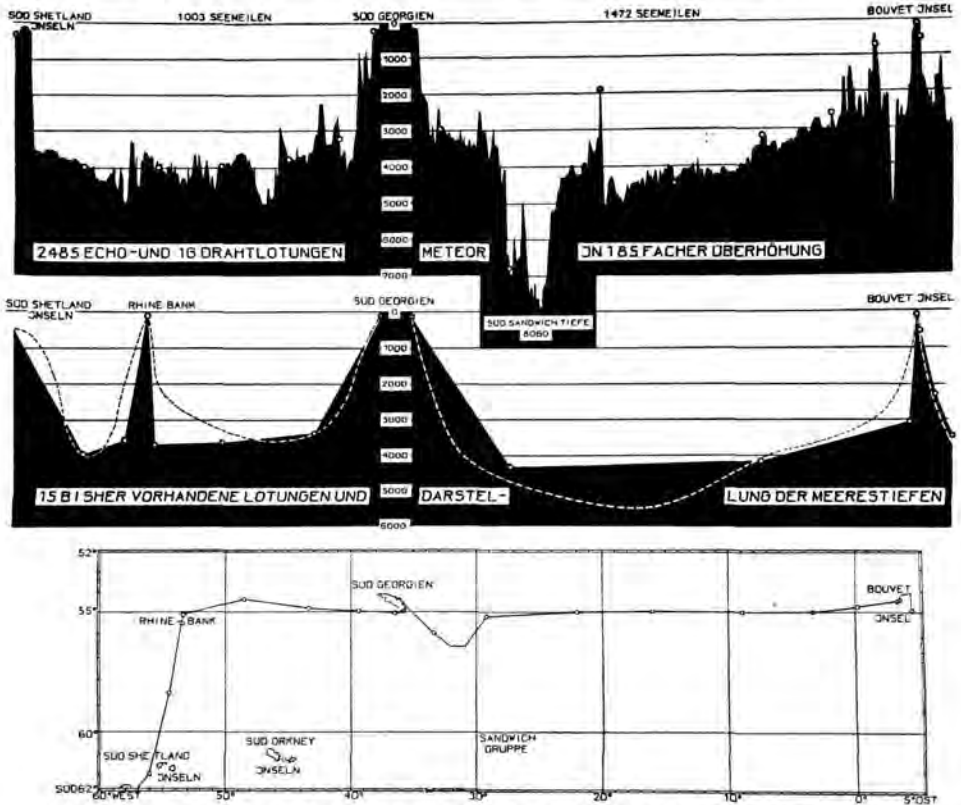


Abb. 47. Profil des Meeresbodens zwischen Süd-Shetland-Inseln und Bouvet-Insel nach den Echolotungen und den Drahtlotungen des „Meteor“.

hindert. Weiter entdeckten wir, in glänzender Übereinstimmung mit einer von Sueß ausgesprochenen Vermutung, an der Ostseite des Antillenbogens die große „Süd-Sandwich-Tiefe“ mit 8060 m, die größte Tiefe des Südatlantischen Ozeans, und dicht davor, wenige Längengrade nach Osten, die bis zu 1800 m steil aufragende „Süd-Sandwich-Höhe“. Im Westen der Bouvet-Insel fanden wir eine Reihe von steilen Erhebungen mit tiefen Senken dazwischen, die bisher unbekannt waren. Außer der veränderten Topographie der großen Becken und Schwellen ergaben die Echolotungen viel wichtiges Material auf dem Küstenschelf und auf den gebräuchlichen Schiffahrtswegen, das für die Nautik von großer Bedeutung ist.

Wenden wir uns nunmehr dem vom „Meteor“ gewonnenen ozeanographischen, chemischen und biologischen Material zu. Das bereits veröffentlichte Bild¹⁾ der Arbeiten auf Profil II in 29° Südbreite (Abb. 48) zeigt die Anordnung der 29 Beobachtungsstationen. Auf den einzelnen Stationen sehen wir die Temperatur- und Salzgehaltsmessungen durch alle Wasserschichten bis zum Meeresboden durchgeführt und mit einem vollen Kreis bezeichnet. Die Tiefen, aus denen

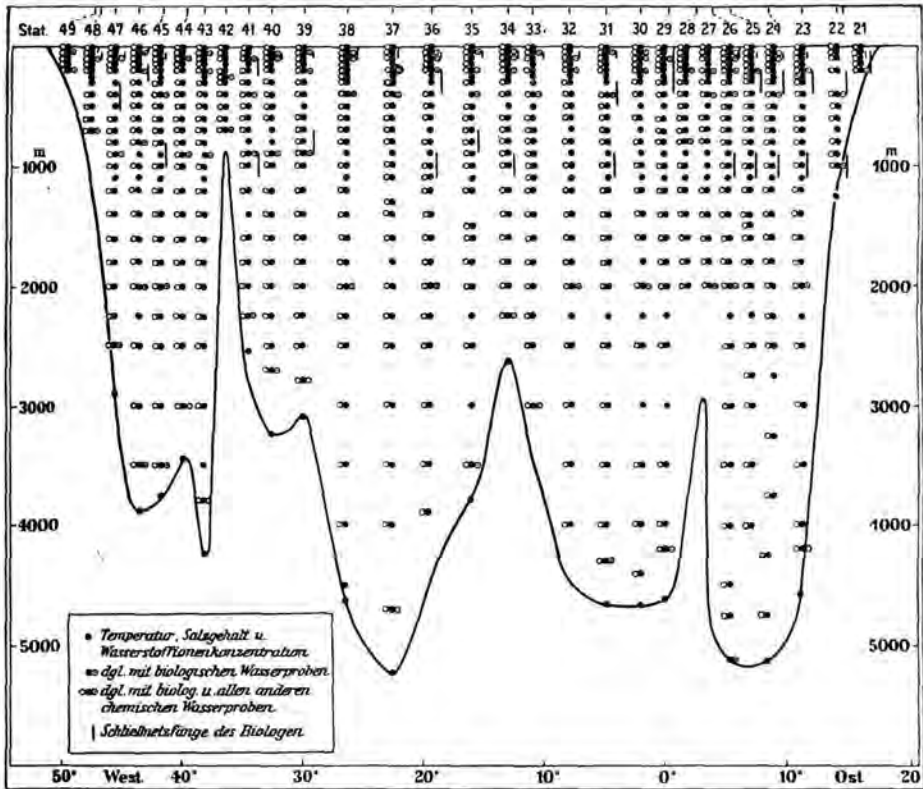


Abb. 48. Arbeiten des „Meteor“ auf Profil II.

biologische Zentrifugen-Proben gewonnen wurden, sind durch einen Kreis mit Punkt und diejenigen Stufen, in denen alle übrigen chemischen Eigenschaften untersucht wurden, durch einen leeren Kreis gekennzeichnet. Die mit dem Schließnetz für qualitative Planktonfänge durchfischten Teilstrecken sind durch einen senkrechten Strich dargestellt. Wir bemerken die engere Anordnung der Stationen im Störungsgebiet des Kontinentalabfalles und beim Anstieg, Gipfel und Abfall größerer Bodenerhebungen. Das gewonnene Beobachtungsmaterial dieses einen Profils II entspricht zahlenmäßig etwa dem

¹⁾ Diese Zeitschrift 1926, S. 40 (1. Meteor-Bericht).

ganzen auf einer der früheren Expeditionen gewonnenen Beobachtungsmaterial.

In dem nebenstehenden Schema ist versucht, einen Überblick über die Materialgewinnung auf einer einzelnen Station zu geben. Man erkennt aus diesem Schema, daß in allen Tiefen Beobachtungen der Temperatur, des Salzgehaltes, der Wasserstoffionenkonzentration und des Sauerstoffes gewonnen wurden; weitabständiger sind die Beobachtungen der Phosphorsäure, der Alkalinität und des Edelmetallgehaltes, während die biologischen Beobachtungen sich auf Entnahme von Zentrifugenproben erstrecken, die im Laufe von mehreren Stationen auf alle wichtigen Tiefenhorizonte verteilt sind. Hinzutreten noch die schon erwähnten Sedimentierungsproben und die quantitativen und qualitativen Netzfänge. Die physikalisch-chemischen Verhältnisse in und nahe dem Meeresboden gewinnt der Geologe durch seine Lotungen. Auf den 310 Beobachtungsstationen wurden auf diese Weise rund 1200 ozeanographische Serien mit etwa 10 000 Temperatur- und Salzgehaltsmessungen durchgeführt.

Die Fülle des aerologischen Beobachtungsmaterials, das viel zur Kenntnis der atmosphärischen Zirkulation und namentlich auch der näheren Eigenschaften und Ausdehnung der Passate beitragen wird, ist in der nachstehenden Abb. 49 veranschaulicht. Im allgemeinen wurden täglich zweimal Pilotballonaufstiege gemacht, bei günstigem Fahrtwind so oft als möglich Drachenaufstiege. Das Bild zeigt die größere Anhäufung der Aufstiege in den Tropen und Subtropen im Vergleich zur Westwindzone des Südens. Die konzentrischen Kreise und Dreiecke stellen die Wiederholungen mehrerer Aufstiege auf ein und derselben geographischen Position dar. Im ganzen wurden 814 Pilotballonaufstiege, 217 Drachenaufstiege und 6 Registrierballonaufstiege ausgeführt.

Das bereits dargestellte¹⁾ Schaubild der erreichten Höhen der Aufstiege (Abb. 50) stellt einen Längsschnitt durch das ganze Expeditionsgebiet dar, in dem die mittleren und höchsten Höhen der Drachen- und Pilotballone auf den einzelnen Querprofilen vom Süden, Profil V, bis zum Norden, Profil XIII, zur Darstellung gebracht werden. Man erkennt im Gebiet der Westwinddrift und im Südwinter mit seinem Sturm und seiner starken Bewölkung die niedrigsten, in den Tropen und Subtropen die höchsten Pilotballonaufstiege mit einem Maximum von 21 000 m; ferner die ziemlich gleichmäßige Höhe der Drachenaufstiege die im Mittel 2500 bis 3000 m und als Maximum 5000 m erreichten. Die zahlenmäßige Zusammenstellung der Aufstiege auf den einzelnen Profilen zeigt, daß in den südlichen Sturmgebieten weniger Drachenaufstiege als auf den günstigen Tropenprofilen im Passat stattfanden.

Die vorläufigen wissenschaftlichen Ergebnisse.

Man wird jetzt, nachdem die Expedition gerade in die Heimat zurückgekehrt ist und das enorme Beobachtungsmaterial noch keiner genauen wissenschaftlichen Bearbeitung unterzogen werden konnte, noch keine näheren wissenschaftlichen Ergebnisse erwarten können.

¹⁾ Diese Zeitschrift 1927, S. 337 (4. Meteor-Bericht).

Schema der Materialgewinnung auf einer Station.

310 Stationen			Ozeanographie			Chemie					Biologie				
Farbe und Sicht-Tiefe	Serie	Tiefe m	Temperatur	Salzgehalt	Druck auf ungeschützte Thermometer	Wasserstoff-Ionenkonzentration	Sauerstoff	Phosphorsäure	Alkalinität	Gold	Zentrifugen-Proben	Sedimentier-Proben	Quantitative Netzfänge	Qualitative Schließnetzefänge	
											0,03—0,54 Liter	4 Liter	200 u. 1570 Liter		
	I	0	t°	S ⁰ / ₀₀		[H]	O ₂	P		Au	c	sd	N		
		25	t°	S ⁰ / ₀₀	D	[H]	O ₂	P	Alk			C	sd	n	s
		50	t°	S ⁰ / ₀₀		[H]	O ₂	P							
		75	t°	S ⁰ / ₀₀		[H]	O ₂	P							
		100	t°	S ⁰ / ₀₀		[H]	O ₂	P							
		150	t°	S ⁰ / ₀₀	[H]	O ₂	P	c	sd			s			
		200	t°	S ⁰ / ₀₀	[H]	O ₂	P								
	250	t°	S ⁰ / ₀₀	D	[H]	O ₂	P	Alk	Au	C					
	II	250	t°	S ⁰ / ₀₀	D	[H]	O ₂								s
		300	t°	S ⁰ / ₀₀	D	[H]	O ₂	P				c			s
		400	t°	S ⁰ / ₀₀		[H]	O ₂	P							
		500	t°	S ⁰ / ₀₀		[H]	O ₂	P							
		600	t°	S ⁰ / ₀₀		[H]	O ₂	P							
		700	t°	S ⁰ / ₀₀	[H]	O ₂		C				s			
		800	t°	S ⁰ / ₀₀	[H]	O ₂	P								
		900	t°	S ⁰ / ₀₀	[H]	O ₂		Alk	Au	c				S	
	1000	t°	S ⁰ / ₀₀	D	[H]	O ₂	P								
	III	1000	t°	S ¹¹ / ₀₀	D	[H]	O ₂								
		1200	t°	S ⁹ / ₀₀	D	[H]	O ₂	P							
		1400	t°	S ⁹ / ₀₀		[H]	O ₂								
		1600	t°	S ⁹ / ₀₀		[H]	O ₂								
		1800	t°	S ⁹ / ₀₀		[H]	O ₂								
		2000	t°	S ⁹ / ₀₀	[H]	O ₂	C								
		2250	t°	S ⁰ / ₀₀	[H]	O ₂									
	2500	t°	S ⁰ / ₀₀	D	[H]	O ₂	P	Alk	Au	c					
	IV	2500	t°	S ⁰ / ₀₀	D	[H]	O ₂								
		3000	t°	S ⁰ / ₀₀	D	[H]	O ₂	P				c			
		3500	t°	S ⁰ / ₀₀		[H]	O ₂	P							
4000		t°	S ⁰ / ₀₀	[H]	O ₂	P	Alk	Au	c						
4500		t°	S ⁰ / ₀₀	D	[H]	O ₂								P	

Geologie und Mineralogie

Lotung 433
Kippthermom. Wassers schöpfer Stoßbröhre 359
Greifer 74

Bodenproben { Bestimmung von Art und Größe der Komponenten, Mikroskopische Untersuchung, Schlämmanalyse, Ton- und Kalkgehalt usw.

Gewisse vorläufige Ergebnisse konnten von den einzelnen Expeditionsmitgliedern schon in unseren Reiseberichten mitgeteilt werden. Im folgenden will ich nur einen Überblick über einige neue Feststellungen

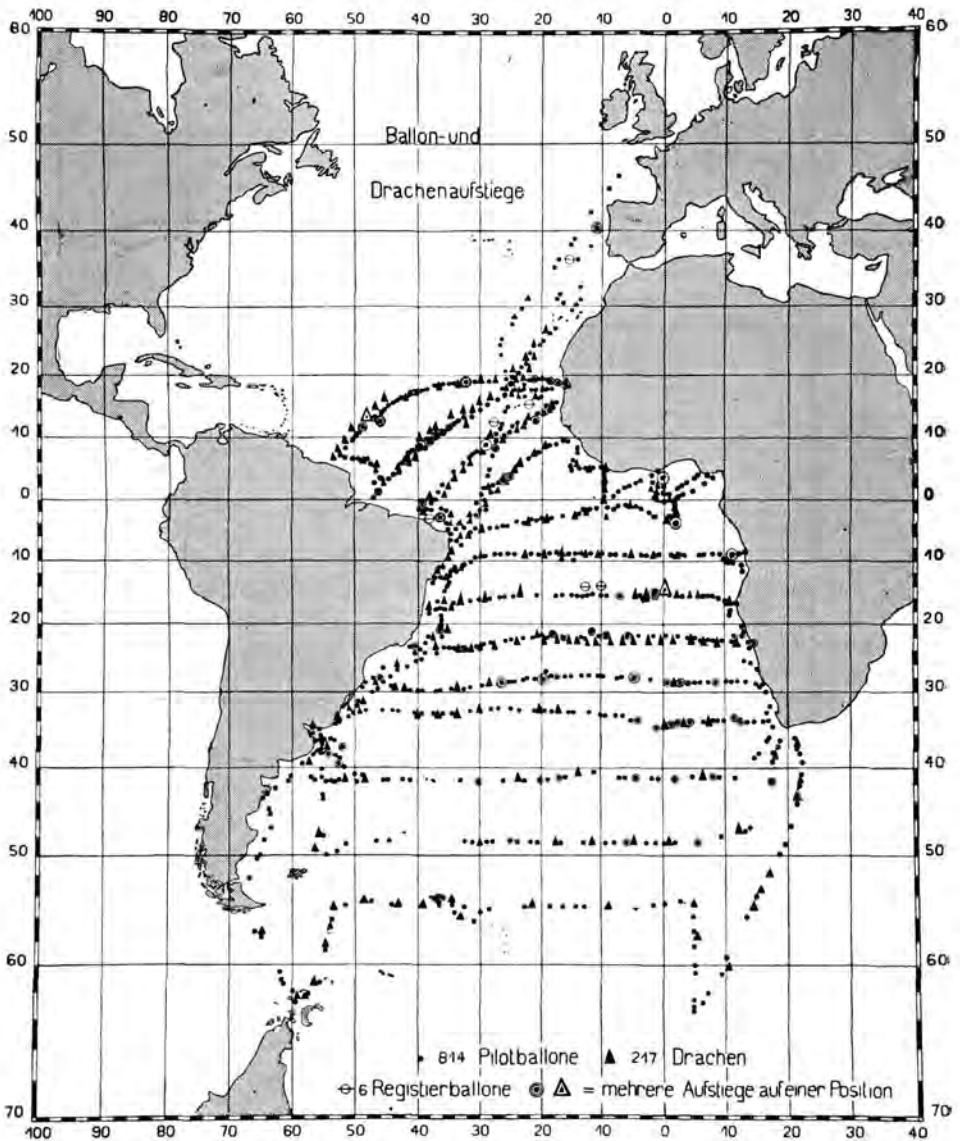


Abb. 49. Die Aerologischen Aufstiege des „Meteor“.

der Morphologie des Meeresbodens geben. Die beigegebene Tiefenkarte (Nr. 4) ist vom Verfasser auf Grund der Echolotungen des „Meteor“ und der bisherigen Lotungen entworfen. Sie läßt in großen Zügen erkennen, wie durch die Echolotungen des „Meteor“ das topographische Bild

des Südatlantischen Ozeans berichtet werden muß. Auf allen Querprofilen des „Meteor“ zeigt sich zunächst eine größere Breite und stärkere Gliederung der Mittelatlantischen Schwelle, als bisher angenommen wurde. Im allgemeinen wurden auf dieser Schwelle von Westen nach

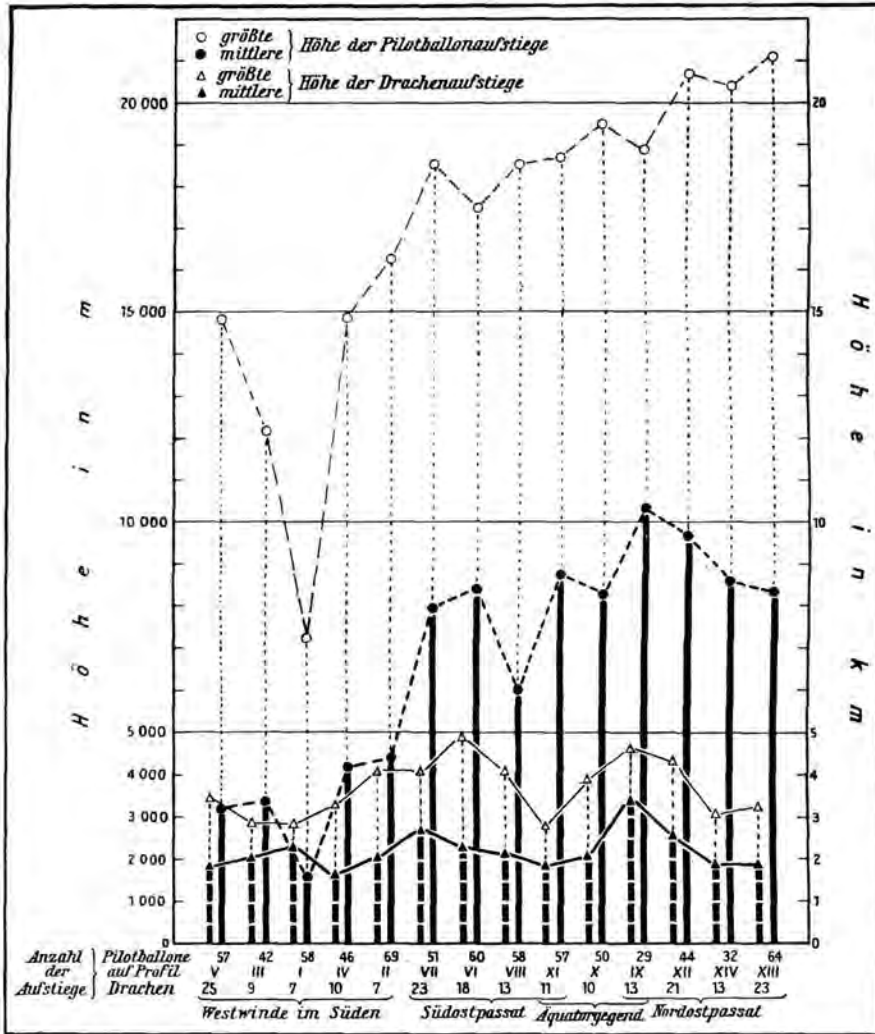


Abb. 50. Drachen- und Ballonaufstiege der Deutschen Atlantischen Expedition.

Osten drei Erhebungen gefunden. Ein wesentlicher Unterschied des Reliefs besteht östlich und westlich der Mittelatlantischen Schwelle: im Westen große, durch tiefe Rinnen verbundene Becken; im Osten ist die Verbindung durch Querriegel, die „Guineaschwelle“, den „Walfischrücken“ und den „Atlantisch-Indischen Querrücken“ mehr oder minder aufgehoben. Von diesen war bisher nur der „Walfischrücken“ näher bekannt. Eine weitere Schwelle im Osten, die „Kap-

schwelle“, ist angedeutet durch die von uns entdeckten Höhen: die „Alfred-Merz-Höhe“, die „Meteorbank“ und die „Schmidt-Ott-Höhe“. Die Meteorbank, welche aus 4000 m Tiefe bis zu 560 m aufragt und etwa die Größe des Harzes hat, wurde von uns mit den Echoloten in 24 Stunden abgelotet. Der „Rio-Grande-Rücken“ im Westen zeigt in Abweichung von der bisherigen Vorstellung eine Unterbrechung, die „Rio-Grande-Rinne“. Auf der Atlantischen Schwelle wurde in der Nähe der Gough-Insel die „Orkanhöhe“ und als südlichste Erhebung der Mittelatlantischen Schwelle in der Nähe der Bouvet-Insel die „Südhöhe“ entdeckt. Diese beiden Höhen sind laut Beschluß der Meteor-Kommission in „Admiral Zenker-Höhe“ und „Kapitän Spieß-Höhe“ umbenannt worden. An der Außenkante des Südantillenbogens fanden wir, wie ich schon erwähnte, die „Süd-Sandwich-Tiefe“ mit 8060 m und ihr vorgelagert die „Süd-Sandwich-Höhe“ als Vorhöhe. Besonders große und gleichmäßige Tiefen wurden in dem Argentinischen Becken und im Südpolarbecken gefunden. Bei unserem Vorstoß nach Süden von der Bouvet-Insel aus konnte gerade noch der Aufstieg zum antarktischen Kontinent festgestellt werden. Südlich von Kap Agulhas wurden außerhalb der Agulhas-Bank die aus 3000 bis 4000 m-Tiefe aufsteigenden „Agulhas-Höhen“ neu gefunden. Es würde zu weit führen, die vielfachen Ergebnisse bei der Nachprüfung von fraglichen Untiefen in den Seekarten aufzuzählen.

Von eminenter Bedeutung sind diese morphologischen Verhältnisse im Atlantischen Ozean für die übrigen wissenschaftlichen Ergebnisse auf allen Forschungsgebieten unserer Expedition, über die Herr Professor Defant nunmehr berichten wird.

Im komme zum Schluß. Mehrfach habe ich schon in meinen Berichten über die Expedition auf die Schwungkraft hingedeutet, die auf die Expeditionsmitglieder und die ganze Besatzung von der Begeisterung ihres ersten wissenschaftlichen Leiters, Alfred Merz, übergegangen ist und alle unsere Arbeiten beseelt hat. Andererseits ist es nicht zu verkennen, daß in erster Linie die straffe Disziplin eines Kriegsschiffes die gewaltige Arbeit zu leisten ermöglichte. Wir dürfen mit Befriedigung feststellen, daß der Geist, der Merz beseelt hat, und die alte bewährte Marinetradition es uns gelingen ließen, die Expedition in seinem Sinne glücklich zu Ende zu führen.

Bei dieser Arbeit an seinem Werke wurden wir von der Heimat in unerwartet reichem Maße und in vollstem Verständnis unterstützt, und es ist mir ein tiefempfundenes Bedürfnis, den beiden Persönlichkeiten, die als Schirmherren unserer Expedition in der Heimat gewirkt haben, dem Präsidenten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, Staatsminister Dr. Schmidt-Ott, und dem Chef der Marineleitung, Admiral Zenker, den aufrichtigsten und gehorsamsten Dank unserer Expedition hier auszusprechen.

Über die wissenschaftlichen Aufgaben und Ergebnisse der Expedition.

Von Professor Dr. A. Defant, Direktor des Instituts und Museums für Meereskunde.

Der Expeditionsleiter, Kapitän zur See S p i e ß, hat Ihnen soeben einen Überblick über den Reiseablauf und die Arbeiten der „Meteor“-Expedition gegeben. Nach ihm sollte Ihnen der Schöpfer und Planleger dieser Expedition, Alfred Merz, einen Überblick über die wissenschaftlichen Aufgaben und vorläufigen Ergebnisse der Expedition vorlegen. Ein tragisches Geschick, das wir alle tief bedauern, hat ihn allzufrüh gleich zu Beginn der Expedition seinem Lebenswerk entzogen. Als sein Nachfolger und zukünftiger Herausgeber des Expeditionswerkes unterziehe ich mich nun gern dieser ehrenvollen Aufgabe. Ich habe die Freude gehabt, als Gast noch an den letzten drei Profilen der Expedition teilzunehmen und auf diese Weise Einblick in die Arbeiten derselben zu gewinnen.

In 2 $\frac{1}{4}$ jähriger Durchkreuzung des Südatlantischen Ozeans zwischen 20° N und 64° S-Breite ist in getreuer Ausführung des von Alfred Merz entworfenen Planes ein enormes Beobachtungsmaterial gesammelt worden, ein Beobachtungsmaterial von einer Größe und Fülle, wie es bisher noch von keiner Tiefsee-Expedition nach Hause gebracht worden ist. Aber nicht nur die Fülle des Beobachtungsmaterials ist es, was sie gegenüber den früheren ozeanographischen Expeditionen unterscheidet. Damit verbunden ist auch eine Güte der Beobachtungen, die in erster Linie durch die Fortschritte in der Technik meereskundlicher Forschung des letzten Jahrzehnts garantiert ist. Außerdem war die Planlegung und es ist die tatsächliche Ausführung der Expedition im Vergleich zu den früheren so grundverschieden, daß eigentlich erst durch dieses gewonnene Beobachtungsmaterial zum ersten Male eine systematische hydrographische Aufnahme eines ganzen Ozeanraumes erzielt werden wird. Die Beobachtungen der früheren Expeditionen, bei denen schon Deutschland in erster Linie stand, haben selbst bei sorgfältigster Analyse uns nur einen qualitativen Einblick in ein Längsprofil von Süden nach Norden zu geben vermocht; erst die Anlage und Ausführung des Reiseweges der „Meteor“-Expedition in 14 Querprofilen durch den Südatlantischen Ozean und in 310 systematisch verteilten Stationen liefert das Material zur Erforschung des ganzen Ozeans in allen seinen Teilen und zur Erreichung des letzten Zieles jeder exakten Wissenschaft: der quantitativen Erfassung der Erscheinungen.

Aus dieser systematischen Erforschung des Südatlantischen Ozeans ergeben sich drei Punkte, die wir heute einer kurzen Betrachtung unterziehen wollen. Es sind dies: die Form, der Inhalt und die Bewegung des Atlantischen Ozeans. Unter Form verstehen wir die Gestaltung des Atlantischen Bodens, jener Vertiefungen der Erdkruste zwischen den aufragenden Kontinenten, welche von den ungeheuren Wassermassen, dem Inhalt des Ozeans, erfüllt sind. Dieser Inhalt ist größtenteils in fortwährender Bewegung be-

griffen, und diese Strömungen sind es, die wir als ozeanische Zirkulation bezeichnen.

Durch die rund 67 000 Echolotungen hat unsere Kenntnis der Gestaltung des Bodens des Atlantischen Ozeans eine ungeahnte Bereicherung erfahren. Mit den früheren Lotungen, deren Zahl gegenüber den auf der „Meteor“-Expedition gewonnenen, außerordentlich zurücktritt, wird es gelingen, als Grundlage für alle weiteren Untersuchungen eine genaue Tiefenkarte des Atlantischen Meeres zu entwerfen, durch die in wesentlich exakterer Weise als bisher die Form, das Relief des Atlantischen Ozeans festgelegt wird. Beim Entwurf dieser Tiefenkarte wird man sich nicht allein auf die Ergebnisse der Lotungen stützen, sondern modernen wissenschaftlichen Gesichtspunkten entsprechend, wird auch die Ozeanographie durch die von ihr zu liefernde Verteilung der Bodentemperaturen und der Strömungen in den untersten Wasserschichten, die Geologie und Mineralogie durch die Art der Verteilung der Sedimente und ihrer wechselnden Zusammensetzung die Linienführung in der Karte mitbestimmen, namentlich dort, wo sie noch durch die Echolotungen unbestimmt gelassen wird.

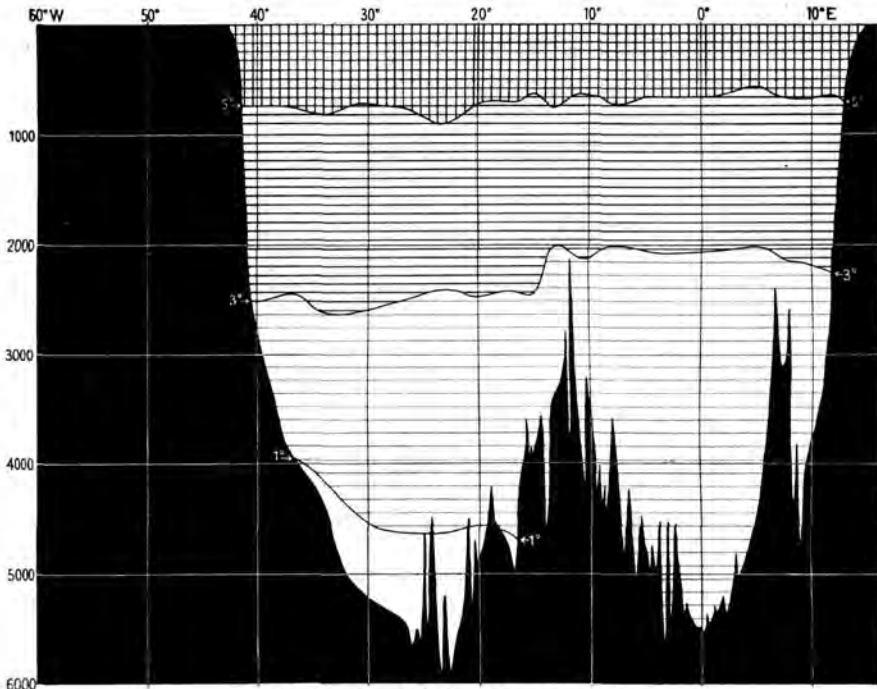
Eine solche genaue Tiefenkarte kann ich Ihnen derzeit noch nicht vorführen. Die nötigen Reduktionen der Echolotungen und die dazugehörigen Untersuchungen der anderen Disziplinen liegen ja noch nicht vor. Aber schon die unreduzierten Werte längs der 13 Profile lassen den gewaltigen Fortschritt unserer Kenntnisse ermessen und uns einen Einblick in die Tiefengliederung jenes Raumes gewinnen, der von den Atlantischen Wassermassen durchflossen wird.

Abbildung 51 stellt in richtiger geographischer Orientierung den Verlauf des Atlantischen Bodens längs der 13 Profile, natürlich in großer vertikaler Überhöhung, um die Störungen der Bodenform besser hervortreten zu lassen, dar. Man sieht daraus zunächst sofort die gewaltige Querschnittsverkleinerung des Ozeans, wenn man von Süden nach Norden vordringt, eine Erscheinung, die von größter Bedeutung für horizontale Wasserversetzungen in meridionaler Richtung sein muß. Man erkennt weiter mit besonderer Deutlichkeit längs des ganzen Ozeans in der Mitte zwischen den Kontinenten, ihrem Küstenverlauf folgend, die Atlantische Schwelle, die den Ozean in natürlicher Weise in einen westlichen und einen östlichen Teil scheidet. Diese Atlantische Schwelle selbst erscheint als ein allmählich vom Tiefseeboden in etwa 5000 m Tiefe aufsteigendes Massiv; ein richtiger Gebirgswall, der Höhen bis zu etwa 2500 m erreicht; ihre Konfiguration hat sich als wesentlich komplizierter und vielgestaltiger erwiesen, als man bisher angenommen hatte; oft zerfällt sie in drei Rücken, von denen dann der mittlere der höchste ist. Diese ausgedehnte Längserhebung zerlegt, wie bereits erwähnt, den Ozean in zwei parallel verlaufende Systeme vom Tiefseebecken. Aber diese Becken sind wieder in ihrer Gliederung grundverschieden. Das Westatlantische Becken hat mehr die Form einer Rinne, in der die Wassermassen der einzelnen Teilbecken bis in die größten Tiefen miteinander in guter Verbindung stehen. Vorhandene Querrücken (Rio Grande-Rücken) haben so tiefe Durchlässe, daß sie die Wasserzirkulation bis in die größten Tiefen nicht zu unterbinden vermögen. Das ostatlan-

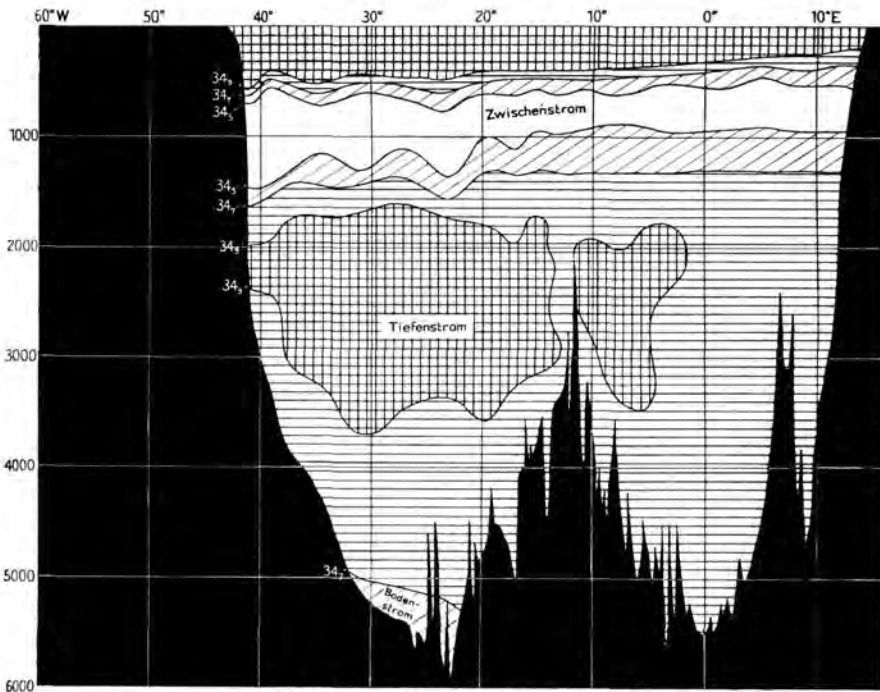
tische Becken hingegen zerfällt in mehrere Teilbecken, die unterhalb 3000—4000 m gegeneinander abgeschlossen sind und zwischen denen ein Wasseraustausch nicht möglich ist. Große Querriegel bedingen dies: der Guinea-Rücken, der Walfisch-Rücken und der Atlantisch-Indische Querrücken. In gewisser Beziehung ist hier auch der Sierra-Leone-Schwelle im Norden und der Kapschwelle im Süden Erwähnung zu tun. In seiner ozeanographischen Bedeutung war bisher nur der Walfischrücken bekannt; aber in gleicher Weise wirken auch die anderen, insbesondere die oben erwähnten drei großen Querrücken; bei den anderen reicht die Schwelle nicht in dieser Mächtigkeit vom Kontinent bis zur Atlantischen Schwelle. Sie bieten deshalb einem Wasseraustausch von Becken zu Becken nicht jenen Widerstand, wie die ersteren, die dadurch, daß sie sich in ihrer ganzen Länge quer zum östlichen Längsbecken zwischen der Atlantischen Schwelle und Afrika stellen, im östlichen Teil des Ozeans den Wasseraustausch der großen Tiefen völlig aufheben.

Wir gehen nun zum Inhalt des Ozeans über. Eine der Hauptaufgaben der Expedition war die Festlegung der physikalisch-chemischen Eigenschaften der Wassermassen, die den Inhalt des Atlantischen Beckens ausmachen. An 310 systematisch über den ganzen Ozean verteilten Stationen wurde der physikalisch-chemische Zustand der Wassersäulen bis zum Meeresboden, d. i. die Verteilung der Temperatur, des Salzgehaltes und des Gehaltes an Gasen, insbesondere an Sauerstoff, und der Phosphorsäure in sehr engen Intervallen ermittelt, und dieses gewaltige Beobachtungsmaterial wird den Aufbau des Südatlantischen Meeres in allen seinen Teilen festlegen. Die Stationen sind auf 14 Querprofile verteilt und in jedem derselben erkennen wir, wenn wir die Verteilung der obengenannten Größen darstellen, eine auffallende Schichtung verschiedener Wasserarten, die für den ganzen Ozean, abgesehen von den höheren Breiten, charakteristisch ist. Überall sind die Hauptzüge dieser Schichtung dieselben, so daß es genügt, einen Querschnitt näher zu betrachten, um ihr Wesen zu erkennen. Abbildung 52 gibt eine solche Darstellung für das auf 22° S gelegene Profil VII, die mir in freundlicher Weise von Herrn Dr. Wüst zur Verfügung gestellt wurde. Die Linien gleicher Temperatur, die Isothermen und die Linien gleichen Salzgehaltes, die Isohalinen, zeigen einen mehr oder minder glatten, vorwiegend horizontalen Verlauf, und nur im Bereiche der Atlantischen Schwelle und in der Nähe der kontinentalen Steilabfälle stellen sich Störungen ein, die gelegentlich bis zur Oberfläche reichen.

Der Verlauf der Kurven zeigt, daß keine regelmäßige Abnahme, weder des Salzgehaltes noch der Temperatur, mit der Tiefe vorhanden ist, wie man früher zumeist angenommen hat, sondern daß diese Abnahme durch Zwischenschichten unterbrochen ist, was besonders beachtenswert erscheint. In großen Zügen kann eine vierfache Schichtung unterschieden werden: eine salzreiche und warme Deckschicht bis etwa 600 m, zwischen 600 und 1200 m eine Zwischenschicht mit geringem Salzgehalt und relativ niedriger Temperatur; sie gehört, wie wir später hören werden, dem Antarktischen Zwischenstrom an. Unterhalb dieser Zwischenschicht zeigt sich wieder eine Zunahme



Profil VII. 22° S. Temperatur



Profil VII, 22° S, Salzgehalt

Abb. 52. Schnitt für Temperatur und Salzgehalt auf Profil VII des „Meteor“.

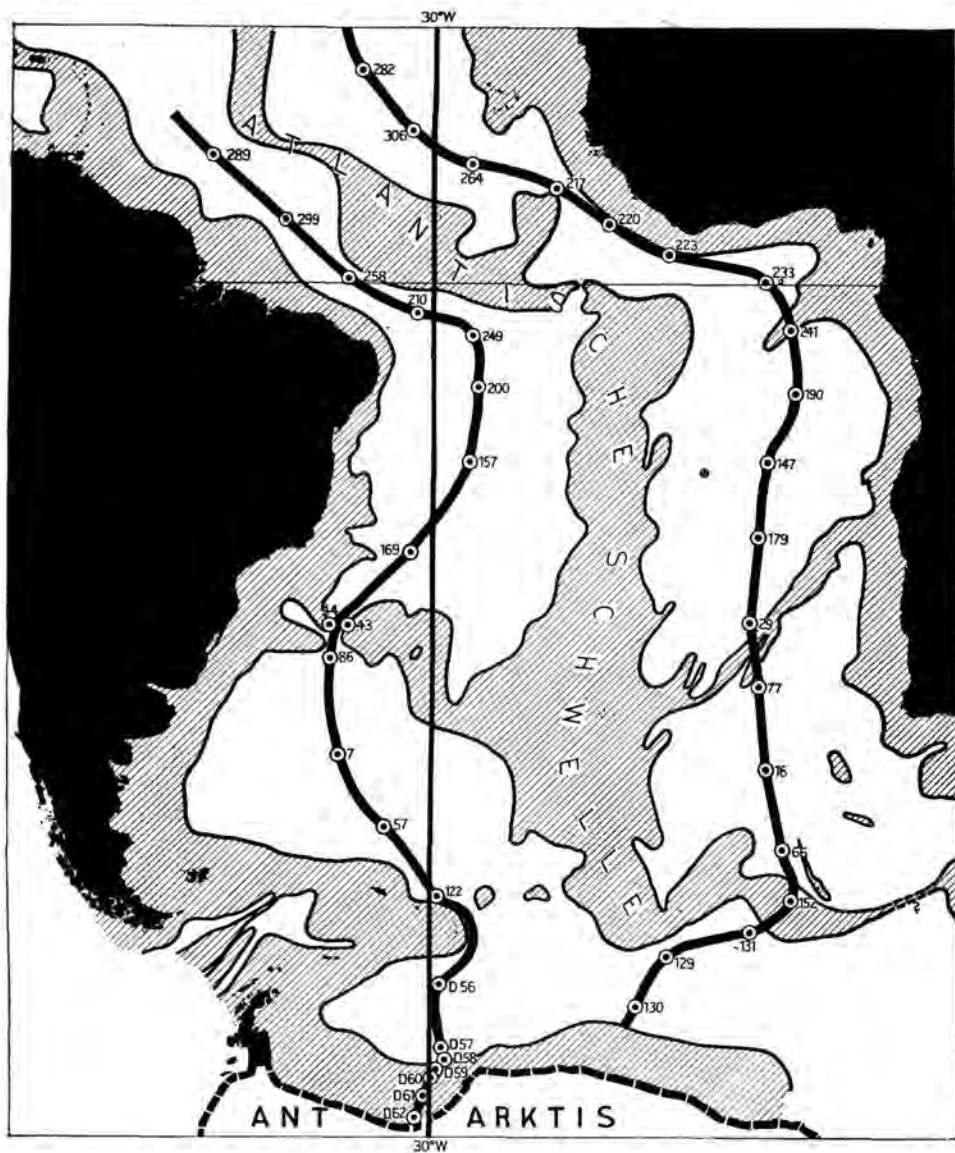
des Salzgehaltes und der Temperatur mit einem Kerngebiet in einer Tiefe von etwa 2500 m. Diese ausgedehnte, fast 2000 m mächtige Schichte entspricht dem Nordatlantischen Tiefenstrome. Darunter finden wir ab 4000 m wieder einen wesentlichen Unterschied zwischen West- und Ostseite: im Brasilianischen Becken eine stetige *Abnahme* des Salzgehaltes und der Temperatur bis zum Boden, in der Kongomulde hingegen eine *Konstanz* des Salzgehaltes und eine schwache Temperaturzunahme. Dort die Möglichkeit einer Zufuhr stets neuer Wassermassen durch die Westatlantische Rinne, hier mehr oder minder Stagnation des Wassers, erzwungen durch die früher erwähnten Querriegel.

In allen 14 Profilen zeigt sich diese Schichtung der Wassermassen, so daß die Frage nach der Entstehung und Erhaltung derselben sich von selbst ergibt. Es ist einleuchtend, daß nur *Bewegung der Wassermassen*, die *ozeanische Zirkulation*, diese Schichtung erzeugen und erhalten kann. Ihr wird derzeit das größte Interesse entgegengebracht, und die Ermittlung der wahren Bewegung im Raum ist das fundamentale Problem der Ozeanographie, das heute zur Lösung steht. Alfred Merz hat dies auch bei den eingehenden Vorbereitungen zur „Meteor“-Expedition klar erkannt. Aus einem Längsprofil der Temperatur- und des Salzgehalts für 30° westlicher Länge des Atlantischen, das er aus den Beobachtungen der früheren Expeditionen entwerfen konnte, hat er die meridionale Komponente der ozeanischen Bewegungen abgeleitet und als gut fundierte Arbeitshypothese der Expedition mit auf den Weg gegeben.

Abbildung 53 gibt dieses Zirkulationsschema wieder. Wir erkennen zunächst eine kleine in sich geschlossene Zirkulation in den subtropischen und tropischen Oberflächenschichten. Auf diese dünne Schichte beschränkt sich die früher angenommene zum Äquator symmetrische Zirkulation. Unter dieser dünnen Schichte liegen die ausgedehnten Regionen des zwischenhemisphärischen Wasseraustausches.

Von den Meeresteilen zwischen 60° und 40° S-Breite strömt kaltes salzarmes Wasser nordwärts ab und schiebt sich unter das warme salzreiche Wasser der niederen Breiten ein. Dies ist der *Antarktische Zwischenstrom*, der in 800 m Tiefe bis über den Äquator noch in 10° N nachweisbar ist. Unterhalb dieser Strömung bewegt sich der warme salzreiche *Nordatlantische Tiefenstrom* von Norden gegen Süden. Sein Entstehungsgebiet sind die Subtropen und die südlichen gemäßigten Breiten der Nordhemisphäre; in einer Mächtigkeit von rund 2000 m strömen hier die Wassermassen in fast horizontalen Bahnen südwärts, um erst in etwa 40° S-Breite aufzusteigen und sich zu verlieren. Unterhalb dieses Tiefenstromes ist der Bereich der kalten Bodenströme; im Expeditionsgebiet kommt vornehmlich der *Antarktische Bodenstrom* in Betracht. Es ist schweres, im Antarktischen Meere absinkendes Wasser, das hier dem Boden folgend nordwärts strömt und die Tiefseebecken erfüllt.

Diese schematische Zirkulation gilt es, durch die Beobachtungen der „Meteor“-Expedition zu bestätigen und darüber hinaus neben der meridionalen auch die zonale Bewegung der Wassermassen, also die Bewegung im Raum, zu erfassen. Daß schon die morphologischen



Tiefen:  0-4000  über 4000m
Lage der Stationen in den Längsschnitten

Abb. 54. Lage der in Abb. 55 dargestellten Längsschnitte für Temperatur und Salzgehalt östlich und westlich der Mittelatlantischen Schwelle.

Salzgehalt berechneten Zirkulation wird sich ebenfalls ausführen lassen durch die auf den Ankerstationen direkt beobachteten Stromverhältnisse in verschiedenen Tiefen. Diese direkten Messungen der Stromgeschwindigkeit vom verankerten Schiff aus sind äußerst schwierig und

wohl die ersten, die in diesem Umfange auf einer Expedition ausgeführt worden sind.

Ich habe bisher mehr die rein ozeanographischen Arbeiten der Expedition besprochen, da diese mir als Geophysiker wesentlich näher liegen. In ähnlichen Richtungen liegen aber auch die chemischen Untersuchungen, die in der Verteilung der Gase, insbesondere des Sauerstoffes, der Phosphorsäure, sowie der Wasserstoffionen-

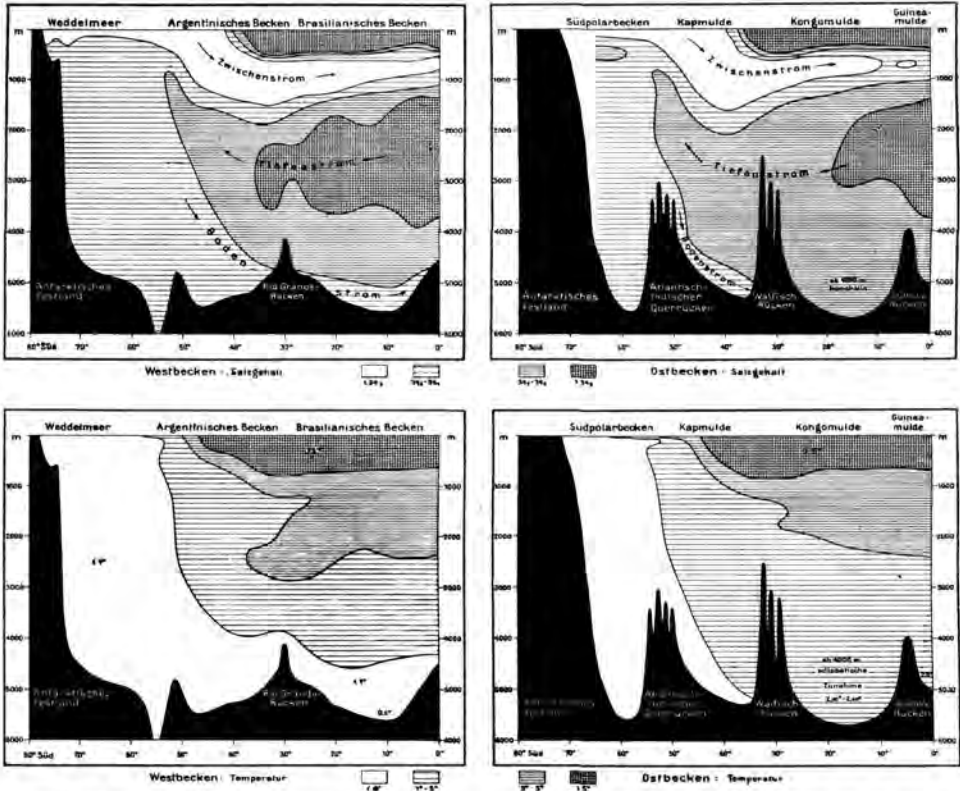


Abb. 55. Längsschnitte für Temperatur und Salzgehalt östlich und westlich der Mittelatlantischen Schwelle.

konzentration wichtige Anhaltspunkte für die Erschließung der ozeanischen Zirkulation enthalten; ja in manchen Punkten zeigt sich schon jetzt die Verteilung der Gase zur Festlegung der Stromgrenzen und Grenzflächen geeigneter als Temperatur- und Salzgehalt. Namentlich in dieser Richtung wird durch die chemischen Arbeiten der Ozeanographie sehr wichtige Unterstützung zuteil werden. In jeder Vertikalverteilung des Sauerstoffgehaltes, sowie der Wasserstoffionenkonzentration spiegelt sich deutlich die Schichtung der Wasserarten und die genaue Abgrenzung der einzelnen Stromgebiete wider.

Außerordentlich groß ist auch das Beobachtungsmaterial, das die Biologie im Laufe der Expedition gesammelt hat. Der Grund-

gedanke für die biologischen Arbeiten der Expedition war, im engen Anschluß an die ozeanographischen Untersuchungen den Südatlantischen Ozean nach seinem Organismengehalt qualitativ wie quantitativ zu beschreiben und aus den Produktionsbedingungen die Dichte-Verteilung der Pflanzen und Tiere verständlich zu machen. In der Hauptsache wurde dies durch quantitative Planktonzählungen erreicht. Es ist die „Meteor“-Expedition wohl die erste Expedition, welche die Verteilung der im Meereswasser enthaltenen kleinsten Lebewesen in allen Tiefenhorizonten bis zum Meeresboden erfolgreich untersucht hat. Die genaue Analyse dieser quantitativen Planktonzählungen wird zeigen, inwieweit die vertikale Verteilung der Planktonmengen, die in biologischen Längs- und Querschnitten sowie Karten dargestellt werden kann, mit der ozeanischen Zirkulation in Verbindung steht, inwieweit somit das Plankton selbst als ein Indikator der ozeanischen Wasserbewegungen anzusehen ist.

Die Zusammenarbeit der physikalisch-chemischen Ozeanographie mit der Biologie ist auch ausgedehnt worden auf die Geologie und Mineralogie. Es würde zu weit führen, hier auf diese Arbeiten näher einzugehen. Es soll nur hervorgehoben werden, daß durch das ausgedehnte Material der auf allen Stationen gesammelten und größtenteils an Ort und Stelle untersuchten Bodenproben eine volle Orientierung über die Bodenbedeckung des Ozeans und mit der Tiefenkarte ein reiches Material für das Studium der Morphologie und Geologie des Südatlantischen Ozeans gesammelt wurde. Die Mineralogie sucht vor allem die Bildungsbedingungen der Ablagerungen auf dem Meeresboden zu erforschen, insbesondere sich darüber Klarheit zu schaffen, wie aus dem losen Sediment festes Gestein sich bildet.

Mit den ozeanographisch-biologischen Arbeiten ließen sich auf der Expedition in zweckmäßiger Weise meteorologische Untersuchungen verbinden. Insbesondere durch Drachenaufstiege vom fahrenden Schiff aus und durch die Pilotballonaufstiege wurde die Atmosphäre der südlichen Breiten, insbesondere das Gebiet der beiden Passate und des dazwischenliegenden äquatorialen Teiles auf seinen physikalischen Zustand untersucht. Die Drachenaufstiege erfassen die untersten Schichten der Atmosphäre bis etwa 3000 m, die Pilotballone geben die Luftströmungsverhältnisse bis in Höhen von 15—20 000 m. Die Meteorologie verfolgt hier ein der Ozeanographie analoges Problem der Physik der freien Atmosphäre, nämlich das Studium des Luftaustausches der beiden Halbkugeln. Höchstwahrscheinlich ist analog zu den Verhältnissen im Meere auch die atmosphärische Zirkulation nicht, wie man bisher angenommen, symmetrisch zum Äquator. Im äquatorialen Gebiete stehen Nordost- und Südostpassat im steten Kampf miteinander, und im gegenseitigen, an Gleitflächen vor sich gehenden Ausweichen dieser Strömungen liegt die Bedingung und die Ursache der ausgiebigen Niederschläge der Tropenzone. Die Beobachtungen der Expedition werden neben der Festlegung der räumlichen Verteilung der Passatzirkulation auch zu entscheiden haben, inwieweit die Störungen der gemäßigten Breiten auch auf diese übergreifen und die Strömungsverhältnisse in den äquatorialen Teilen der Atmosphäre beeinflussen.

Fassen wir das Ganze zusammen, so läßt sich wohl erkennen, daß das Ziel, welches die „Meteor“-Expedition sich gesteckt hatte, als sie den Heimathafen verließ, in vollem Maße erreicht wurde. Dies verdanken wir in erster Linie dem großen Fleiße, der unermüdlichen Hingabe und der Zusammenarbeit sämtlicher wissenschaftlicher Expeditionsteilnehmer. Mit bewunderungswürdiger Ausdauer hat Prof. Hentschel während der ganzen Expedition die mikroskopischen Planktonzählungen ausgeführt; ohne Rücksicht auf Tageszeit und Witterungsverhältnisse haben die Herren Dr. Wüst als ozeanographischer Leiter, Dr. Schumacher, Dr. Böhnecke und Dr. Meyer die ozeanographischen Serienmessungen tagtäglich ausgeführt; Dr. Wattenberg und Dr. QuasebARTH als Chemiker, Dr. Prätze als Geologe und Dr. Correns als Mineraloge ihre peinlich genauen Untersuchungen in den äußerst beschränkten Raumverhältnissen des Schiffes vorgenommen. Zum Schlusse, aber nicht als letzte, seien Prof. Reger und Dozent Dr. Kuhlbrodt erwähnt, die die auf fahrendem Schiff nicht immer leicht auszuführenden Drachen- und Pilotballonaufstiege während der ganzen Expeditionsdauer ausgeführt haben. Neben der Erledigung des großen Programmes haben diese Herren in den Häfen, wo sie eigentlich Erholung finden sollten, sich der Aufgabe unterzogen, Berichte über ihre Untersuchungen auszuarbeiten und der Fachwelt vorzulegen, was in diesem Umfange noch nie bei einer ozeanographischen Expedition der Fall war. Ihnen allen stand zur Seite eine Schiffsbesatzung, die für wissenschaftliche Hilfsdienste nicht besser gedacht werden konnte. Von den Merzschen Ideen durchdrungen, haben alle ihr Bestes geleistet, daß die Expedition erfolgreich zurückkehre und Zeugnis abgebe von deutscher Arbeit und deutschem Geist.

Das Beobachtungsmaterial wird eine Bearbeitungsdauer beanspruchen, die sich auf mindestens fünf Jahre berechnen läßt. Hoffen wir, daß auch in den Ergebnissen der definitiven Bearbeitung der Erfolg nicht hinter den Erwartungen zurückbleibe.

Schlußwort.

Von Staatsminister Dr. F. Schmidt-Ott, Präsident der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft.

Daß die Deutsche Atlantische Expedition wissenschaftlich und politisch ein voller Erfolg war, wer möchte es bezweifeln! Die bescheidene Sachlichkeit der beiden Vorredner hat dies vielleicht zu wenig erkennen lassen. Hat doch der „Meteor“ zum ersten Male nach dem Kriege innige Berührung mit deutschen Landsleuten im Auslande geschaffen und auf seiten unserer früheren Gegner selbst bei den Führern der Regierungen anerkennendste Würdigung errungen. Wissenschaftlich hat er ein ungeheueres Material zutage gefördert, das erst allmählich gesichtet und verarbeitet werden kann und für die Erforschung des Ozeans neue Grundlagen bietet.

Wem verdanken wir das?

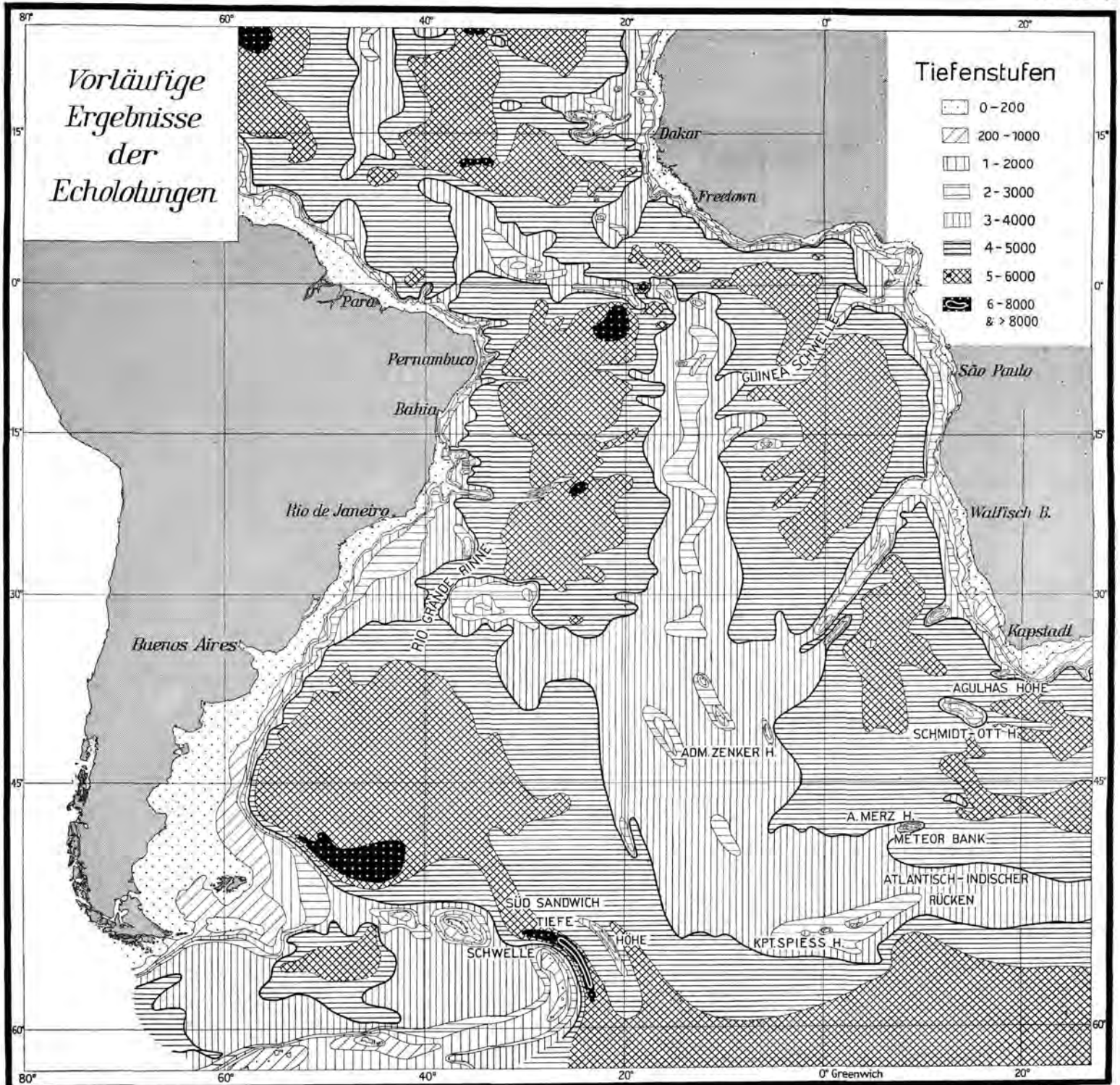
In erster Reihe unzweifelhaft unserem unvergeßlichen Freunde Alfred Merz, der den Plan der Expedition ersonnen und bis ins einzelste vorbereitet, auch die Vorexpedition und in den ersten Wochen die Hauptexpedition geleitet hat. Als er auf der ersten Profilfahrt bereits nach den ersten Tagen zur Umkehr verurteilt war, hatte er schon die Gewißheit, daß seine Methoden für die Erforschung der Strömungen sich siegreich bewähren würden, und mit dem Lächeln des Erfolges auf den Lippen ist er, wie einer seiner Ärzte bezeugt, gestorben. Mit unbegreiflicher Voraussicht hatte er auch bereits den Plan der Veröffentlichung des über die Expedition herauszugebenden 18bändigen Werkes erwogen und dafür Maßnahmen vorgeschlagen, die sich bei unseren gerade heute gepflogenen Beratungen bis in die Einzelheiten bewährt haben.

Für unser Unternehmen aber war es von nicht minder großer Bedeutung, daß ihm die Marineleitung von Anfang an bis heute die bereitwilligste Hilfe gewährt hat. Ihr verdanken wir vor allem mit der Bereitstellung des Schiffes und seiner Besatzung wie sonstiger Hilfsquellen, auf Spezialgebieten auch wichtige wissenschaftliche Mitwirkung während der ganzen Dauer der Fahrt und für die weitere Durchführung des Unternehmens. Die fruchtbringende Zusammenarbeit mit ihr hat in diesen ganzen Jahren nicht die leiseste Trübung erfahren, und die Notgemeinschaft ist insbesondere Seiner Exzellenz, dem Chef der Marineleitung, Herrn Admiral Zenker, für die unermüdliche Förderung zu wärmstem Dank verbunden. Schmerzlich bedauere ich, daß er heute durch dienstliche Abwesenheit verhindert ist, der Feier beizuwohnen. Um so dankbarer begrüße ich seinen Vorgänger, Exzellenz Behncke, der der Expedition in der Vorbereitungszeit weitestgehende Unterstützung gewährt hat.

Aber wie hätte das Werk gelingen können ohne den hingebenden Selbsteinsatz der Expeditionsteilnehmer? Der weitausschauende Plan des Professors Merz umfaßte neben den grundlegenden Strömungsmessungen nicht minder die biologischen, chemischen und geologischen Verhältnisse des Meeres und vor allem auch die Erforschung des oberen Luftmeeres. Der erfahrene Südpolarforscher v. Drygalski hatte bezweifelt, daß alle diese Zwecke nebeneinander verfolgt werden könnten, und zur Einschränkung geraten. Aber die Expedition hat trotzdem alle diese verschiedenartigen Ziele nebeneinander zu fördern vermocht. Statt der 270 vorgesehenen Tiefsee-Stationen wurden 310 und dazu 10 feste Verankerungen in der Tiefsee durchgeführt. Die Echolotungen beziffern sich auf 67 000. Nehmen Sie dazu die äußerst mühevollen biologischen Untersuchungen. Die Aerologie, die in zweiter Linie treten sollte, hat noch zahlreichere Beobachtungen aufzuweisen als die anderen Gebiete. Und das alles auf einem Schiffe von 1200 t. Herr Kapitän Spieß sagte heute an anderer Stelle, es sei ihnen bei der Rückkehr erschienen, als ob sie gar nicht fort gewesen seien, weil die Heimat mit ihnen gegangen sei. Für mich trifft dies sicher zu. Ich habe die Expedition von der Abfahrt bis zur Heimkehr mit lebhaftesten Gedanken und Wünschen begleitet. Aber ich war doch erschrocken, als ich in Teneriffa das kleine Schiff wiedersah, das

so mutig den Fluten getrotzt hatte, als ich das kleine Laboratorium wieder besuchte, das, neben dem Heizraum gelegen, den fürchterlichsten Hitzegraden in den Tropen ausgesetzt war. Hart im Raume stoßen sich die Sachen, sagt man, aber hart im Raume stoßen sich auch die Menschen. Die Spuren früherer Expeditionen schrecken. Und wenn gleichwohl unter Ihrer Leitung, hochverehrter Herr Kapitän, Offiziere, Gelehrte und Mannschaft unentwegt und den Stürmen zum Trotz in der ganze Tage und zuweilen 48 Stunden beanspruchenden Beobachtungsarbeit ausgehalten haben, wenn auch in den schwierigsten Lagen keinerlei Störungen voller Einmütigkeit vorgekommen sind, so läßt sich das wirklich nicht aus noch so strenger Dienstauffassung und Manneszucht erklären, darin liegt viel mehr: eine geradezu einzigartige Hingabe aller Teilnehmer an die Aufgabe und eine volle Bewunderung erheischende Opferfreudigkeit. Vielleicht, daß auch sie mit in dem Gedanken an den verstorbenen Führer begründet war. Aber sie stellt zugleich eine Charakterleistung dar, wie sie keine frühere Expedition aufzuweisen hat. Dafür Ihnen, Herr Kapitän, und allen Mitarbeitern, wie der gesamten Besatzung innigen Dank zu sagen, ist nicht nur die Pflicht der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft. Ich weiß mich vielmehr in dieser Beziehung völlig eins mit der Marineleitung und nicht minder mit der Gesellschaft für Erdkunde und dieser ganzen Versammlung.

Und so danke ich den beiden Rednern dieses Abends für ihre so überaus wichtigen und fesselnden Darlegungen, und darf mit dem Dank an die Versammlung diese denkwürdige Sitzung schließen.



Tiefenkarte des Südatlantischen Ozeans

nach den vorläufigen Ergebnissen der Echolotungen des „Meteor“.

DIE DEUTSCHE ATLANTISCHE EXPEDITION

AUF DEM VERMESSUNGS- UND FORSCHUNGSSCHIFF

„METEOR“

I. Die Aufgaben und bisherigen Arbeiten der Expedition

Von Fregattenkapitän SPIESS, Kommandant und Expeditionsleiter.

MITGETEILT DURCH DIE NOTGEMEINSCHAFT DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT.

II. Die akustischen Tiefseelote

Von Oberleutnant z. S. Freiherr von RECUM.

SONDERABDRUCK

AUS DEN ANNALEN DER HYDROGRAPHIE UND MARITIMEN METEOROLOGIE

LIV. JAHRG. (1926), HEFT III

I. Die Aufgaben und bisherigen Arbeiten der Expedition.

Von Fregattenkapitän Spiess, Kommandant und Expeditionsleiter.

Mitgeteilt durch die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft.

Die Aufgaben der Deutschen Atlantischen Expedition, ihre Planlegung und Organisation sind nicht zu trennen von Alfred Merz' Seiner Lebensarbeit und Bedeutung als Ozeanograph, seinem weitschauenden Blick als Organisator und seinem zähen Festhalten an dem einmal gefaßten Plan verdankt sie ihre Verwirklichung. In einer am 27. Juni 1924 von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft einberufenen Versammlung in der Universität Berlin hat Merz zum ersten Male in größerem Kreise seine Gedanken über die Aufgaben, die der Atlantische Ozean heute meereskundlicher Forschung bietet, dargelegt¹⁾. In meisterhafter Form beleuchtete er, wie eine Fülle von Wissenschaften zugleich an der ozeanischen Forschung und ihrem Kernproblem, der Zirkulation der Wassermassen, das er in den Vordergrund aller Aufgaben stellt, interessiert sind. Und so weit sich die Ergebnisse unserer bisherigen Tätigkeit übersehen lassen, sind in der Tat die engsten Beziehungen zwischen den meeresphysikalischen, chemischen, biologischen und geologischen Untersuchungen und ihre gemeinsame Beziehung zum Zirkulationsproblem auf Schritt und Tritt zu verfolgen, wie es Merz bei der Aufstellung des Expeditionsplanes vorausgesehen hat.

Im folgenden sollen nun die Aufgaben der einzelnen auf „Meteor“ vertretenen Arbeitsgebiete in ihrem Zusammenhang miteinander und unsere bisherige Tätigkeit kurz skizziert werden. Ein ausführlicher Reise- und Tätigkeitsbericht aller Expeditionsteilnehmer über die Vorgeschichte und den ersten Reiseabschnitt der Expedition ist in der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin erschienen²⁾.

A. Ozeanographie.

1. Die Aufgaben und der Expeditionsplan.

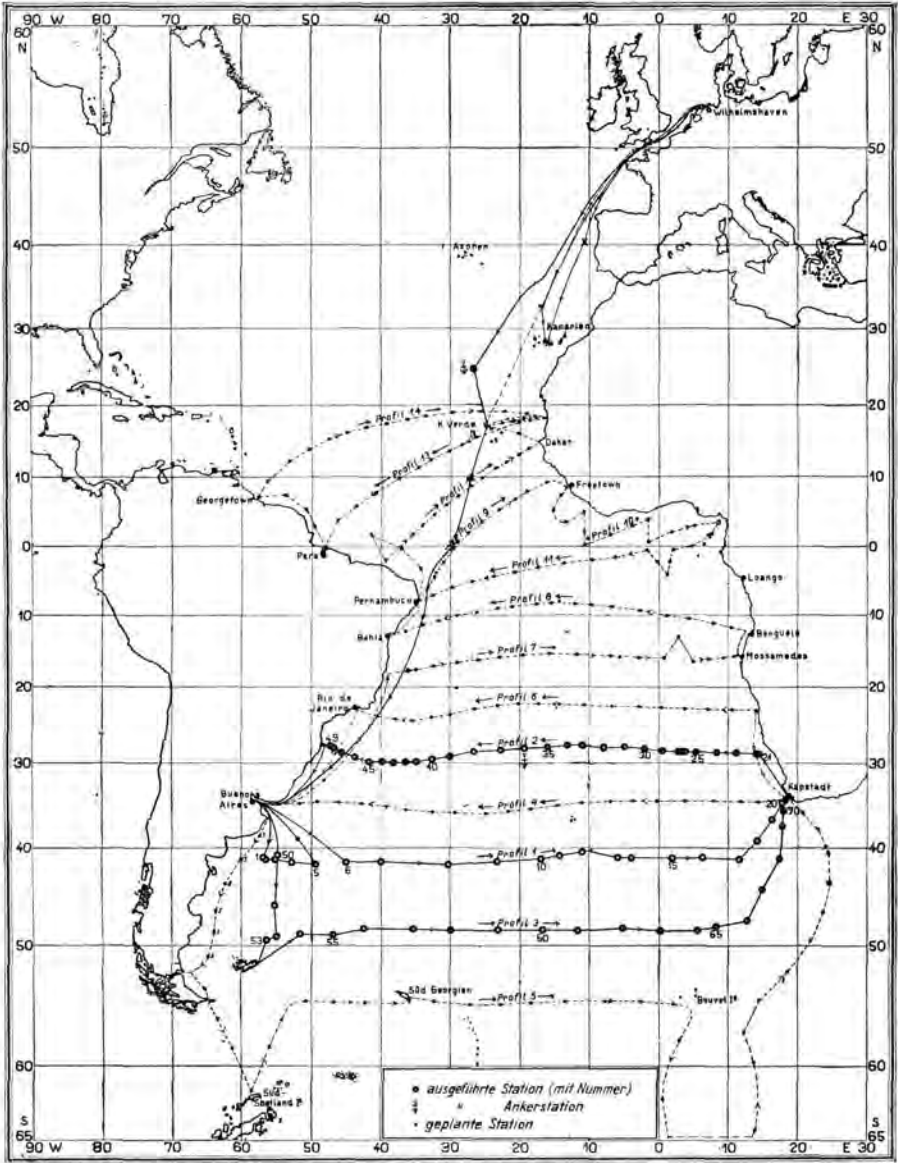
Die Hauptaufgabe der ozeanographischen Untersuchungen ist durch das Problem der atlantischen Horizontal- und Vertikalzirkulation gegeben. Die Erforschung dieses Problems hatte sich schon eine Reihe früherer Expeditionen zur Aufgabe gestellt. Neben der grundlegenden englischen „Challenger“-Expedition waren es hauptsächlich die deutschen Expeditionen der „Gazelle“, „Valdivia“, „Gauß“, „Planet“, „Möve“ und „Deutschland“, die eine Fülle wertvollen Materials zur Bearbeitung des Zirkulationsproblems beigetragen hatten. Die geographische Verteilung dieses Beobachtungsmaterials jedoch, das meist in Nordsüdschnitten durch den Atlantischen gewonnen wurde, ermöglichte im wesentlichen nur eine Erfassung der meridionalen Komponenten der Zirkulation, und der damalige Genauigkeitsgrad der Beobachtungsmethoden gestattete nur eine erste qualitative Vorstellung über die ozeanische Wasserbewegung in meridionaler Richtung. Mit der Verfeinerung der Beobachtungstechnik in den letzten 25 Jahren und der Entwicklung der hydrodynamischen Theorie war die Möglichkeit gegeben, bei richtiger Anlage eines engmaschigen Beobachtungnetzes die Wasserbewegungen im Atlantischen räumlich und quantitativ zu erfassen. Merz sah hierfür zwei Wege: die direkte Messung der Bewegung des Wassers nach Richtung und Stärke in verschiedenen Tiefen, d. h. die Strommessung. Zwei Voraussetzungen waren hierzu erforderlich. Das Schiff mußte auf Tiefen bis zu 6000 m Wasser, wie sie im Südatlantischen vorkommen, fest verankert werden können, und

¹⁾ Vgl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin 1925, Nr. 7—8. Alfred Merz: „Aufgaben meereskundlicher Forschung im Atlantischen Ozean“.

²⁾ Vgl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin 1926, Heft 1: „Die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Meteor“.

es mußten Strommesser konstruiert werden, die auch die Messung geringster Stromgeschwindigkeiten ermöglichten. Beide Voraussetzungen sind auf „Meteor“ erfüllt³⁾.

Die Gezeiteneinflüsse jedoch komplizieren das Strommessungsergebnis wesentlich, und die Verankerung des Schiffes auf hoher See sowie die Messung mit den sehr empfindlichen Schwachstrommessern sind nur bei günstigem Wetter möglich.



Ausreise und Profilfahrten des „Meteor“.

Die direkte Methode, die Bewegung der Wassermassen zu messen, ist demnach nur in beschränktem Maße verwendbar und kann lediglich als gelegentliche Kontrolle für den zweiten Weg der indirekten Messung der Zirkulation angesehen werden. Das ist die Ableitung der Wasserbewegungen auf rechnerischem Wege auf Grund der Beobachtung ihres chemisch-physikalischen Zustandes. Insbesondere sind hierbei die beiden ozeanographischen Hauptfaktoren, die Temperatur und der Salzgehalt, von Wichtigkeit. Aus der Verteilung dieser beiden Faktoren lassen

³⁾ Vgl. Marine-Rundschau, 30. Jahrgang, Heft 8, September 1925. F. Spiess: „Über die Einrichtungen des Forschungsschiffes »Meteor.«“

sich Dichte und Druck im Wasser ermitteln, und es ist unter gewissen Voraussetzungen möglich, aus diesen Größen nach den Methoden von Bjerknes die Wasserbewegung zu errechnen.

Aus den neuen Erkenntnissen, die Merz hinsichtlich der Atlantischen Zirkulation gewann⁴⁾, zog er zwei Konsequenzen für die Expedition. Zur Erfassung der für das Wesen der Zirkulation wichtigen feinen Unterschiede in Dichte und Druck mußte die Verfeinerung der Beobachtungsmethoden, insbesondere der Temperatur- und Salzgehaltsbestimmung, verlangt werden. Dann war ein engmaschiges, über das gesamte Untersuchungsgebiet gleichmäßig verteiltes Netz von Beobachtungsstationen nötig. Die einzelnen Stationen mußten einen Abstand von $2\frac{1}{2}$ bis 5° in der geographischen Länge und von 5 bis 7° in der geographischen Breite voneinander haben. Das wurde erreicht durch Anordnung eines Systems von 14 Querprofilen über den Ozean, welche die unterseeischen Böschungen — die atlantische Schwelle und die Kontinentalabfälle — möglichst senkrecht schneiden. Das zu untersuchende Gebiet erstreckt sich im Südatlantischen bis zur antarktischen Eisgrenze, während es im Nordatlantischen erst südlich des verhältnismäßig gut erforschten Gebietes, also südlich von 20° N-Br. beginnt.

Der Reiseweg, der in der Abbildung dargestellt ist, berücksichtigt die klimatischen Verhältnisse derart, daß die Profile in Gebieten ausgesprochen starker Winde, wie der Westwinddrift und des Südostpassates, in der Richtung mit dem Winde abgefahren werden, und daß die Reihe, in der die Profile aufeinander folgen, das südlichste Profil mit seinen Vorstößen zur Eisgrenze, in den Südsommer, Januar bis Februar 1926, verlegt. Aus diesen Gründen mußte der weite Anmarsch nach Buenos Aires gewählt werden, der jedoch zu einem meteorologischen und, dank der Ausrüstung des Schiffes mit akustischen Loten, topographischen Längsschnitt in ungefähr meridionaler Richtung ausgenutzt werden konnte. Die Durchführung des ganzen Expeditionsplanes wird etwa zwei Jahre erfordern. Der Gesamtreiseweg des Schiffes hat die Länge von etwa 64 000 Seemeilen, also dreieinhalbfache Länge des Äquators. Für die Anordnung der einzelnen, im ganzen etwa 350 Beobachtungsstationen, waren maßgebend das Vorhandensein früherer Beobachtungen, die Morphologie des Meeresbodens und die Lage der Grenzwinde auf Grund der von Dr. Hans Meyer konstruierten Strömungskarte des Atlantischen Ozeans⁵⁾ und einiger bisher unveröffentlichter Spezialkarten von Merz („Guineastrom“ und „Konvergenzgebiet südlich Afrika“).

2. Wissenschaftliche und instrumentelle Vorarbeiten.

Die wissenschaftlichen und instrumentellen Vorbereitungen sind ausschlaggebend für das Gelingen einer Expedition. Merz hat durch die weitschauende und gründliche Art, mit der er bis in die kleinsten Kleinigkeiten hinein diese Vorbereitungen getroffen hat, die Expedition in den Stand gesetzt, auch nach dem Tode ihres wissenschaftlichen Leiters auf dem von ihm vorgezeichneten Wege erfolgreich weiterzuarbeiten.

Die Untersuchungen über die Vertikalzirkulation und über die Oberflächenströmungen in allen drei Ozeanen, die Merz mit seinen Schülern seit 1920 durchführte, boten die Grundlage für die Problemstellung und den Expeditionsplan. Nachdem im Januar 1924 die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und die Marineleitung ihre Zustimmung zur Durchführung einer atlantischen Expedition gegeben hatten, begann Merz mit den besonderen Vorarbeiten für die Forschungsreise. Aus der Erkenntnis heraus, daß die volle Beherrschung des gesamten Beobachtungsmaterials der zahlreichen früheren Expeditionen die notwendige Voraussetzung für den Erfolg der eigenen Arbeit sei, organisierte er in

⁴⁾ Vgl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin 1922, Nr. 1—2 und Nr. 7—10, 1923, Nr. 3—4. A. Merz und G. Wüst: „Die atlantische Vertikalzirkulation“; A. Merz: „Die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff »Meteor«“ in den Sitzungsberichten der Preussischen Akademie der Wissenschaften, XXXI. phys.-math. Kl., S. 562—586. Berlin 1925.

⁵⁾ Vgl. Veröffentlichungen des Berliner Instituts für Meereskunde, Neue Folge, A. Geographisch-naturwissenschaftliche Reihe, Heft 11, Juni 1923. Dr. Hans H. F. Meyer: „Die Oberflächenströmungen des Atlantischen Ozeans im Februar“.

großem Stile die wissenschaftliche Aufbereitung des vorhandenen Materials. Seit 1922 war eine Kartothek aller vorliegenden hydrographischen Beobachtungen für das gesamte Weltmeer in Angriff genommen, einheitlich reduziert auf Meter, Celsiusgrade in der Temperatur und ‰ im Salzgehalt. Sie wurde nun für den Atlantischen Ozean vollendet. Sämtliche Temperaturreihen des Untersuchungsgebietes wurden in Vertikalkurven dargestellt, und aus den hieraus entnommenen Werten wurden von der Oberfläche bis zum Meeresboden Temperaturkarten großen Maßstabes für 17 verschiedene Niveaus entworfen, für welche vorher eine kartographische Grundlage im Maßstab 1:20 Millionen geschaffen wurde. Um das wesentlich spärlichere Material an Salzgehaltsbeobachtungen zu vergleichen und auszuwerten, wurde die Korrelation zwischen Temperatur und Salzgehalt für den gesamten Atlantischen Ozean ermittelt und für 22 Hauptgebiete graphisch dargestellt. Mit Hilfe dieses so aufbereiteten Beobachtungsmaterials ist es unseren Ozeanographen möglich, sich rasch und gründlich über die vorhandenen Beobachtungswerte und die zu erwartenden Verhältnisse zu unterrichten, Entscheidungen über die Anordnung ihrer Messungen zu treffen und neue Ergebnisse als solche zu erkennen. Für das umfangreiche von der nautischen Leitung durchzuführende Programm der topographischen Aufnahme des Atlantischen mittels Echolotung und die vom Geologen auszuführenden Drahtlotungen wurden in 20 Arbeitskarten im Maßstabe 1:2 Millionen unter Benutzung der Grollschen Arbeitskarten und des neuesten Materials alle vorhandenen Tiefenlotungen eingetragen und damit eine vorzügliche kartographische Grundlage geschaffen. An diesen Vorarbeiten haben unter der nie rastenden Anleitung von Merz seine Schüler Dr. Wüst, Dr. Möller, Dr. Böhnecke, Dr. Meyer, Dr. Kaehne, Dr. Löwe sowie zwei von der Marineleitung zum Institut für Meereskunde kommandierte Hilfskräfte, Obersteuermannsmaat Hinz und Obersignalgefreiter Runge, gearbeitet. Dr. Schumacher von der Deutschen Seewarte berechnete neue erweiterte Tabellen für die Dichteberechnung aus Temperatur und Salzgehalt⁶⁾.

Hand in Hand mit diesen wissenschaftlichen Vorbereitungen ging in Zusammenarbeit mit der Marineleitung die Beschaffung und Vervollkommnung der instrumentellen Ausrüstung nach eingehendem Studium aller früheren Expeditionserfahrungen und auf Grund eigener Versuche. Der hiermit in der Hauptsache betraute Dr. Wüst hat in seinem wissenschaftlichen Tätigkeitsbericht über die Verfeinerung der ozeanographischen Beobachtungsinstrumente und -methoden berichtet⁷⁾.

Die Ablesegenauigkeit der Tiefseethermometer wurde wesentlich erhöht, Strommesser für stärkste und schwächste Strömungen, neue praktische Typen von Seriengewässerschöpfern und großen 4 Liter-Wässerschöpfern wurden geschaffen. Eine neue ozeanographische Serienmaschine wurde konstruiert, deren Festigkeit und Maschinenleistung es im Verein mit einer 4 mm im Durchmesser starken Aluminiumbronzelitze von ausgezeichneter Qualität gestatten, gleichzeitig bis zu zwölf Wässerschöpfer nebst je zwei Kippthermometern in die größten Tiefen herabzulassen. Der elektrische Antriebsmotor läßt durch elastische Kuppelung die Einholgeschwindigkeit auf das feinste regulieren, und die Serienmaschine hat nach einigen auf Grund der Probeexpedition des „Meteor“ vorgenommenen Verbesserungen die außerordentlich starke Beanspruchung bei bis jetzt 230 ozeanographischen Serien, zum Teil bei schwerem Wetter, vorzüglich ausgehalten. In der chemischen Bestimmungsmethode des Salzgehalts wurde ebenfalls eine Verfeinerung erreicht. Nur mit einem so sorgfältig ausgewählten Instrumentarium konnte das große ozeanographische Arbeitsprogramm, das Merz der Expedition gestellt hat, bewältigt werden.

⁶⁾ Von demselben Autor waren früher schon in den Ann. d. Hydr. neue Tabellen für die Reduktion der Ablesungen an geschützten und ungeschützten Kippthermometern und für die Reduktion von Schallotungen mitgeteilt worden (vgl. Schumacher, A.: „Neue Hilfstafeln für die Umkippthermometer nach Richter“, Ann. d. Hydr. 1923, S. 273, und „Hydrographische Bemerkungen und Hilfsmittel zur akustischen Tiefenmessung“, Ann. d. Hydr. 1924, S. 87), durch welche die Genauigkeit der Meßmethoden erhöht wurde.

⁷⁾ Vgl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Jahrgang 1926, Heft 1. G. Wüst: „Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen“.

3. Die Anlage der Stationen und die ozeanographischen Arbeiten.

Durch die akustischen Lotungen, die während der ganzen Reise in Abständen von 20 zu 20 Minuten, also etwa alle 2 bis 3 Seemeilen, ausgeführt wurden, sind wir ständig auf dem laufenden über die auf den einzelnen Beobachtungsstationen zu erwartende Tiefe. Das ist einmal von Vorteil für die Vorbereitung der ozeanographischen Messungen, dann aber wichtig für die Anlage und Verteilung der Stationen selbst. Wenn auch im allgemeinen die Punkte, auf denen beobachtet werden soll, von vornherein sorgfältig nach den eingangs geschilderten Gesichtspunkten ausgewählt sind, so machen doch unerwartete Abweichungen von der bisher bekannten Morphologie des Meeresbodens es nötig, unter Umständen sofort eine Station einzuschalten, da das Relief von wesentlichem Einfluß auf die chemisch-physikalischen Verhältnisse und auf die Zirkulation ist. Die Berücksichtigung dieser wichtigen Merz'schen Forderung, die Forschungsarbeit den an Ort und Stelle angetroffenen Verhältnissen und Problemen anzupassen, wäre ohne das Echo-LOT nicht möglich. Aber auch die Ergebnisse der ozeanographischen Beobachtungen selbst können eine neue Aufgabenstellung und ein Abweichen von dem vorgesehenen Beobachtungsplan bedingen. Dasselbe gilt, wenn auch in geringerem Maße, von der Wetterlage und dem Fahrbereich des Schiffes. Auf den bisherigen ersten vier Querprofilen konnten alle 90 Beobachtungsstationen auch bei schlechtem Wetter und nachts planmäßig durchgeführt werden.

Die ozeanographischen Messungen auf einer normalen Tiefseestation bestehen aus drei Serien. Bei allen Serien werden je 10 bis 12 Wasserschöpfer mit im ganzen 17 geschützten und 3 ungeschützten Thermometern, die zu je zwei in den an den Schöpfern befindlichen Rahmen angebracht werden, in die Tiefe gelassen. Die Meßtiefen sind folgende: Serie 1: 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600 und 700 m; Serie 2: 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800 und 2000 m; Serie 3: 2000, 2250, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500 m und Meeresboden.

Der Arbeitsgang auf den einzelnen Stationen ist im allgemeinen folgender: Zunächst nimmt der Geologe mit der großen Lukasmachine eine Drahtlotung vor, die einmal zur Kontrolle der Echo-LOTung dient, dann aber das Heraufholen einer Bodenprobe mittels Stoßröhre oder Grundzange gestattet. Auf die geologischen Untersuchungen wird noch zurückgekommen. Die neuartige Konstruktion unserer Stoßröhren ermöglicht, in der im Innern der Röhre sitzenden Glasröhre über der Bodenprobe eine Probe unverfälschten Bodenwassers heraufzuholen, das in gleicher Weise wie der Inhalt der Wasserschöpfer untersucht werden kann. Einige Meter über der Stoßröhre wird ein Tiefseethermometer in einem Propellerkipprahmen am Lotdraht befestigt, um die Bodentemperatur zu erhalten. An die Drahtlotung schließt sich die erste ozeanographische Serie an, und während die mit der ersten Serie heraufgeholtten Wasserproben nun an den Ozeanographen, Biologen und Chemiker für die chemische und mikroskopische Untersuchung verteilt und die Tiefseethermometer im Wasserbad abgelesen werden, nimmt der in biologischen Untersuchungen ausgebildete Schiffsarzt, Marinestabsarzt Dr. Kraft, die Planktonnetzfüge aus verschiedenen Tiefen vor, worauf die zweite und die dritte ozeanographische Serie folgen. Durch diese ökonomische Arbeitsteilung, dank der Leistungsfähigkeit der Maschinen sowie der personellen Übung und Erfahrung ist es gelungen, die von Merz geschätzte Arbeitszeit von 12 Stunden auf jeder Station, selbst bei Tiefen von 5000 m auf 8 Stunden herabzusetzen. Bei günstigem Wetter werden außerdem biologische Schlauchfänge und vom ausgesetzten Boot aus Lufttemperatur-, Feuchtigkeits- und Wassertemperaturmessungen an der Meeresoberfläche sowie Sichttiefenmessungen des Meerwassers vorgenommen. Desgleichen werden bei geeignetem Wind auch auf den Stationen meteorologische Drachenaufstiege, abgesehen von den regelmäßig stattfindenden Pilotballonaufstiegen, ausgeführt und bei stärkerem Seegang noch stereophotogrammetrische Aufnahmen der Meereswellen. Stationen auf weniger großen Wassertiefen und kombinierte, aus zwei Serien bestehende Stationen bis zu 4000 m wurden in $4\frac{1}{2}$ Stunden erledigt. Auf diese Weise sind auf den ersten vier Profilen auf 90 Beobachtungsstationen 2040 Beobachtungen von Temperatur und

Salzgehalt aus allen Tiefen gewonnen worden, wobei die Oberflächenbeobachtungen sowie Doppelmessungen bei dem Übereinandergreifen der Serien nicht mit eingerechnet sind.

Einschließlich der Vorexpedition wurde im ganzen viermal auf Tiefen bis zu 5000 m zur Vornahme von Strommessungen geankert. Während 48 Stunden wurden in 30, 250 und 500 m Tiefe Beobachtungen mit dem Strommesser und Oberflächenstrommessungen vorgenommen. Dabei wurde durch exakte astronomische Beobachtungen sowie durch dauernde Kontrollotungen mit dem Echolot festgestellt, daß das Schiff nicht vertrieben war.

Die ozeanographischen Untersuchungen werden ausgeführt von den vier Ozeanographen Dr. Wüst, Dr. Schumacher, Dr. Böhnecke und Dr. Meyer, die hierbei von dem besonders ausgebildeten Schiffspersonal unterstützt werden.

4. Die vorläufigen ozeanographischen Ergebnisse.

Die 2040 korrespondierenden Werte von Temperatur und Salzgehalt in allen Schichten von der Oberfläche bis zum Meeresboden bedecken ein Gebiet zwischen 28° und 48° S-Br. und 57° W-Lg. und 17° O-Lg., das bisher nur durch wenige Stichproben untersucht war. Die Werte wurden in vier Temperatur- und Salzgehaltsquerschnitten verarbeitet und lassen ein vorläufiges Bild über die vertikale Anordnung von Temperatur und Salzgehalt in den einzelnen Breiten gewinnen. Wenn sich auch hierüber noch nichts Abschließendes sagen läßt, so ist doch Dr. Wüst in seinem ersten Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen⁸⁾ zu folgendem Ergebnis über die Hauptzüge der vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsanordnung gekommen. In erster Linie sind Temperatur- und Salzgehaltsverteilung gegeben durch die Stellung des betreffenden Profils in dem System der vorwiegend meridionalen Vertikalzirkulation, d. h. durch die geographische Breite. Innerhalb der einzelnen Profile sind jedoch nennenswerte Unterschiede vorhanden. Sie sind bedingt:

1. Durch die Topographie. Durch die großen Erhebungen des Meeresbodens erscheinen die Tiefenströme in Kerne von verschiedener Intensität zerlegt. Die tiefen Rinnen bilden das Bett der Bodenströme. Aber auch geringere Erhebungen machen sich in der Veränderung der chemisch-physikalischen Elemente bis zur Oberfläche hinauf bemerkbar.

2. Durch die Oberflächenströmungen und die Grenzwirbel. Sie beeinflussen den Antarktischen Zwischenstrom, greifen sogar noch über auf den Nordatlantischen Tiefenstrom und verursachen starke wellenförmige Krümmungen der Isothermen und Isohalinen, besonders in den Grenzschichten.

3. Durch den Einfluß der Erdrotation. Er macht sich dadurch kenntlich, daß die Isothermen und die Isohalinen, welche die meridional gerichteten Tiefenströme senkrecht schneiden, schräg gestellt sind, sich z. B. im Antarktischen Zwischenstrom von Osten nach Westen senken und im Westen weiter auseinander treten als im Osten. Die Isolinienführung deutet also an, daß, als Folge der Erdrotation, diese Tiefenströmung im Westen ihre größte Mächtigkeit und ihre größte Intensität hat und nach Osten gehoben und schwächer wird. Im übrigen bringt die Temperatur- und Salzgehaltsanordnung auf den ersten vier Querprofilen eine Bestätigung der Merzschen Anschauung über die Vertikalzirkulation, insbesondere über das Vordringen des Nordatlantischen Tiefenstromes bis zur Weddellsee.

5. Ozeanographische Sonderuntersuchungen.

Außer den vorstehend geschilderten ozeanographischen Arbeiten werden an Bord die in dem Grenzgebiet zwischen ozeanographischen und meteorologischen Untersuchungen liegenden Verdunstungsmessungen vorgenommen. Die Verdunstungsproben werden mit dem Interferometer auf Chlorgehalt untersucht. Ferner werden mit einem besonders für diese Zwecke von der Firma Zeiss konstruierten Apparat stereophotogrammetrische Aufnahmen der Meereswellen und der Dünung gemacht, die im Verein mit den graphischen Registrierungen

⁸⁾ Vgl. a. a. O.

der Bewegungen des Schiffes im Seegang mit dem elektrisch getriebenen Petravickreisel Aufschlüsse geben sollen über die bisher im wesentlichen geschätzte Höhe und Länge der Meereswellen. Diese Sonderuntersuchungen werden an Bord von Dr. Schumacher von der Deutschen Seewarte ausgeführt, der in dieser Zeitschrift gesondert über sein Arbeitsgebiet berichten wird⁹⁾.

B. Die biologischen Untersuchungen.

1. Aufgabenstellung.

Das Hauptproblem der ozeanographischen Untersuchungen, die Zirkulation, ist auch von fundamentaler Bedeutung für die biologische Forschung. Zunächst hängt von der Zirkulation die Verteilung des Sauerstoffes ab, der für das Leben der Organismen notwendig ist und durch die Vertikalbewegung der Wassermassen auch in die großen Tiefen dringt und sie so zum Lebensraum macht. Dann aber bedingt auch die Zirkulation die Verteilung der für die Organismen wichtigen Nährstoffe und ihre stärkere oder geringere Vermehrung und wirkt als verfrachtende Kraft nicht nur der Nährstoffe, sondern auch der kleinsten, willenlos treibenden Organismen, des Planktons selbst, das wiederum den größeren Tieren als Nahrung dient. Durch die Zirkulation werden also die wichtigen Fragen der Gruppierung der Völker kleinster Lebewesen, ihrer geographischen Verteilung und des von ihnen abhängigen Fischreichtums mit geklärt. Es handelt sich somit für den Biologen der Expedition darum, nach denselben Gesichtspunkten, nach denen die Ozeanographen das Zirkulationsproblem durch die chemisch-physikalischen Untersuchungen des Meerwassers erforschen, das Expeditionsgebiet qualitativ und besonders quantitativ auf seinen Organismengehalt zu untersuchen. Damit war die biologische Aufgabe der Expedition auf reine Planktonuntersuchung beschränkt. Die ozeanographischen Wasserschöpfproben bieten die beste Gelegenheit zu quantitativer Planktonuntersuchung, da in großer Anzahl und in Querschnitten zum Ozean aus den verschiedensten korrespondierenden Tiefen Wassereinheiten heraufgebracht werden, die dank dem Stande der Methodik, die von Professor Lohmann ausgearbeitet und auf der „Deutschland“ angewandt wurde, auf Plankton untersucht und durchgezählt werden können. Dieser Untersuchung dient in erster Linie das dichteste und zugleich kleinste Nannoplankton (Zwergplankton), da es bis in die größten Tiefen, aus denen immer nur relativ kleine Wassermengen geschöpft werden können, vorkommt.

2. Die biologischen Untersuchungsmethoden.

Daß Nannoplankton, welches auch durch das feinste Netz aus Seidengaze, das an Bord dem Fang größeren Planktons dient, nicht erfaßt werden kann, wird auf dem Wege mehrmaliger Zentrifugierung kleiner Wassermengen gewonnen. Von der Oberfläche und den Wasserschöpfnern werden Mengen von 100 und 540 cem aus korrespondierenden Tiefenstufen entnommen und mit drei elektrischen Zentrifugen von dem Plankton befreit, das sich in den zugespitzten unteren Enden der Zentrifugengläser ansammelt und nach Entfernen des Wassers noch im lebenden Zustande unter dem Mikroskop auf seine Organismenformen untersucht und ausgezählt wird. Außer der Auszählung der Zentrifugenproben aus den großen Wassertiefen auf Nannoplankton wird Plankton zur quantitativen Untersuchung gewonnen durch Sedimentierung in Standzylindern, aus etwa 1 bis 4 Litern Wasser. Dann werden mit einem Schlauch aus 50 und 100 m Wassertiefe und mit der Deckwaschpumpe von der Wasseroberfläche Mengen von je 200 Litern Wasser gepumpt und durch feine Planktongaze filtriert. Quantitative Netzfänge größeren Planktons werden ferner aus 200 m Tiefe bis zur Oberfläche mit dem Apsteinnetz, das eine Wassersäule von bestimmtem, errechnetem Querschnitt filtriert, gewonnen, und mit dem Nansenschen Schließnetz werden Wasserschichten verschiedener Tiefe, etwa von 1000 bis 700 m oder von 500 bis 200 m durchfischt, derart, daß auch diese Netzfänge noch eine gewisse quantitative

⁹⁾ Vgl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Jahrgang 1926, Heft 1, A. Schumacher: „Ozeanographische Sonderuntersuchungen“.

Ausnutzung gestatten. Die mikroskopischen Untersuchungen der Zentrifugenproben werden unmittelbar nach jeder ozeanographischen Serie von dem Biologen Professor Hentschel ausgeführt, während die Planktonnetzfüge konserviert werden und erst in der Heimat untersucht werden sollen. Auf einer Tiefseeankerstation auf Profil III wurden außerdem in Abständen von 6 Stunden acht Oberflächenproben zur Untersuchung der periodischen Änderung des Planktonbestandes an der Oberfläche geschöpft und durchgezählt. Schließlich ergänzen möglichst zweimal tägliche, quantitative Beobachtungen über das Tier- und Pflanzenleben an der Meeresoberfläche in bestimmten Quadranten oder Streifen und während bestimmter Zeitabschnitte die biologischen Untersuchungen. Im übrigen werden vom Biologen alle bemerkenswerten Erscheinungen bezüglich des Vorkommens der Vögel, der Wale und Delphine beobachtet, auch gelegentlich gefangene Tiere, wie Schildkröten, Albatrosse, Quallen und mit dem Bodengreifer des Geologen gefaßte Bodentiere untersucht. Auf der Ausreise und den ersten vier Profilen wurden im ganzen 374 Zentrifugenproben, 127 Deckwaschpumpenfänge, 138 Schließnetzfüge und 11 Schlauchfüge erzielt.

3. Die vorläufigen Ergebnisse.

Über die vorläufigen Ergebnisse der biologischen Untersuchungen gibt Professor Hentschel in großen Zügen das Folgende¹⁰⁾: Die Ausreise nach Buenos Aires, die zur Anlage eines meteorologischen Schnittes benutzt wurde, gestattete auch täglich ohne Fahrtunterbrechung Oberflächenwasserproben zu schöpfen und auf Nannoplankton zu untersuchen. Es handelt sich um ungefähr dieselbe Strecke, die seinerzeit Lohmann durch Planktonuntersuchung bis zu 400 m Wassertiefe erforscht hat. Trotz der Verschiedenheit der Jahreszeiten und Abweichungen im Reiseweg ist eine gute Übereinstimmung in den Ergebnissen beider Expeditionen festzustellen. Die Übereinstimmung in der Zusammensetzung, Dichte und Ausdehnung der verschiedenen Völker des Planktons beweist die ausgezeichnete Verwendbarkeit des Nannoplanktons für die biologische Forschung. Die Einflüsse des Klimas und der Strömungen, die schon von Lohmann nachgewiesen waren, bestätigen sich. Von großer Wichtigkeit waren die Ergebnisse auf den ersten vier Profilen aus der Untersuchung der tieferen Wasserschichten. Während bisher nur bis zur Tiefe von 400 m Nannoplankton beobachtet worden war, wurde festgestellt, daß auch die lichtlose Tiefsee in allen Schichten noch so dicht mit Nannoplankton bevölkert ist, daß in etwa $\frac{1}{2}$ Liter Wasser fast ausnahmslos noch einige Organismen zu finden sind, zum Teil ganz bestimmte charakteristische Formen. Ein Vergleich der drei ersten Profile miteinander ergibt bezüglich des Tiefseepanktons zwei Tatsachen: Die südlichen Profile auf 41° und $48\frac{1}{2}^\circ$ S-Br. weisen eine reichere Besiedlung auf als das nördliche Profil auf 28° S-Br., und ein Vergleich der einzelnen Tiefenstufen von 700, 1000, 2000 und 4000 m ergibt eine stetige, anfangs schnellere, später langsamere Abnahme der Planktondichte.

In dem Hauptbereich der Planktonentwicklung bis zu 400 m Tiefe sind folgende Hauptzüge zu erkennen: Deutlich macht sich eine zonale Verteilung derjenigen Arten, die von der wärmeren oder kälteren Wassertemperatur abhängig sind, in nordsüdlicher Richtung erkennbar. In der Ostwest-Verteilung macht sich in der Nähe der beiden Kontinente der Einfluß der Oberflächenströmung geltend. Überraschend war z. B. die Tatsache, daß der Biologe an der plötzlichen, radikalen Veränderung des Planktons als erster den Eintritt des Schiffes in das Gebiet des Agulhasstromes bemerkte. Auch die in dem Gebiet der Grenzwinde auftretenden Störungen in dem chemisch-physikalischen Zustand der Wassermassen schienen sich in den Dichteverhältnissen des Planktons in den einzelnen Tiefenstufen auszudrücken. Über die Schließnetzfüge des größeren Planktons, die konserviert wurden und erst in der Heimat untersucht werden sollen, liegen noch keine Ergebnisse vor.

¹⁰⁾ Vgl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Jahrgang 1926, Heft 1, E. Hentschel: „Bericht über die biologischen Arbeiten“.

C. Die chemischen Untersuchungen.

1. Aufgabenstellung.

In engem Zusammenhang mit den Lebens- und Produktionsbedingungen der Lebewesen im Meere steht die räumliche Verteilung der chemischen Eigenschaften des Wassers. Außer dem Sauerstoff, der von dem Oberflächenwasser absorbiert wird und bei dessen Absinken den Tiefen Leben spendet, sind es die der Ernährung der Organismen dienenden Stoffe, die Stickstoffverbindungen und die Phosphorsäure, dann aber die im Kreislauf des Lebens so wichtige Kohlensäure, die in ihren Beziehungen zur Verteilung des Planktons vom Chemiker an Bord untersucht werden. Aber auch für die Erkenntnis des Zirkulationsproblems ist unter Umständen der Sauerstoffgehalt ein wichtiges Hilfsmittel durch Bestätigung und Ergänzung der Ergebnisse der Salzgehalts- und Temperaturmessungen, wo diese an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt sind. Des weiteren stehen die Messungen der Wasserstoffionenkonzentration in Beziehung zu der Planktonuntersuchung, dann aber gestatten sie auch durch sofortige Analyse der heraufgeholtten Wassers schöpfproben eine Kontrolle darüber, ob die Wassers schöpfer in den richtigen Tiefen geschlossen haben, da sich die Wasserstoffionenkonzentration für ein begrenztes Gebiet mit zunehmender Tiefe nach einer ganz bestimmten Gesetzmäßigkeit ändert. Im Zusammenhang mit den geologischen Untersuchungen steht ferner die chemische Untersuchung des Kohlensäuregleichgewichts im Meerwasser, welches von Bedeutung ist für die Kalkauflösung und -ablagerung. Das Kohlensäuregleichgewicht wird durch den Kohlensäuredruck und die Wasserstoffionenkonzentration sicher und schnell bestimmt.

2. Die Arbeitsmethoden und die vorläufigen Ergebnisse.

Die Sauerstoffanalysen werden so angelegt, daß mit einem dichten Netz von Sauerstoffgehaltswerten die Konstruktion von Quer- und Längsschnitten möglich ist. Auf tiefen Stationen werden 20 Tiefenproben in folgender Anordnung untersucht: 0, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2250, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 m und Grundwasser. Bei Stationen, wo starke Differenzen und Sprungschichten zu erwarten sind, werden noch die Tiefen 150, 250, 300, 500, 700, 900 und 1100 m dazugenommen. Auf diese Weise wurden auf Profil I 340, auf Profil II 507, auf Profil III 374 und auf Profil IV 362 Sauerstoffanalysen ausgeführt und in vier Querschnitten verarbeitet. Die Sauerstoffanalysen werden nach der Methode von Winkler ausgeführt.

Für die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration kommen zwei Methoden in Frage: Die bisher angewandte kolorimetrische Methode von Sörensen und Palitzsch und die noch auf den Profilen mit besserem Wetter zu erprobende elektrometrische Messung mit Hilfe der Chinhydronelektrode von Biilmann. Die erstere ist in wenigen Minuten auszuführen und gestattet die vorerwähnte sofortige Kontrolle des richtigen Schließens der Wassers schöpfer. Auf Stationen von großer Tiefe, 5000 bis 6000 m, entfallen auf die verschiedenen Tiefenstufen 27 Analysen, entsprechend den drei ozeanographischen Serien. Auf Profil I wurden 360, auf Profil II 600, auf Profil III 517 und auf Profil IV 403 Bestimmungen vorgenommen.

Die Kohlensäuredruckanalyse wird mit dem von A. Krogh beschriebenen Apparat ausgeführt, der hier an Bord sehr gut funktioniert. Auf jeder Station werden im allgemeinen sechs bis acht Bestimmungen gemacht, deren Anordnung je nach den zu erwartenden Verhältnissen möglichst charakteristische Schichten erfassen soll.

Ferner werden gelegentlich in verschiedenen Tiefen Alkalitätsbestimmungen nach der Methode von Kjeldahl in der von Ruppin angegebenen Form ausgeführt, um die Beziehungen zwischen Salzgehalt und der an Kohlensäure gebundenen Basenmenge, der Alkalität, zu prüfen. Für die Bestimmung der sehr geringen Phosphorsäuremengen hat sich eine von E. G. Moberg geschaffene kolorimetrische Methode sehr bewährt. Auf jeder Station werden im allgemeinen Proben aus folgenden Tiefen untersucht: 0, 50, 100, 300, 500, 700, 1000, 1500,

2000, 3000, 4000 und 5000 m. Auf Profil I wurden 110, auf Profil II 297, auf Profil III 289 und auf Profil IV 249 Phosphorsäurebestimmungen ausgeführt. Für die Bestimmung der Stickstoffverbindungen, die erst auf den weniger stürmischen Profilen ausführbar ist, soll eine neue Methode aus dem Laboratorium von A. Krogh dienen¹¹⁾.

Diese vielseitigen Untersuchungen, die dem Chemiker der Expedition, Dr. Wattenberg, der von zwei besonders als Laboranten ausgebildeten Vermessungsgästen unterstützt wird, obliegen, erfordern ein Laboratorium, das mit allen Hilfsmitteln eines normalen neuzeitlichen Landlaboratoriums ausgestattet ist. Diese Forderung ist auf „Meteor“ trotz der sehr beschränkten Raumverhältnisse in zweckmäßiger Weise erfüllt. Dr. Wattenberg hat in seinem Bericht über die chemischen Arbeiten der Expedition in der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin¹²⁾ einige nähere Angaben über die Einrichtung gegeben. In diesem Bericht ist auch über die vorläufigen Ergebnisse kurz das Folgende gesagt:

Die auf Grund der Sauerstoffanalysen konstruierten Querschnitte lassen eindeutig den Antarktischen Zwischenstrom und den Atlantischen Tiefenstrom erkennen, und zwar ungefähr in denselben Tiefenstufen, welche die Merz-Wüstchen Temperatur- und Salzgehaltslängsschnitte angeben. Die Maxima im Sauerstoffgehalt finden sich im Kern dieser Ströme, die Minima in der mehr oder weniger ruhenden Grenzschicht, wo keine Zufuhr sauerstoffreichen Wassers stattfindet. Auch die Existenz der Konvergenzlinien, die aus Temperatur und Salzgehalt nicht immer deutlich zu erkennen sind, wurde aus dem Sauerstoffgehalt besonders deutlich im Süden von Kapstadt erwiesen, wo die Westwinddrift auf den Agulhasstrom auftrifft; hier läßt sich das untersinkende sauerstoffreiche Wasser bis in große Tiefen verfolgen. Desgleichen wurde auf Profil II in dem auf der Stromkarte von Hans H. F. Meyer hervortretenden Konvergenzgebiet Sauerstoffmaxima gefunden, die das Minimum der ruhenden Zwischenschicht unterbrechen. Die in großen Zügen konstruierten Schnitte der Wasserstoffionenkonzentration zeigten ähnliche Gesetzmäßigkeiten, indem ein Sauerstoffmaximum einem Minimum der Wasserstoffionenkonzentration entsprach und umgekehrt. Die übrigen Faktoren bedürfen noch einer genauen Durcharbeitung zusammen mit der Ozeanographie, Biologie und Geologie, bevor etwas über die Ergebnisse gesagt werden kann.

D. Die geologischen Arbeiten.

1. Die Aufgaben und Methoden.

Die geologischen Untersuchungen der Expedition haben einen doppelten Zweck. Zunächst sollen durch die Drahtlotungen auf jeder ozeanographischen Station die akustischen Lotungen kontrolliert und im Verein mit ihnen ein Bild der Formen des Meeresbodens gewonnen werden. Dann aber sollen die mit Stoßröhren oder Grundzangen heraufgehobten Bodenproben Aufschluß geben über die Art, den Ursprung und die Bildung der Bodenbedeckung. Die Verteilung der Sedimente, die sich aus den Hartteilen toter Organismen, den Ablagerungen der Flüsse und der Gletscher, dem Zerstörungswerk der Brandung usw. zusammensetzen, ist vollkommen nur zu verstehen durch die genaue Kenntnis der ozeanischen Zirkulation, während die Bodenerhebungen ihrerseits, wie in dem Abschnitt über die ozeanographischen Arbeiten ausgeführt, von ausschlaggebendem Einfluß auf das Zirkulationsproblem sind. Die Untersuchung der Sedimente auf Beteiligung der Organismenreste steht wieder in engem Zusammenhang mit den biologischen Untersuchungen und auch mit den chemischen Kohlensäureuntersuchungen, die für die Kalkauflösung und -ablagerung von Bedeutung sind.

Die Drahtlotungen werden mit einer verbesserten großen Lukas-Lotmaschine ausgeführt, die mit 10 km Klaviersaitendraht bespannt und mit einem Elektro-

¹¹⁾ Dr. Wattenberg hatte Gelegenheit, diese Methode im Institut von Professor A. Krogh kennenzulernen, bei der die Mikrotitration von P. B. Rehberg (Biochem. Journal 19, 270) mit der Methode von K. L. Glad-Andersen zur Bestimmung der Stickstoffverbindungen im Meerwasser (Publ. de circonstance 82) kombiniert ist.

¹²⁾ Vgl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Jahrgang 1926, Heft 1: Dr. H. Wattenberg: „Bericht über die chemischen Arbeiten“.

motor gekuppelt ist, welcher die Einholgeschwindigkeit weitgehend regulieren läßt. Die Drahtstärke von 1 mm, die Konstruktion der Trommel und die Leistung des Motors gestatten, im Gegensatz zu der früheren Methode des Abwerfens der Sinkgewichte, die mit einem Gewicht von 30 kg beschwerte, sich in den Boden einrammende 1½ m lange Stoßröhre mit dem Gewicht heraufzuholen. Das erübrigte die Mitnahme der vielen Sinkgewichte, die bei der großen Anzahl der Drahtlotungen nötig gewesen wären. Die Stoßröhren wurden von dem Geologen der Expedition, Dr. Pratje, auf Grund eigener Versuche mit wesentlichen und zweckmäßigen Neuerungen versehen. Die Röhren werden nach dem Herausziehen aus dem Grunde unten automatisch mit einem Klappverschluß und oben durch ein Ventil verschlossen. In einer in die Stoßröhre eingesetzten Glasröhre, die nach dem Heraufholen oben und unten zugepfropft wird, wird außer der Bodenprobe eine Probe des Bodenwassers für die Salzgehalts- und sonstige chemische Untersuchung erlangt. Die Bodenproben, die eine Länge bis zu 94 cm erreicht haben, bleiben in der Glasröhre in ihrem ursprünglichen feuchten Zustande bis zu ihrer Untersuchung im Laboratorium erhalten. Material und Schichtung lassen sich durch die Glaswandung deutlich erkennen. Zum Heraufholen lockerer Sande ohne tonige Beimengungen dienen Grundzangen nach Art der Petersen-Greifer, die bis zu 7 Liter Sediment heraufgebracht haben. Von jeder Bodenprobe wird ein Teil konserviert, ein Teil an Bord sofort untersucht. Die chemischen Untersuchungen des Geologen erstrecken sich auf Oxydationsfähigkeit, Kalkgehalt und Phosphorsäuregehalt, die physikalischen Untersuchungen auf den Gehalt an hygroskopisch gebundenem Wasser und die Verteilung der Korngrößen im frischen Material. Als Schlammethode hat sich die Sedimentationsmethode nach Atterberg an Bord am besten bewährt. Die Mengen werden in Hundertstel-Kubikzentimeter nach gleichmäßiger Zentrifugierung der abgeschlammten Teile gemessen; dadurch wird die Veränderung durch das Trocknen und die Ungenauigkeit der Wägung bei schwankendem Schiff vermieden. Die mikroskopische Untersuchung der Proben dient der Bestimmung der einzelnen Komponenten, in erster Linie ihrer Ausmessung und Auszählung. Sie konnte jedoch wegen Zeitmangels zunächst nur an einem Teil der Proben ausgeführt werden.

2. Die vorläufigen Ergebnisse.

Während die topographischen Ergebnisse in dem nächsten Abschnitt gemeinsam mit denen der akustischen Lotungen behandelt werden, seien im folgenden die von Dr. Pratje in seinem wissenschaftlichen Tätigkeitsbericht¹³⁾ zusammengestellten vorläufigen Ergebnisse der Sedimentuntersuchungen kurz zusammengefaßt. Bisher wurden folgende Grundproben erzielt und untersucht:

Die Grundproben ergeben besonders im südlichen Teile des Argentinischen Beckens Abweichungen von den bisherigen Karten über die Verbreitung der Sedimente. Die dort dargestellten Globigerinenschlamm sind nicht vorhanden, obwohl die entsprechenden Organismen vom Biologen der Expedition reichlich beobachtet wurden. Die Schlicke haben hier schon antarktische Komponenten. Weiter verbreitet als bisher angenommen wurde, konnten Tiefseesande in mehreren Proben nachgewiesen werden. Glaukonite wurden nicht nur an der südafrikanischen Küste, sondern auch an der südamerikanischen Küste aus Tiefen von 200 m bis über 2000 m heraufgeholt. Pteropodenschlamm wurden auf Profil II auf der mittelatlantischen Schwelle und auf dem Rio Grande-Rücken auch an Stellen angetroffen, wo sie bisher nicht bekannt waren. Die Grundproben ergeben interessante Feststellungen bezüglich des Übergangs des Pteropoden- zum Globigerinenschlamm und zum roten Ton und bezüglich der Abnahme des Kalk-

Bodenproben auf	a) Stoßröhre	b) Greifer
1. Vorexpedition	4	1
2. Ausreise	1	3
3. Profil I	14	4
4. Profil II	28	2
5. Profil III	18	6
6. Profil IV	15	1
	80	17

¹³⁾ Vgl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Heft 1. Otto Pratje: „Bericht über die geologischen Arbeiten“.

gehalten nach unten. Durch die Neubestimmung der Korngrößen und durch die zahlreichen exakten Echolotungen wurden bestimmte Beziehungen zwischen Korngrößenverteilung und Bodenrelief gefunden.

E. Die akustischen Lotungen.

1. Die Lotmethoden.

Über die Konstruktion und die Wirkungsweise der akustischen Tiefseelote hat der mit den Lotungen betraute Oberleutnant zur See Freiherr von Recum in dieser Zeitschrift ausführlich berichtet¹⁴⁾. Desgleichen ist in dem Expeditionsbericht in der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde¹⁵⁾ über die akustischen Lote und die vorläufigen Ergebnisse von demselben Autor berichtet worden. Es soll daher im folgenden auf die Methoden und die Ergebnisse nur kurz eingegangen werden.

Die akustischen Lotapparate ermöglichen der Expedition eine vollständige topographische Aufnahme des Atlantischen Ozeans, soweit er nach dem Reiseplan befahren wird. Das bedeutet außer der Vervollständigung unserer Kenntnis über die Morphologie der atlantischen Tiefsee eine Ergänzung und Nachprüfung der vorhandenen Küstenkarten auf Untiefen, die im Interesse der Schifffahrt liegt. Dann aber erleichtern die akustischen Lotungen, wie schon eingangs ausgeführt, wesentlich die Anlage und die Durchführung der ozeanographischen Untersuchungen und unterstützen die Kontrolle der Schiffsortbestimmung auf den Ankerstationen.

Das Schiff ist mit vier verschiedenen Typen ausgerüstet; diese sind:

1. Das Freilot der Signalgesellschaft Kiel für geringe Tiefen.
 2. Das Behm-Lot, Type II der Behm-Echolot-Gesellschaft Kiel für Tiefen bis etwa 750 m.
 3. Das Signallot der Signalgesellschaft Kiel
 4. Das Atlaslot der Atlaswerke Bremen
- } für große Tiefen.

Die drei letzten Apparate messen die Laufzeit des Schalles im Wasser und gestatten Lotungen vom fahrenden Schiff aus.

Das Freilot ist ein torpedoförmiger Körper mit einer Sprengladung, die beim Auftreffen auf dem Meeresboden detoniert und einen Schall erzeugt, der mit einem Unterwasserschallempfänger wahrgenommen wird. Die bekannte gleichförmige Sinkgeschwindigkeit des Lotkörpers gestattet die Berechnung der Wassertiefen aus der Zeit vom Eintreten des Freilots in das Wasser bis zum Eintreffen des Schalles an Bord. Die Laufzeit des Schalles vom Meeresboden zum Schiff ist neben der Sinkzeit zu vernachlässigen.

Bei den drei übrigen Lotapparaten wird die Zeit gemessen, die ein im Schiff erzeugter Schall bis zum Meeresboden und zurück zum Schiff gebraucht. Schallquelle und Zeitmessung sind bei den drei Apparaten verschieden. Behm benutzt als Schallquelle eine Patrone, die ins Wasser geschossen und unterhalb der Wasseroberfläche zur Detonation gebracht wird. Die Detonation erregt einen in der Bordwand sitzenden Schallempfänger, der einen Kurzzeitmesser anläßt. Das vom Meeresboden zurückkehrende Echo erregt einen an der entgegengesetzten Bordwand sitzenden zweiten Schallempfänger, der den Kurzzeitmesser abstoppt. Der Ausschlag des Kurzzeitmessers läßt sich unmittelbar an einer Mattscheibe mit Gradeinteilung ablesen und in Metern tiefen umrechnen.

Das Signallot und das Atlaslot benutzen als Schallquelle Membransender, die elektrisch erregt werden. Das Echo wird durch verschiedene in der Bordwand eingelassene Membranempfänger aufgenommen. Bei dem Signallot betätigt ein auf einer Skala rotierender Kontaktarm den Schallsender. Die Messung der Laufzeit des Schalles vom Aussenden bis zu seinem Eintreffen in dem Telephon des Schallempfängers erfolgt durch Vergleich mit dem vom Kontaktarm in dieser Zeit zurückgelegten Weg. Die Wirkungsweise des Atlaslotes ist ähnlich. Bis zu 185 m lassen sich jedoch bei dem Atlaslot die Tiefen ohne Benutzung eines Schall-

¹⁴⁾ Vgl. Ann. d. Hydr., Jahrgang 1926, Heft 3. Freiherr von Recum: „Die akustischen Tiefseelote auf dem Vermessungsschiff „Meteor“.“

¹⁵⁾ Vgl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Jahrgang 1926, Heft 1. Freiherr von Recum: „Bericht über die akustischen Lotungen“.

empfangertelephons unmittelbar an einer Tiefenskala ablesen, auf der das Echo eine kleine rote Lampe an der betreffenden Tiefenzahl aufleuchten läßt. Bei größeren Tiefen wird auch bei dem Atlaslot mit dem Telephon das Echo wahrgenommen und der Augenblick des Eintreffens des Echos durch die Stellung eines auf einer Tiefenskala rotierenden weißen Lichtes fixiert.

Das Freilot ist bis zu Tiefen von 200 m verwendbar, das Behmloch von einer geringsten Tiefe von etwa 14 m an bis zu 750 m Tiefe, wobei jedoch die größeren Tiefen schon starke Patronen mit unangenehmen Störungen erfordern. Dieses Lot hat bisher an Bord am wenigsten befriedigend gearbeitet. Das Signallot ergibt einwandfreie Messung erst von 50 m Tiefe ab bis zu den größten Tiefen, und zwar mit einer Genauigkeit von etwa 10 m, während das Atlaslot schon Lotungen von 10 m Tiefe ab gestattet. Die Genauigkeit des Atlaslotes ist bei der automatischen Anzeigevorrichtung (10 bis 185 m) = $\frac{1}{2}$ bis 1 m, bei dem Telephonempfang auf großen Tiefen = 10 m.

Die verschiedenen Lotapparate gestatten eine dauernde gegenseitige Kontrolle, die außerdem noch durch das Handlot und die Drahtlotmaschine gewährleistet wird. Bei den Tiefseelotungen zeigen Signal- und Atlaslot eine überraschend gute Übereinstimmung, während die Drahtlotungen im allgemeinen um 2 bis 3% von den Echolotungen abweichen. Die Echolotungen bedürfen noch einer Reduktion für die jeweilige Änderung der Schallgeschwindigkeit infolge der verschiedenen Dichte des durchlaufenen Wassers.

Um ein möglichst erschöpfendes topographisches Bild des Meeresbodens zu erhalten, werden die Lotungen so dicht wie möglich gelegt. Von drei besonders ausgebildeten Vermessungsgästen, die sich in vierstündigen Wachen ablösen, wird auf der ganzen Reise etwa alle 20 Minuten gelotet, was einem Abstand der Lotungen von 2 bis 3 Seemeilen entspricht. Bei besonders bewegtem Bodenrelief, bei Steilabhängen und dem Anloten des Küstenschelfs usw. wird öfters gelotet. Auf diese Weise entrollt sich während der ganzen Reise laufend das Bild des Bodenreliefs in allen Einzelheiten vor unsern Augen und ermöglicht uns die Anlage der ozeanographischen Beobachtungsstationen nach den im ersten Abschnitt (Ozeanographie) erwähnten Gesichtspunkten.

2. Die vorläufigen Ergebnisse.

Die seit der Ausreise der Expedition und auf den Profilen I—III erzielten etwa 18 000 Echolotungen ergeben im Vergleich zu der bisher bekannten Topographie des Südatlantischen ein erheblich verändertes und komplizierteres Bild. Verfolgen wir die bisher abgelaufenen Profile, im Norden mit Profil II auf 28° S-Br. beginnend, so ergibt sich folgendes: Der afrikanische Kontinentalsockel dehnt sich hier weiter nach Westen aus als bisher angenommen. Der Walfischrücken ist breiter und weist zwei Gipfel auf. Die mittelatlantische Schwelle steigt von Osten allmählich an und fällt flach nach Westen ab. Der Rio Grande-Rücken ist breiter und reicher gegliedert als bisher angenommen; er steigt bis zu 720 m an.

Auf Profil I in 41 $\frac{1}{2}$ ° S-Br. wurde in 14° O-Lg. ein schmaler Rücken angetroffen, der aus 5000 m Tiefe bis auf 1300 m aufragt. Auf 6° West und 16° W-Lg., östlich und westlich der Gough-Insel, steigen Höhenzüge aus 3000 m Tiefe bis zu 1100 m und 1800 m auf, die zusammen mit dem Sockel der Gough-Insel als drei wellenförmige Erhebungen der mittelatlantischen Schwelle anzusehen sind, die auf diesem Profil eine größere Breite und stärkere Gliederung, als bisher angenommen, zeigt. Die westlich von ihr liegende argentinische Mulde zeigt eine auffallend gleichmäßige Tiefe von 5000 m.

Auf Profil III auf 48,5° S-Br. wurde zunächst, im Osten eine dem afrikanischen Schelfrand vorgelagerte Erhebung von 2500 m über dem Boden gefunden, der sich dann bis auf 5000 m senkt, um nordöstlich der Bouvet-Insel in der neu gefundenen „Meteor“-Bank bis auf 600 m anzusteigen. Durch Abflauen von Zickzackkursen wurde diese Bank in ihrer Ausdehnung, die in 2000 m Tiefe etwa der Größe des Harzes entspricht, innerhalb eines Tages festgelegt. Eine zweite Erhebung, die westlich dieser Bank gefunden wurde, ist vermutlich als

eine Fortsetzung des Sockels der Bouvet-Insel nach Norden anzusehen. Die mittelatlantische Schwelle steigt auf Profil III bis zu 2300 m auf. In der argentinischen Mulde wurden Tiefen von 6000 m dicht vor dem Schelfrande gelotet.

F. Die meteorologischen Untersuchungen.

I. Aufgaben und Untersuchungsmethoden.

Die Aufgabenstellung und Planlegung der Expedition ermöglichten es, neben den meeresphysikalisch-chemischen auch meteorologische Untersuchungen vorzunehmen. Auch diese stehen im Zusammenhang mit dem ozeanischen Zirkulationsproblem, da neben den regionalen Unterschieden der physikalischen Eigenschaften des Meeresswassers es hauptsächlich die Winde sind, welche die Zirkulation des Ozeans bedingen. Dann aber besteht ein weiterer Zusammenhang dadurch, daß sich die atmosphärische Zirkulation nach denselben Gesetzen vollzieht wie die ozeanische. Die Hauptaufgabe der meteorologischen Untersuchungen ist demnach die Erfassung der Zirkulation der Atmosphäre im Südatlantischen. Die Beobachtungen erstrecken sich daher nicht nur, wie bei den bisherigen hydrographischen Expeditionen, auf die Meteorologie der Meeresoberfläche, sondern auch auf die Meteorologie der höheren Luftschichten. Hier war für die Expedition Grundlegendes zu leisten, da von der Aerologie des Südatlantischen nahezu nichts bekannt ist.

Im folgenden sollen die meteorologischen Untersuchungen an Bord kurz besprochen werden. Sie werden von den beiden Meteorologen Professor Reger vom Aeronautischen Observatorium Lindenberg und Dr. Kuhlbrodt von der Deutschen Seewarte ausgeführt, die in dem Expeditionsbericht in der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin¹⁶⁾ über ihre Arbeiten berichtet haben. Dr. Kuhlbrodt wird außerdem in dieser Zeitschrift über einzelne Teilgebiete der Beobachtungen berichten.

a. Systematische meteorologische Untersuchungen in den Bodenschichten.

1. **Terminmessungen.** Dreimal täglich, um 7^h, 14^h und 21^h Ortszeit, werden von den Meteorologen folgende Elemente gemessen: Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Temperatur der Wasseroberfläche, Bewölkung nach Form und Bedeckung, Windrichtung und -stärke, Seegang und Dünung, Sicht. Das Brückenpersonal beobachtet für die Eintragung in das Meteorologische Journal außerdem die vorerwähnten Elemente noch jede Stunde. Als Stationsbarometer dient ein besonders ausgesuchtes, im Zwischendeck in der Höhe der Wasserlinie angebrachtes Marinebarometer. Die meteorologische Hütte steht, gut ventiliert, auf dem Deck des Kartenhauses, etwa 9 m über der Wasserlinie. Temperatur und Feuchtigkeit werden außer in der Hütte auch noch auf einem freien Lotpodest an der Luvseite der Kommandobrücke mit dem Aßmannschen Psychrometer gemessen. Während der ganzen Reise werden die meteorologischen Beobachtungen täglich blind durch Funkspruch abgegeben.

2. **Registrierungen.** Der Luftdruck wird mit drei Barographen dauernd registriert. Der erste hat eine Monatsuhr, der zweite eine Wochenuhr und der dritte eine Drei-Tage-Uhr, so daß die mehrtägigen Luftdruckwellen und auch die kleineren täglichen Luftdruckänderungen anschaulich dargestellt werden.

Die Lufttemperatur wird mit einem in der meteorologischen Hütte aufgestellten gewöhnlichen Thermographen registriert und außerdem durch eine Fernthermometeranlage von Hartmann und Braun, die vier Widerstandsthermometer enthält. Das erste ist am Bug des Schiffes am Göschstock, das zweite am Heck am Flaggenstock, das dritte an der Spitze des Fockmastes in 28 m Höhe und das vierte, das zur Kontrolle dient, in der Thermometerhütte auf dem Kartenhaus angebracht. Das Schreibgerät, das infolge eines besonders

¹⁶⁾ Vgl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1926, Heft 1. J. Reger und E. Kuhlbrodt: „Bericht über die meteorologischen Arbeiten“.

großen Maßstabes alle Feinheiten der Temperaturschwankungen erkennen läßt, ist im Laboratorium aufgestellt.

Die Luftfeuchtigkeit wird durch zwei abwechselnd in der meteorologischen Hütte auf dem Kartenhaus aufgestellte Hygrographen registriert, die auf einer Zwei-Tage-Uhr die kleinsten Feuchtigkeitsschwankungen erkennen lassen.

Die Windstärke wird mit einer Fernanemometeranlage einwandfrei gemessen und aufgezeichnet. Diese besteht aus drei Anemometern, von denen eins an der Spitze des Göschstockes am Bug, das zweite am Heckflaggenstock und das dritte an der Spitze des Fockmastes in 31 m Höhe angebracht ist, so daß alle drei dem Wind völlig frei ausgesetzt sind. Das Schreibgerät, das auf einem Chronographen die drei Windstärken untereinander registriert, ist im Laboratorium aufgestellt. Die Messung ergibt die Stärke des scheinbaren Windes, der noch auf Grund der Fahrtrichtung und Geschwindigkeit des Schiffes mit Hilfe des „Winddreiecks“ verbessert werden muß.

Der Niederschlag wird in einem auf dem Achterdeck aufgestellten Hellmannschen Regenschreiber mit Windrichter registriert, dessen Angaben durch einen einfachen Regenmesser kontrolliert werden, der kardanisch an der Reeling aufgehängt ist und gleichzeitig für die Zwecke der Verdunstungsmessungen dient.

3. Strahlungsmessungen. Besonderer Wert wird auf die Messung der Sonnenstrahlung gelegt, da sie letzten Endes die Ursache aller Bewegungen in der Atmosphäre ist. Bisher fanden auf Seereisen nur sehr selten Strahlungsmessungen statt. Da diese subtilen Messungen nur bei klarem und ruhigem Wetter ausführbar sind, sind sie auf „Meteor“ bisher naturgemäß selten möglich gewesen. Für die Messungen wird das Michelson-Aktinometer und das Universal-Aktinometer von Hartmann und Braun nach Linke benutzt, wobei die Instrumente auf das kardanische Stativ eines Spiegeltheodoliten aufgesetzt werden. Zur Registrierung der Gesamtstrahlung (Himmels- und Sonnenstrahlung) dient ein auf dem Achterdeck aufgestellter, nach Angaben von Dr. Robitzsch in Lindenberg konstruierter Strahlungsschreiber. Für die Messung der nächtlichen Ausstrahlung dient der Tulipan, der auf einem Schlingertisch nach Sonnenuntergang frei gegen den Himmel exponiert und vor Sonnenaufgang abgelesen wird, so daß man die Ausstrahlung während der Nacht erhält.

b. Die Untersuchung der höheren Luftschichten.

Die meteorologischen Verhältnisse der unteren Luftschichten sind im Südatlantischen, wenigstens in klimatischer Hinsicht, durch die vielen Schiffsbeobachtungen schon einigermaßen bekannt. Anders dagegen die Verhältnisse in den höheren Luftschichten. Hier bringen die zahlreichen, systematischen, in allen geographischen Breiten und zu allen Jahreszeiten während zweier Jahre vorgenommenen Untersuchungen wertvolles Material für die Erkenntnis des Problems der atmosphärischen Zirkulation. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß auch in den Tropen eine sehr viel größere Veränderlichkeit in allen Höhenschichten vorliegt, und daß die Windverhältnisse wesentlich komplizierter sind, als bisher angenommen. Die Untersuchung der Atmosphäre geschieht durch aerologische Aufstiege, mit denen Windmessungen und meteorologische Registrierungen erzielt werden.

1. Höhenwindmessung. Pilotballonaufstiege. Im allgemeinen werden zweimal täglich große Gummiballone mit einer Steiggeschwindigkeit von 250 bis 400 m in der Minute hochgelassen, deren Wasserstofffüllung an Bord in Stahlflaschen mitgenommen und aus der Heimat ergäzt wird. Die Messung des Höhenwinkels des Ballons über der Kimm und seines Azimuts zur Längsschiffsrichtung geschieht mit dem von Wegener und Kuhlbrodt konstruierten Spiegeltheodoliten¹⁷⁾, einer Kombination eines Spiegelinstruments, wie es in der

¹⁷⁾ Vgl. A. Wegener und E. Kuhlbrodt: „Der Spiegeltheodolit für Pilot- und freie Registrierballonaufstiege auf See“, Ann. d. Hydr., 50, 1922, Seite 241—244. Ferner „Pilotballonaufstiege auf einer Fahrt nach Mexiko, März bis Juni 1922“, Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte, 40, 1922, Nr. 4, S. 13—19: „Anweisung für Pilotballonaufstiege auf See“.

Nautik benutzt wird, und eines kardanisch aufgestellten Theodoliten. Das wahre Azimut des Ballons wird durch gleichzeitiges Ablesen des Kompaßkurses gefunden. Da die Steiggeschwindigkeit des Ballons nicht genau bekannt ist, wird seine Entfernung mit einem in der Marine gebräuchlichen Entfernungsmesser, dem Basisgerät, durch besonders ausgebildete B. G.-Messer gemessen. Aus Höhe und Azimut des Ballons läßt sich sein Weg und damit Richtung und Geschwindigkeit der Höhenwinde berechnen. Die Dauer und Höhe der Ballonaufstiege, die bis jetzt im Maximum 20 000 m betrug, wird meistens begrenzt durch das Verschwinden des Ballons in den Wolken, wodurch sehr häufig eine Feststellung der Wolkenhöhen möglich ist.

„Windschießen“. Bei rasch wechselnder Bewölkung oder bei nur teilweise freiem Himmel wurde mit Erfolg die „Windschießmethode“ angewandt. Mit einem Windschießgerät wurden bei größter Erhöhung besonders präparierte, kompakte Sprengwolken in 7000 m Höhe gegen den blauen Himmel gesetzt, die sich längere Zeit wie Ballone mit Spiegeltheodolit und Basisgerät messen lassen und eine einwandfreie Höhenwindmessung ermöglichen.

Wolkenzugbeobachtungen, besonders der hohen Zirruswolken, werden systematisch ausgeführt. Durch Messen von besonders scharf umrissenen Wolken mit Spiegeltheodolit und Basisgerät läßt sich Zugrichtung und -geschwindigkeit feststellen.

2. Registrieraufstiege. Zur Erforschung der Temperatur-, Feuchtigkeits- und Schichtungsverhältnisse in dem unteren Teil der freien Atmosphäre dienen Drachenaufstiege. In besonders stabilen, sogenannten Schirmdrachen, die zerlegbar sind und wenig Platz einnehmen, wird ein Meteorograph befestigt, der auf einer berußten Trommel während des Auf- und Abstieges Temperatur, Feuchtigkeit, Luftdruck und Windgeschwindigkeit registriert. Die mit 10 km Klaviersaitendraht bespannte Drachenwinde von Eulitz, Berlin, wird mit einem Bergmannschen Elektromotor betrieben. Beim Hochlassen und Landen der Drachen wird der Drachendraht mit einer durch einen Block fahrenden Rolle zur Nock der Gaffel des Besans hochgezogen, wodurch allein Start und Landung der Drachen auf dem beengten Achterdeck möglich ist. Fahrt und Kurs des Schiffes werden, wenn erforderlich, zur Unterstützung des Aufstieges geändert. Etwa alle 1000 m wird zum Aufbojen des ausgelassenen Drahtgewichtes ein Hilfsdrachen mit besonderer Klemme an den Draht gekoppelt.

Zur aerologischen Erforschung und Registrierung der meteorologischen Elemente in den höheren Luftschichten, besonders im Gebiete der Tropen und der Subtropen, dienen Registrierballonaufstiege nach der von Professor Hergesell zuerst angewandten Methode. Hierbei wird ein Gespann von zwei Ballonen hochgelassen, von denen der eine, prall gefüllt, den Meteorographen in große Höhen trägt, wo er platzt. Der zweite, weniger prall gefüllte Ballon dient als Fallschirm und bringt das Registrierinstrument herab. Nach dem Erreichen der Wasseroberfläche treibt dann das Instrument in seinem Korkkasten, von dem zweiten Ballon über Wasser gehalten. Aus der Verfolgung und Messung des Ballongespannes während des Aufstieges läßt sich die voraussichtliche Abstiegskurve und somit der Kurs, den das Schiff zum Landungspunkt des Ballons einzuschlagen hat, berechnen.

II. Die bisherigen Beobachtungen.

Die täglichen Terminmessungen und Registrierungen der meteorologischen Elemente an der Wasseroberfläche ergeben ein umfangreiches Material, das noch der endgültigen Auswertung harret. Die Strahlungsmessungen ließen sich nur auf den Reisedrecken mit günstigem Wetter ausführen. So wurden auf der Ausreise nach Südamerika zwei Reihen an zwei Tagen, auf Profil III vier Reihen an einem Tage und auf Profil II zwanzig Reihen an elf Tagen mit den beiden Aktinometern gemessen. Desgleichen hat der Strahlungsschreiber in den Tropen und den Subtropen mehrere brauchbare Reihen geliefert.

An Pilotballonaufstiegen wurde folgende Anzahl erzielt:

Strecke	Zahl der Aufstiege	Mittl. Höhe	Zahl der Aufstiege		Max.-Höhe
			> 5000 m	> 10000 m	
			m		
Probefahrt . . .	13	5220	4	3	14700
Kanal-La Plata	50	5020	19	11	16800
Profil I	58	1500	4	—	8320
Profil II	69	4160	20	9	16200
Profil III	42	3400	11	4	12800
Profil IV	46	4000	14	4	14400

Folgende Registrieraufstiege wurden bisher ausgeführt:

Strecke	a) Drahtenaufstiege		b) Registrierballonaufstiege	
	Anzahl	Max.-Höhe	Anzahl	Max.-Höhe
	m		m	
Probefahrt	1	2000	1	14800
Reise Kanal-Buenos Aires	9	3500	1	5000
Profil I	9	2900	—	—
Profil II	7	4080	—	—
Profil III	9	2890	—	—
Profil IV	10	3300	—	—

Auf den südlichen Profilen, wo Wind und Wolken ein Verfolgen der Ballone mit dem Schiff und ein Wiederauffinden der mitgegebenen Instrumente nicht gestatten, konnten Registrierballonaufstiege nicht gemacht werden; die Methode wird besonders in den Subtropen und Tropen zur Anwendung kommen.

II. Die akustischen Tiefseelote.

Von Oberleutnant zur See Freiherr von Recum.

Als die Hinaussendung des Vermessungsschiffes „Meteor“ der Reichsmarine zu einer großangelegten zweijährigen ozeanischen Forschungsreise spruchreif wurde, war man sich darüber klar, daß dem Schiffe auch die neuesten Mittel für die Tiefseelotung mitgegeben werden mußten; hatten doch bereits die Amerikaner mit einem akustischen Lotapparat auf einer Fahrt über den Nordatlantischen Ozean die Eignung für den praktischen Gebrauch erprobt und ein gelungenes Querprofil des Meeresbodens erhalten.

Die erste praktische Ausführung der schon älteren Erkenntnis, durch das Echo vom Meeresboden die Tiefe zu messen, hatte der Physiker A. Behm nach langen Vorversuchen durch die Konstruktion des Behm-Lots zu einem vorläufigen Abschluß gebracht¹⁾. Jedoch die ungünstige wirtschaftliche Lage, in der sich Deutschland nach dem Kriege befand, und die Unmöglichkeit, in kurzer Zeit von einem deutschen Hafen auf Orte großer Meerestiefe zu gelangen, hatten es verhindert, das Behm-Lot in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit als ausgesprochenes Tiefseelot so durchzukonstruieren, daß es für die Ausrüstung des „Meteor“ noch in Frage kam²⁾. Es lag ja in erster Linie das Bestreben vor, für die praktische Schifffahrt ein brauchbares akustisches Lotmittel zu erhalten, das die geringen Tiefen bis etwa 200 m zuverlässig anzeigt.

Deutschland konnte jedoch, wenn es nicht als rückständig gelten sollte, keine ozeanische Expedition lediglich mit dem Drahtlot hinaussenden, und so mußten Mittel und Wege geschaffen werden, auch die Deutsche Atlantische Expedition mit einem akustischen Tiefseelot auszurüsten. Auf Anregung der Marineleitung im Anfang des Jahres 1924 erklärte sich die Signalgesellschaft in Kiel bereit, ein Echolot zu konstruieren und lieferte dieses noch vor der beabsichtigten Probefahrt des „Meteor“ im Januar 1925 an Bord. In Anbetracht der kurzen für die Entwicklung und Erprobung des „Signallots“ zur Verfügung

¹⁾ Vgl. B. Schulz, Geschichte und Stand der Entwicklung des Behm-Lots. Ann. d. Hydr. 1924, Heft XI und XII; 1925 Heft IX.

²⁾ An Bord „Meteor“ befindet sich ein „Behm-Lot“, Type II, für Tiefen bis 750 m.

stehenden Zeit stellt es eine hervorragende Leistung des Konstrukteurs, des Ingenieurs B. Settegast, dar.

Ferner konnten die Atlaswerke in Bremen im Verein mit der Submarine Signal Corporation in Boston ein weiteres Echolot liefern, das bei Erprobungen gute Erfolge erzielt hatte. Um auch das „Atlaslot“, in Amerika „Fathometer“ genannt, unserer wissenschaftlichen Forschung nutzbar zu machen, wurde es in Auftrag gegeben und im März 1925 auf „Meteor“ eingebaut.

Grundgedanke der Echolote. Die beiden Lotapparate, das „Signallot“ wie auch das „Atlaslot“, arbeiten beide nach demselben einfachen Prinzip, nämlich der Messung der Zeit, die der Schall zur Zurücklegung des Weges vom Schiff bis zum Meeresboden und zurück braucht. In bestimmten Abständen werden mit einem elektrischen Sender Schallwellen im Wasser erzeugt, die sich nach allen Richtungen mit einer bekannten Geschwindigkeit von etwa 1490 m/sec. fortpflanzen. Ein Teil der Schallwellen erreicht den Meeresboden, wird dort reflektiert und geht als Echo an die Meeresoberfläche zurück, wo dies mit einer elektrischen Empfangseinrichtung wahrgenommen werden kann. Die Meerestiefe (h) errechnet sich, da die Schallgeschwindigkeit (v) im Wasser bekannt ist, aus der Zeit (t), die zwischen der Aussendung des Schalles und der Rückkehr des Echos liegt. Es ist also: $h = \frac{t \cdot v}{2}$, d. h. die Meerestiefe ist gleich dem Produkt der Schalllaufzeit mit der Schallgeschwindigkeit dividiert durch 2, da der Schall den Weg vom Schiff zum Grund zweimal zurücklegt. Hierbei wird bei der Skala der Apparate für die Schallgeschwindigkeit ein mittlerer Wert angenommen (Signallot $v = 1470$ m/sec., Atlaslot $v = 1490$ m/sec.). Für die einzelnen Meeresgebiete muß man, um exakte Messungen zu erhalten, eine kleine Verbesserung anbringen, da die Schallgeschwindigkeit sich mit der Temperatur, dem Salzgehalt und dem Wasserdruck ändert³⁾.

Auch infolge der Bodenneigung kann das Echolot etwas zu kleine Tiefen angeben, ein Fall, der jedoch nur bei starken Böschungswinkeln eintreten und für die Praxis nur selten in Frage kommen wird⁴⁾.

Über die ausgesandten Schallwellen ist noch allgemein zu bemerken, daß sie einmal sehr stark sein müssen, damit aus großen Tiefen ein gut hörbares Echo gewonnen werden kann. Zweitens muß der ausgesandte Ton möglichst kurz sein, damit nicht bei geringen Tiefen der ausgehende Schall das schon zurückkommende Echo im Empfangsmikrophon übertönt. Schließlich muß der Ton eine besondere Kennung haben, damit man ihn bzw. sein Echo aus den übrigen Schiffsgeräuschen, die durch das Schiff selbst oder durch den Seegang entstehen, gut heraushören kann. Als Schallgeber für die Erzeugung des Echos werden beim Signal- und Atlaslot Elektromagnetsender verwandt, bei denen die Schallwellen durch Schwingungen einer Schallplatte, der Membran, erzeugt werden. Der nach außen vollkommen abgeschlossene Sender enthält in seinem Innern ein mit Wechselstrom gespeistes elektromagnetisches System, das die Membran durch Anziehen und Abstoßen eines Ankers in Schwingungen versetzt. Die Schwingungszahl ist abhängig von dem Magnetisierungswechsel. Man unterscheidet sogenannte polarisierte Sender, das sind Sender mit Gleichstromerregung, und unpolarisierte Sender, solche ohne Gleichstromerregung. Bei den letzteren ist die Schwingungszahl des Ankers doppelt so groß wie die Periodenzahl des Wechselstroms, während bei den ersteren die Perioden von Wechselstrom und Schwingungszahl des Ankers gleich sind. Die Eigenschwingungszahl der Membran im Wasser wählt man zu 1050 Schwingungen in der Sekunde. Diese Tonhöhe unterscheidet sich gut von den durch die See und das Schiff erzeugten Nebengeräuschen im Wasser. Um bei beiden Senderarten gleiche Schwingungszahlen zu erzielen, muß die Frequenz des Umformers beim polarisierten Sender doppelt so hoch sein. Zur Erzeugung des Wechselstroms benötigt man deshalb beim unpolarisierten Sender einen Umformer mit etwa 500 Perioden und beim polarisierten Sender einen mit 1050 Perioden.

³⁾ Vgl. A. Schumacher, Hydrographische Bemerkungen und Hilfsmittel zur akustischen Tiefenmessung. Ann. d. Hydr. 1924, S. 67 ff.

⁴⁾ Vgl. H. Maurer, Über Echolotungen der Nordamerikanischen Marine. Ann. d. Hydr. 1924, S. 84.

Als Schallempfänger dient eine in die Bordwand eingelassene abgestimmte Membran, die mit der Schiffshaut glatt abschließen muß, damit das Wasser möglichst ohne jede Turbulenz vorbeifließen kann. Die Membran ist mit einem Kohlemikrophon verbunden. Kommen die Schallwellen vom Meeresboden zurück, so treffen sie auf die Membran, die dann in Schwingungen gerät und diese auf das Mikrophon überträgt. Dessen Kohlekörnchen werden durch die Schwingungen erschüttert und der durchfließende elektrische Strom unterliegt denselben Schwankungen, so daß hierdurch die Schallwellen in einem Telephon oder elektrischen Relais kenntlich gemacht werden können.

Beide Echolotsysteme bestehen aus der Senderanlage, der Empfangsanlage und dem Anzeigeapparat.

Die Signallotanlage. Das Signallot benutzt einen unpolarisierten Signal-Magnetsender von 700 Watt Leistung, der im vorderen Drittel des Schiffes im Schiffsboden so eingebaut ist, daß die Membran mit der Außenhaut abschneidet. Ein Umformer, der in einem besonderen Raum unter Deck untergebracht ist und von der Schalttafel im Echolotraum, der sich auf „Meteor“ als Versuchsanlage unter der Brücke befindet, angelassen wird, erzeugt den für den Sender benötigten Wechselstrom.

Die Empfangsanlage besteht aus mehreren Gruppen von je einem Flanschempfänger für jede Seite, die möglichst tief unter der Wasserlinie im Vorschiff mit der Membran in die Bordwand eingelassen sind. Durch einen Flansch ist die Membran an der Außenhaut befestigt. Die Empfänger sind so eingerichtet, daß die Mikrophone bei Verbrauch ausgewechselt werden können, ohne daß ein Docken notwendig wird. Von den Empfängern führen die Kabelleitungen über einen Gruppenwahlschalter zum Anzeigeapparat im Echolotraum.

Im Anzeigeapparat des Signallots befindet sich ein kleiner Motor, der mit regulierbarer Geschwindigkeit einen Kontaktarm in Umdrehung versetzt. Dieser betätigt den Sender bei jeder Umdrehung beim Durchlaufen des Nullpunkts der Skala für einen kurzen Impuls. Die Messung des Zeitintervalls von der Aussendung des Schalls bis zu seiner Rückkehr vom Meeresboden erfolgt nun durch Vergleich mit der Zeit, den der Kontaktarm zur Zurücklegung des Weges bis zu der Stellung benötigt, wo das Echo eintrifft. Um die jeweilige Stellung des Kontaktarmes beim Eintreffen des Echos und damit die Messung der Laufzeit festlegen zu können, ist das Empfangstelephon so mit dem rotierenden Kontaktarm geschaltet, daß dieser jedesmal beim Vorbeilauf einen durch einen Drehknopf auf einer Skala verstellbaren Schalter betätigt, der das Empfangstelephon, das für gewöhnlich kurzgeschlossen ist, einen Augenblick öffnet. Trifft in diesem Moment der Schall des zurückkehrenden Echos das Mikrophon, so kann man im Telephon das Echo hören und die Tiefe auf der von 0 bis 1000 m geteilten Skala an der Stellung des Drehknopfes ablesen.

Da das Telephon bei jeder Umdrehung nur auf einen schmalen Bereich von etwa 10 Skalenteilen, d. i. 10 m Wassertiefe, eingeschaltet wird, liegt die Meßgenauigkeit bei jeder Tiefe in dieser Grenze. Doch sei hier gleich bemerkt, daß man mit dem Signallot Tiefen unter 50 m nicht messen kann, da die Echolaufzeit dann unter 0.068 sec. beträgt und die Empfänger bei der Rückkehr des Echos in dieser kurzen Zeit von der Erregung durch den Sendeton noch nicht abgeklingen sind, so daß man mit dem Ohr den Sendeton nicht vom Echo auseinanderhalten kann.

Die Aussendung des Sendetons erfolgt in regelmäßigen Zeitabständen, die einer Wassertiefe von 1000 m bei $v = 1470$ m/sec. entsprechen. Für größere Tiefen wird ein sogenannter Tiefenschalter betätigt, der nur bei jeder neunten Umdrehung des Kontaktarmes, was einer Gesamtwassertiefe von 9000 m, dem größten Meßbereich des Apparates, entspricht, einen Schall aussendet. Durch den Tiefenschalter wird ein zweiter Kurzschlußkontakt des Telephons blockiert; der Kurzschluß wird dann je nach Stellung des Kontaktarmes für ein bestimmtes Tausend Wassermeter aufgehoben.

Um jedoch bei größeren Tiefen ein längeres Absuchen mit dem Tiefenschalter zu vermeiden, ist im Sendestromkreis eine Morsetaste und im Telephonstromkreis

ein Öffnungsschalter angebracht; durch Betätigung des Senders und Öffnen des Telephons kann dann in Verbindung mit einer Stoppuhr die Tiefe zunächst roh bestimmt werden.

Fig. 1. Signallot-Apparat.

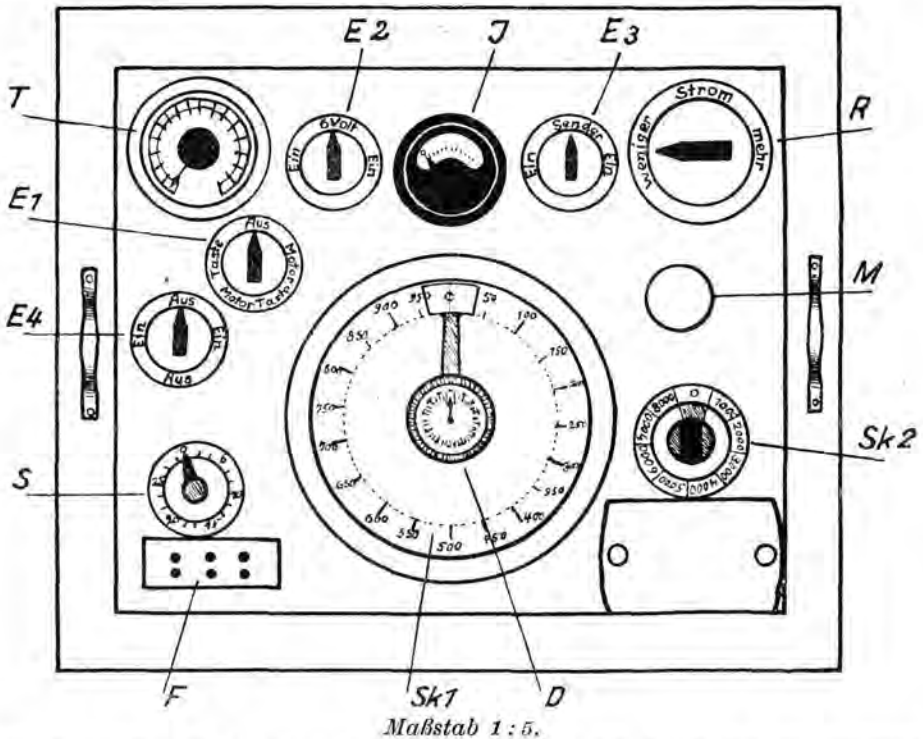


Fig. 1 stellt das Signallot in Aufsicht dar. Sk. 1 ist die Hauptskala von 0 bis 1000 m mit dem Drehknopf D, Sk. 2 die Nebenskala für je 1000 m, F sind die Steckerbuchsen für das Telephon und einen Parallelwiderstand für den Echostromkreis, E 1 der Schalter für den Elektromotor, E 2 der Schalter für den Batteriestromkreis des Mikrophons, J das Meßinstrument zur Messung des Mikrophonstromes, R ein Regulierwiderstand für die Stromstärke des Mikrophonstromkreises auf 0.050 Amp., E 3 der Schalter für den Sendestrom, E 4 der Schalter zum Öffnen des Telephons, M die Morsetaste, T ein Umdrehungsanzeiger für den Motor, S eine Regulierungsschraube für den Lauf des Motors durch Betätigung einer Zentrifugalbremse.

Die Atlaslotanlage. Als Kraftquelle für die Aussendung des Schalls wird beim Atlaslot für kleine Tiefen ein im Schlingerkiel eingebauter polarisierter Magnetsender benutzt. Er besteht aus zwei rechteckigen, streifenförmigen Platten, die an ihren Rändern befestigt sind und mit ihrer Oberfläche frei schwingen können. Zwischen den Platten befindet sich je eine Spule für den Gleichstrom und den Wechselstrom. Es ist je ein solcher Sender im Steuerbord- und im Backbord-Schlingerkiel eingebaut, die wahlweise eingeschaltet werden können.

Zur Erzeugung des für den Plattensender benötigten Wechselstroms dient ein besonderer Umformer.

Da bei großen Tiefen die Plattensender nicht ausreichen, um ein hörbares Echo zu erzielen, kann der Unterwasserschallsender der Signal-Lotanlage auch für Lotungen mit dem Atlaslot geschaltet werden.

Zwei Empfänger, je einer an Steuerbord und einer an Backbord, die wahlweise geschaltet werden können, sind im Gegensatz zu den Empfängern der Signal-Lotanlage in einer Schleusenöffnung im Schiffsboden eingebaut und schneiden mit der Membran, die aus einer Gummiplatte besteht, mit ihm ab. Da bei horizontaler Lage der Mikrophone ein Stromdurchgang nicht möglich ist, sind diese durch eine besondere Vorrichtung in vertikaler Lage mit der Membran

verbunden. Ohne Docken des Schiffes ist es möglich, die Empfänger mit der Gummimembran von innen auszuwechseln.

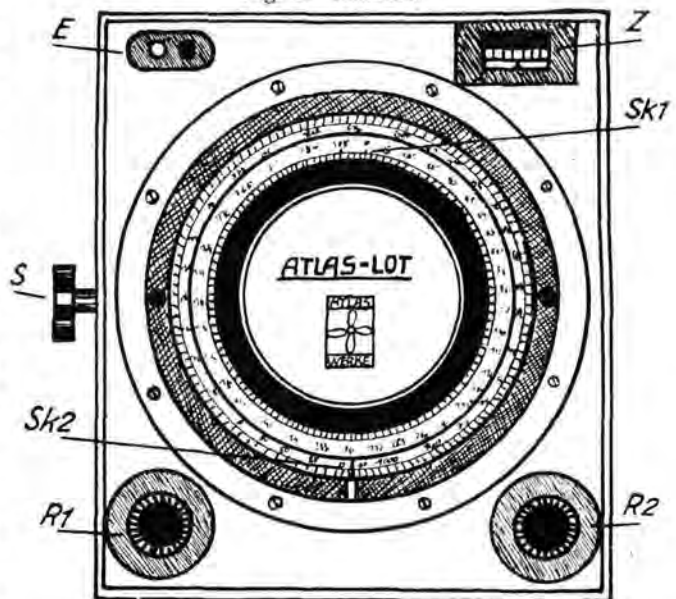
Der Empfängerstrom geht, bevor er an den Anzeigeapparat kommt, durch einen Verstärker.

Im Anzeigeapparat ist ein Motor eingebaut, der auf zwei Umdrehungsgeschwindigkeiten der Tiefe entsprechend geschaltet werden kann. Er versetzt eine hinter einer kreisförmigen Tiefenskala befindliche Scheibe in Rotation. Diese Scheibe trägt eine Glimmlichtlampe und betätigt beim Durchlaufen der Lampe durch die Nullstellung der Skala den Sender für einen kurzen Impuls.

Die Kenntlichmachung der Lotungen erfolgt bei Tiefen von 10 bis 185 m durch unmittelbare Anzeige dadurch, daß auf der Tiefenskala an der betreffenden Tiefe die Glimmlichtlampe als rotes Licht aufleuchtet. Jedesmal nämlich, wenn ein Echoimpuls vom Empfangsmikrophon durch den Verstärker in ein feines, kardanisch aufgehängtes Relais fließt, wird ein Strom durch den Induktor einer Neon-Lampe gesandt, die so blitzartig zur Aufleuchtung gebracht wird. Da bei schnellaufendem Motor der Sender viermal in der Sekunde betätigt wird, erhält man ein laufendes Aufleuchten des roten Lichtes an der betreffenden Tiefe und kann die Tiefe bequem ablesen. Bei der von Meter zu Meter geteilten Skala ist die Genauigkeit der Ablesung 0.5 m.

Bei Tiefen von 185 m an wird durch den Motor ein weißes Dauerlicht in Rotation versetzt, das beim Durchgang durch den Nullpunkt einer zweiten, mit der ersten konzentrischen Skala den Sender alle 1.5 sec. betätigt. Die Ablesung der Tiefe erfolgt unter Benutzung eines an den Empfänger angeschlossenen Kopftelephons, indem der Beobachter die Stellung des weißen Lichtes auf der

Fig. 2. Atlaslot.



Maßstab 1:5.

Zur Regulierung der Umdrehungszahlen des Motors, die nach der Skalenteilung der Schallgeschwindigkeit $v = 1490$ m/sec. entsprechen, dient ein kleiner Widerstand und zur Kontrolle der Geschwindigkeit ein Zungenfrequenzmesser. Bei anderer Schallgeschwindigkeit kann die abgelesene Tiefe leicht verbessert werden.

Fig. 2 zeigt das Atlaslot in der Aufsicht. Sk. 1 ist die Skala für kleine Tiefen bis 185 m, Sk. 2 die für große Tiefen, Z ist der Zungenfrequenzmesser, R 1 der Regulierwiderstand für den Motor, R 2 ein Regulierwiderstand für den Empfängerstromkreis, E ein Knopfschalter zur Inbetriebsetzung der ganzen Anlage und S ein Umschalter für Lotungen von kleineren oder größeren Tiefen als 185 m.

Die Lotungen. Zur Erzielung eines möglichst genauen Bodenprofils wird während der Fahrt Tag und Nacht alle 20 Minuten mit beiden Echoloten gelotet,

d. h. es fällt etwa auf je 3 Seemeilen eine Lotung. Bei Annäherung an die Küste oder besonderen Steilanstiegen werden die Lotungen vermehrt. Um der dauernden Beanspruchung gewachsen zu sein, ist für die Lotanlage noch ein Reserveumformer eingebaut, so daß die Umformer abwechselnd in Gebrauch genommen werden können.

Das Echolot hat sich auch als wertvolles Hilfsmittel für die ozeanographischen und geologischen Arbeiten der Expedition erwiesen. Bedeuten die Lotungen doch eine große Zeitersparnis, indem sie die Möglichkeit geben, die Arbeiten gleich entsprechend den laufend geloteten Tiefen vorzubereiten, während man früher erst die Drahtlotung auf jeder Station abwarten mußte.

Die mit den Tiefseeloten erzielten Ergebnisse kann man nur als voll befriedigend ansehen. Das Vermessungsschiff „Meteor“ hat bei seiner bisherigen dreimaligen Überquerung des Südatlantischen Ozeans ein genaues Bodenprofil erhalten, das teilweise gegenüber der früheren Isobathenführung ein vollkommen neues Bild zeigt. Ohne Fahrtverlust reiht sich Lotung an Lotung mit einer Zuverlässigkeit und Genauigkeit, wie sie bisher mit dem Drahtlot nicht erzielt werden konnte. Im Laufe der zweijährigen Expedition wird der Südatlantische Ozean noch elfmal durchquert werden, so daß zu erhoffen steht, daß durch die Echolotungen viele neue Ergebnisse über die Gestaltung des Meeresbodens gezeitigt werden.



DIE DEUTSCHE ATLANTISCHE EXPEDITION

AUF DEM FORSCHUNGS- UND VERMESSUNGSSCHIFF

„METEOR“

- F. SPIESS: Bericht des Expeditionsleiters
G. WÜST: Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen
A. SCHUMACHER: Ozeanographische Sonderuntersuchungen
E. HENTSCHEL: Bericht über die biologischen Arbeiten
O. PRATJE: Bericht über die geologischen Arbeiten
FREIHERR VON RECUM: Bericht über die akustischen Lotungen
H. WATTENBERG: Bericht über die chemischen Arbeiten
J. REGER und E. KUHLBRODT: Bericht über die meteorologischen Arbeiten

Die Berichte schließen mit Profil III in Kapstadt
Anfang November 1925 ab

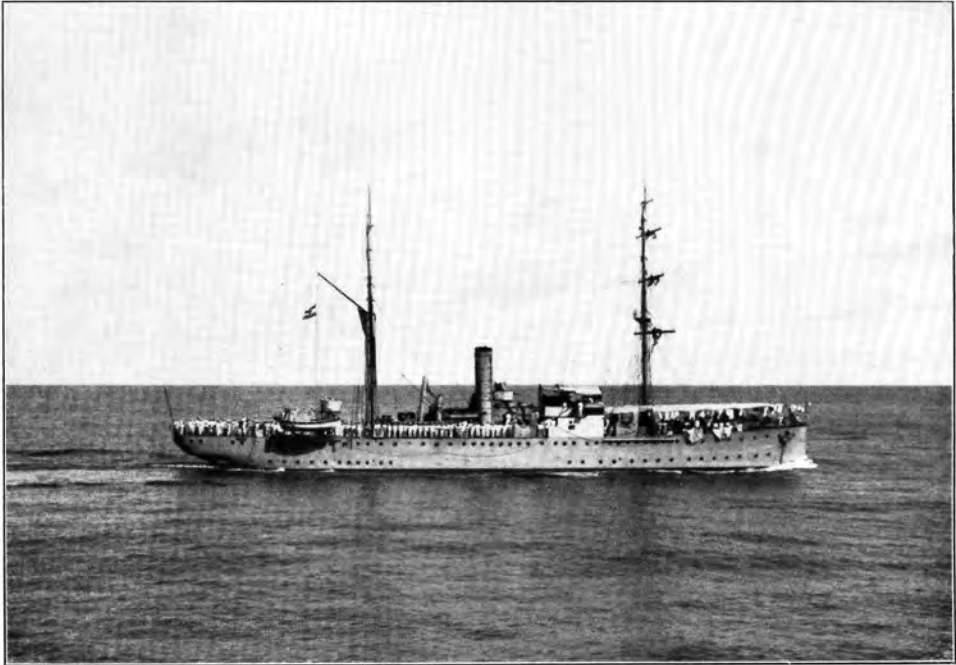


Fig. 1. Der „Meteor“ in Nähe der St.-Pauls-Klippen.



Fig. 2. Aufstieg zum Pik von Teneriffa.



Fig. 3. Tafelberg (von der Robbeninsel aus).

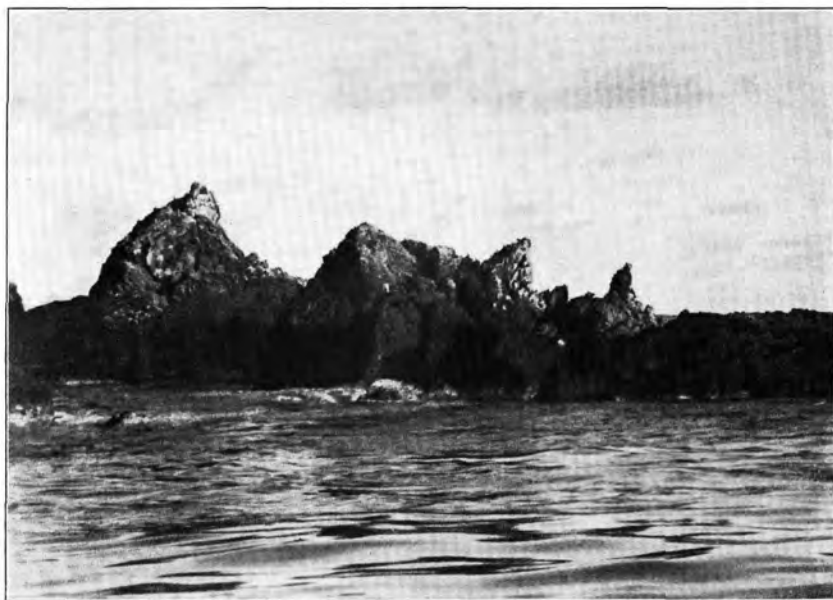


Fig. 4. Die St.-Pauls-Klippen.



Fig. 5. Falklands-Inseln (bei Port Stanley).

Bericht des Expeditionsleiters.

Von F. Spieß, Fregattenkapitän und Kommandant.

Die Deutsche Atlantische Expedition verdankt ihre Entstehung und Organisation unserem in der Blüte seiner Jahre und im Zenith seines Schaffens uns durch ein tragisches Geschick zu Beginn der Reise entrissenen, bisherigen Expeditionsleiter Professor Dr. Alfred Merz. In langjähriger gründlicher Vertiefung in das über den Atlantischen Ozean bisher vorliegende Beobachtungsmaterial hat dieser auf dem Gebiet der Meereskunde führende deutsche Forscher neue, den bisherigen Anschauungen zum Teil scharf widersprechende Auffassungen von der großen ozeanischen Zirkulation im Atlantischen gewonnen. Sie durch eigene Beobachtung auf einer großen meereskundlichen Forschungsfahrt zu prüfen, war ihm das Ziel seiner höchsten Wünsche. Jetzt war dieses Ziel erreicht; durch die Expedition des „Meteor“ konnte seine wissenschaftliche Lebensarbeit ihre Krönung und Bestätigung finden. Und nun hat auch ihm ein unerforschliches Geschick verweigert, die reifen Früchte seines Schaffens selbst zu ernten. Denn wir dürfen schon nach unseren bisher vorliegenden wissenschaftlichen Ergebnissen sagen, daß Merz mit seinen Anschauungen auf dem richtigen Wege war und daß die praktischen Beobachtungen seine Theorien durchaus bestätigen.

Es entspricht einem Wunsche des Verstorbenen, daß, wie über die meisten großen ozeanographischen Expeditionen, auch über die Deutsche Atlantische Expedition in der Zeitschrift der Berliner Gesellschaft für Erdkunde berichtet werden sollte, mit welcher ihn viele Bande lange Jahre hindurch verknüpften; so werden denn in gewissen Zeiträumen durch den Expeditionsleiter und die einzelnen Teilnehmer in dieser Zeitschrift Reise- und wissenschaftliche Tätigkeitsberichte erscheinen.

Die Vorgeschichte der Expedition.

Als im Jahre 1919 die Verschrottung des nicht im Versailler Diktat zugebilligten deutschen Kriegsschiffsmaterials bevorstand, wurde auf Anregung des damaligen hydrographischen Sektionschefs in der nautischen Abteilung der Admiralität, Kapitän zur See Nippe, die Freigabe des Kanonenbootsneubaus „C“ zwecks Verwendung als Vermessungs- und Forschungsschiff von der Marinekontrollkommission erwirkt. Der Vorschlag, das Schiff auf eine große überseeische Expedition hinauszuschicken, fand in dem damaligen Chef der Admiralität, Admiral v. Trotha, einen begeisterten Förderer; bot sich ihm doch so die ersehnte Gelegenheit, die Flagge der jungen Reichsmarine auf fernen Meeren zu zeigen. Unter dem Namen „Meteor“, der an alte stolze Marinetradition anknüpft, wurde der nur bis zum leeren Schiffskörper gediehene Neubau auf der Marinewerft Wilhelmshaven weitergebaut. Die Marineleitung forderte dann im Jahre 1920 von der Deut-

schen Seewarte in Hamburg und dem Berliner Institut für Meereskunde Vorschläge und Pläne für eine größere ozeanische Expedition ein. Professor M e r z brachte eine eingehende dreijährige Untersuchung des Pazifischen Ozeans zur Erforschung des Problems der ozeanischen Zirkulation in Vorschlag. Obwohl die Marineleitung sich für diesen seinen Plan, der auch die Zustimmung führender wissenschaftlicher Kreise fand, entschieden hatte, scheiterte die Durchführung an der unglücklichen Finanzlage des Reiches, die es nicht zuließ, durch Einrichtung des „Meteor“ als Dieselmotorschiff dem Schiff den für die Durchführung des Expeditionsplanes erforderlichen großen Fahrbereich von 12 000 Seemeilen zu geben und die hohen Kosten für eine so große Reise bereitzustellen. Der Chef der Marineleitung, Admiral B e h n c k e, entschied sich daher im Jahre 1921 dafür, „Meteor“ im Rahmen der geringen verfügbaren Etatsmittel als Vermessungsschiff für den Dienst in den heimischen Gewässern durch die schweren Nachkriegsjahre hindurch fertigzustellen und gleichzeitig die Einrichtungen für seine Verwendung als Forschungsschiff einzubauen, was sich infolge der Geldnot bis Ende 1924 hinauszog. „Meteor“ erhielt eine Dampfmaschinenanlage, die ihm bei 9 Seemeilen Geschwindigkeit in der Stunde einen Fahrbereich von 6000 Seemeilen verleihen sollte.

Auf Anregung des Präsidenten der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, Exzellenz Dr. S c h m i d t - O t t, trat dann Professor M e r z im Januar 1924 an die Marineleitung heran mit einem Plan für eine zweijährige atlantische Expedition, deren Durchführung innerhalb der Grenzen der Leistungsfähigkeit des Vermessungsschiffes „Meteor“ lag, und deren wissenschaftliche Ausrüstung zu finanzieren der Präsident der Notgemeinschaft übernommen hatte, ebenso wie die Mehrkosten, die der Marineleitung durch die lange Forschungsreise entstehen würden. Die Marineleitung, die inzwischen einen Stab von im hydrographischen, meteorologischen und biologischen Dienst ausgebildeten Offizieren sowie eine aus Vermessungspersonal bestehende Besatzung bereitgestellt hatte, stimmte dem Vorschlag freudig zu.

Der Expeditionsplan.

Die Idee, die M e r z seinem Expeditionsplan zugrunde legte, stellt das fundamentale Problem der ozeanischen Zirkulation im Atlantischen in den Mittelpunkt aller Untersuchungen. Während für die anderen Ozeane, den Pazifischen und den Indischen, bisher so wenig hydrographisches Beobachtungsmaterial vorliegt, daß hier erst in großen Zügen die hydrographischen Verhältnisse aufgeklärt werden müßten, sind im Atlantischen die Grundzüge der Hydrographie durch die extensive Arbeit zahlreicher Expeditionen (von den neun großen ozeanographischen Expeditionen sind allein sieben deutsche) bekannt. Hier mußte also intensive, systematische Forschung einsetzen, um das Zirkulationsproblem exakt zu erfassen. Bei den früheren Expeditionen konnte dieses Problem noch nicht genügend gefördert werden, weil die Beobachtungsmethoden nicht ausreichten, um die feinsten Unterschiede von Temperatur, Salzgehalt usw. mit der Genauigkeit zu ermitteln, die erforderlich ist, um daraus die Wasserbewegung einwandfrei zu erkennen. Auch war die Theorie der Berechnung der Wasserbewegung

aus Dichte und Druck damals noch nicht entwickelt. Die neuzeitlichen Instrumente und die Beobachtungsgenauigkeit, anderseits eine weitentwickelte Theorie gestatten heute eine genaue Messung der erwähnten Elemente und ermöglichen auch auf rechnerischem Wege die Erkenntnis der Zirkulation in allen Einzelheiten, wenn nur genügend exaktes Beobachtungsmaterial vorliegt. Schließlich hatten die früheren Expeditionen, welche in der Regel den Atlantischen in Nord-Süd-schnitten durchfuhren, im wesentlichen nur Material zur Erfassung der meridionalen Komponenten der Zirkulation beigebracht. Die räumliche Erfassung dieser Probleme erforderte nunmehr engabständige Querprofile in West-Ostrichtung.

Der Plan sieht daher die systematische Bearbeitung des Atlantischen Ozeans von 20 Grad nördlicher Breite bis zur antarktischen Eisgrenze vor, während er den bereits gut erforschten nördlichen Atlantischen freiläßt. Bei einem Reisewege von 64 000 Seemeilen sind auf 14 in engen Abständen quer über den Atlantischen gelegten Profilen in enger Folge im ganzen etwa 360 Beobachtungsstationen vorgesehen, auf denen in allen Schichten von der Oberfläche bis zum Meeresboden im ganzen etwa 7000 Messungen von Temperatur und Salzgehalt vorgenommen werden sollen. Die Stationen sind so angeordnet, daß sorgfältig alle schon vorliegenden Beobachtungen und die topographischen Verhältnisse des Meeresbodens, welche die Zirkulation wesentlich beeinflussen, berücksichtigt wurden (siehe Abbild. 1).

Ein so engmaschiges Stationsnetz gestattet neben der Erfassung des Zirkulationsproblems auch die Klärung der Probleme des gesamten Wasser- und Wärmehaushalts, der Chemie, der Biologie und der Geologie des Atlantischen Ozeans, die in enger Beziehung zueinander stehen. Im Gegensatz zu den bei den bisherigen Expeditionen vorwiegenden chemischen Untersuchungen auf Sauerstoffgehalt des Meeres beabsichtigte M e r z auf Grund seines langjährigen Zusammenarbeitens mit Hydrobiologen die Verteilung der für die Organismen wichtigsten Nährstoffe durch chemische Untersuchungen festzustellen, denn er hoffte aus der Zirkulation des Meerwassers als verfrachtender Kraft und der Verteilung der Nährstoffe als einer Ursache für geringere oder stärkere Vermehrung die für den Biologen wichtigen Faktoren zu finden, die für die geographische Verteilung der Organismen von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Da mit jeder Beobachtungsstation eine Lotung und das Herausheben einer Bodenprobe verknüpft werden kann, wird dadurch nicht nur ein genaues Bild des Bodenreliefs gewonnen, das noch vervollständigt und verfeinert wird durch die dem Schiff mitzubehaltenden akustischen Lotapparate, sondern auch der Bodenbedeckung des Ozeans. Somit kann auch für die Morphologie und Geologie des Atlantischen reiches Material beschafft werden.

Mit den hydrographisch-physikalischen lassen sich eingehende meteorologische Beobachtungen nicht nur an der Meeresoberfläche, sondern auch in den höheren Luftschichten verbinden. Hier kann von der Expedition Grundlegendes geleistet werden, da von der Aerologie des ganzen Gebietes wenig bekannt ist.

Der Aufgabenkreis, der später noch erweitert und ausgebaut wurde, verlangte die Einschiffung eines großen wissenschaftlichen Stabes von 4 Ozeanographen, 2 Meteorologen, 1 Biologen, 1 Geologen und 1 Chemiker, während die Offiziere des Schiffes die von der Marine beabsichtigten topographischen Aufnahmen des Meeresbodens, erdmagnetische Messungen und andere Untersuchungen anstellen sollten. Die endgültige Zusammensetzung und die Arbeitsteilung des wissenschaftlichen und militärischen Stabes ist folgende:

Wissenschaftlicher Stab des Forschungsschiffes „Meteor“.

Lfd. Nr.	N a m e	Institut	Fach	Spezielles Arbeitsgebiet
1.	Prof. Dr. Merz	Institut für Meereskunde, Universität Berlin	Ozeanograph	Wissenschaftliche Leitung bis Anfang Juni 1925.
2.	Dr. Wüst	"	"	Nach Prof. Merz' Erkrankung Ozeanographische Leitung. Serienmessungen.
3.	Dr. Böhnecke	"	"	Serienmessungen. Ozeanographische Beobachtungstechnik. (Maschinen und Instrumente).
4.	Dr. Meyer	"	"	Titrierung. Serienmessungen.
5.	Dr. Schumacher	Deutsche Seewarte, Hamburg	"	Verdunstung, Interferometer, photographische Wellenmessungen. Serienmessungen.
6.	Prof. Dr. Hentschel	Zoologisches Staatsmuseum, Hamburg	Biologe	Quantitative Planktonuntersuchung.
7.	Dr. Pratje	Geologisches Institut, Universität Königsberg	Geologe	Drahtlotungen und Meeres-sedimente.
	wird für die Profile IX bis XIV abgelöst durch Dr. Correns	Geologische Landesanstalt, Berlin		
8.	Dr. Wattenberg	Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische und Elektrochemie, Berlin-Dahlem	Chemiker	Gasgehalt und Nährstoffe des Meeres.
9.	Prof. Dr. Reger	Aeronautisches Observatorium, Lindenberg	Meteorologe	Meteorologischer Beobachtungsdienst, Strahlungsmessung, Drachen- und Ballonaufstiege.
10.	Dr. Kuhlbrodt	Deutsche Seewarte, Hamburg	"	"
	Dazu: Anton	—	Feinmechaniker	Instandhaltung sämtlicher wissenschaftlicher Maschinen und Instrumente.

Militärischer Stab des Forschungsschiffes „Meteor“.

Lfd. Nr.	Dienstgrad	N a m e	Dienststellung	Arbeitsgebiet
1.	Fregattenkapitän	Spieß	Kommandant	Nach Prof. Merz' Erkrankung Expeditionsleiter.
2.	Korvettenkapitän	Bender	I. Offizier	Astronomische Ortsbestimmung an Land.
3.	Kapitänleutnant	Siburg	Navigationsoffizier	Navigation, Vermessung, Mißweisungsbestimmungen auf See.
4.	Oberleutnant z. S.	Frhr. v. Recum	I. Wachoffizier	Akustische Lotungen, erdmagnetische Bestimmungen an Land.
5.	Oberleutnant z. S.	Ahlmann	II. Wachoffizier	F. T. Peilversuche, Windschießen.
6.	Leutnant z. S.	Löwisch	III. Wachoffizier	Photographie, Kinematographie, Entfernungsmessung.
7.	Oberleutnant des Mar. Ing. Wesens	Nixdorff	Leitender Ingenieur	Schiffs- und wissenschaftliche Maschinen, elektrische Potentialmessung.
8.	Mar. Stabsarzt	Dr. Kraft	Schiffsarzt	Biologische Netzfänge.
9.	Mar. Ob. Zahlm.	Landrock	Schiffszahlmeister	Verwaltung der Schiffs- und Expeditionsfonds.
10.	Obersteuermann	Rudel	IV. Wachoffizier	Navigation, Vermessung, Zeichnung der Echolotprofile, Petravicmessung, Photographie.
11.	Steuermann	Gampert	V. Wachoffizier	Photographie.
12.	Ob. Deckoffizier	Nitschke	I. Wachmaschinist	Maschinenwerkstatt.
13.	Obermaschinist	Picard	II. Wachmaschinist	Elektrische Maschinen.
14.	Obermaschinist	Kechel	III. Wachmaschinist	Reparatur von Maschinen.
	Dazu:			
	Ob. Steuermannsmaat	Hinz	Zeichner	Ozeanographie.
	Obersignalgefreiter	Runge	Laborant und Rechner	Ozeanographie.
	Obersignalgefreiter	Dittmar	Laborant	Chemie.
	Signalgefreiter	Burgmeier	Laborant	Chemie.
	Signalgefreiter	Steinbrecher	Feinmechaniker	Instrumentverwalter.
	Signalgefreiter	Kuhnt	Gehilfe	Drachen- und Ballondienst.
	Machinistenmaat	Stirn	—	Elektrische Anlagen.

Ferner: 1 Laborant für Geologie.

Die Besatzung beträgt 9 Offiziere, 9 Wissenschaftler, 1 Deckoffizier, 6 Feldwebel, 23 Unteroffiziere, 79 Mannschaften, 6 Zivilangestellte, im ganzen 133 Köpfe.

Unter dem Vorsitz des Präsidenten der Notgemeinschaft trat sofort eine Kommission für die Deutsche Atlantische Expedition zusammen, der angehörten: Professor Dr. Merz, der Direktor des Instituts für Meereskunde, der Präsident der deutschen Seewarte Geheimrat Capelle, der Direktor des Aeronautischen Observatoriums Lindenberg Geheimrat Hergesell, der Direktor des Zoologischen

Staatsmuseums in Hamburg Professor L o h m a n n, der Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für physikalische und Elektrochemie Geheimrat H a b e r und die Marineleitung durch die Dezenten in der Nautischen Abteilung, Professor W e d e m e y e r und Fregattenkapitän S p i e ß, später Korvettenkapitän C o n r a d. Die Kommission traf die Auswahl der wissenschaftlichen Expeditionsteilnehmer und beriet die Vorbereitung und Durchführung der Expedition im einzelnen. Der Expeditionsplan wurde zum erstenmal dem Vorstand des Deutschen Naturforschertages zu Innsbruck bekanntgegeben und fand begeisterte Zustimmung.

Die Vorbereitung der Expedition.

Die wissenschaftliche und instrumentelle Vorbereitung der Expedition reicht weit zurück und war bei der Finanznot der Nachkriegsjahre besonders schwierig. Seit dem ersten Entschluß zu einer großen Forschungsreise im Jahre 1920 haben Marineleitung und Institut für Meereskunde gemeinsam an den Vorbereitungen gearbeitet. Die allmähliche Beschaffung von Beobachtungsinstrumenten und Maschinen und deren höchste Vervollkommnung auf Grund eigener Versuche und der neuesten Erfahrungen fremder Expeditionen, die theoretischen Vorarbeiten des Instituts für Meereskunde, wie Reduzierung, kartographische und kartothekeische Ordnung aller bisher vorliegenden hydrographischen Beobachtungen, die Zeichnung von Strömungskarten, Salzgehalts- und Temperaturschnitten der verschiedenen Ozeane schufen eine außerordentlich wertvolle Grundlage, auf der dann im Jahre 1924 die spezielle Vorbereitung der Atlantischen Expedition, nachdem diese beschlossene Sache war, einsetzen konnte. Und hier hat nun M e r z in dem einen Jahr, das ihm zur Verfügung stand, mit den Assistenten seines Instituts wahrhaft Vorbildliches geleistet. Man darf sagen, daß wohl noch niemals eine ozeanographische Expedition so bis ins kleinste vorbereitet und durchdacht hinausgegangen ist. Und wenn die Arbeiten der Expedition bisher trotz dem unersetzlichen Verlust, den der Tod des wissenschaftlichen Leiters für das Unternehmen bedeutet, so gut vorwärtsschreiten, so liegt das an der organisatorisch großartigen und weitschauenden Arbeit, die M e r z in die Vorbereitungen gesteckt hat. Während über die Vorarbeiten auf den einzelnen wissenschaftlichen Gebieten die Berichtersteller selbst zu Worte kommen sollen, möge im folgenden einiges über die instrumentelle Ausrüstung und die Einrichtungen des „Meteor“ gesagt sein, an denen der Verfasser, seit Ende 1919 Dezent in der Nautischen Abteilung der Marineleitung, mitgewirkt hat.

Das Expeditionsschiff und seine Einrichtungen.

Das Kanonenboot „C“ gehört dem vor dem Kriege in unseren Kolonien erfolgreich verwendeten Typ von Stationären an und zeigte sich in seinen Abmessungen (1300 t Displacement, 75 m Länge, 4 m Tiefgang) und seinen Seeigenschaften für die Verwendung als Übersee-Forschungsschiff geeignet. Um den verlangten Fahrbereich von 6000 Seemeilen zu erreichen, mußte die Hälfte der vier Wasserrohrressel fortfallen und Raum für einen großen Kohlenbunker geschaffen

werden, der das Gesamtfassungsvermögen auf 400 t erhöhte, und die Maschinenanlage (2 Dreizylinderkolbenmaschinen) mußte für eine ökonomische Marschleistung von 9 Seemeilen die Stunde eingerichtet werden. Zur Gewinnung des Raumes für ein wissenschaftliches Laboratorium, einen Zeichenraum und für die 9 Wohnkammern des wissenschaftlichen Stabes wurde das offene Mitteldeck zwischen Back und Schanze, das beim Kanonenbootstyp zur Aufstellung der Seitengeschütze diente, als Wohndeck ausgebaut. Das jetzt glatt durchgeführte Oberdeck dient für die Aufstellung von 3 Motorbeibooten, 4 Lotmaschinen, 1 Drachenwinde, der Tiefseeankereinrichtung usw. Das neuzeitlich und nach den Wünschen der einzelnen Wissenschaftler eingerichtete Laboratorium enthält die Arbeitsplätze für den Chemiker, Biologen, Geologen und zwei Laboranten. Ein chemischer Herd mit Abzug für giftige Gase, See- und Frischwasserleitung sowie elektrische Stromleitung an jedem Arbeitsplatz, Taglampenbeleuchtung, drei elektrische Zentrifugen und Mikroskope für die Untersuchung des Seewassers auf Zwergplankton, Apparate für alle Arten der chemischen Gasanalysen, geologische Schlämmapparate, ein Polarisationsmikroskop, mehrere Chemikalienschränke, Gestelle und Behälter für Büretten, Gläser aller Art, ein Abstelltisch usw. bilden die Einrichtung des bis zum letzten Winkel ausgenutzten Laboratoriums. In dem anschließenden Zeichenraum sind die Arbeitsplätze für zwei Ozeanographen und einen Laboranten zum Titrieren der Wasserproben, ein Platz für Arbeiten an den meteorologischen Instrumenten und ein Zeichen- und Rechentisch für die kartographischen und Reduzierungsarbeiten. Hier sind auch die Fernregistrieranemometer, ein Fernluft- und ein Fernwasserthermometer sowie das umfangreiche Kartenmaterial, die Kartothek und die wissenschaftliche Expeditionsbibliothek untergebracht. Eine photographische Dunkelkammer im Wohndeck enthält Einrichtungen für die Entwicklung kinematographischer Filme, die von der gesamten Reise, u. a. auch mit Zeitlupe von dem Flug der großen Seevögel zum Studium des Segelfluges, gemacht werden. Ein stereophotographischer Wellenaufnahmeapparat dient dem Studium der Meereswellen. Außer einer Maschinenwerkstatt für größere Reparaturen wurde noch eine Feinmechanikerwerkstatt eingerichtet.

Da neben der indirekten Ermittlung der Wasserbewegungen aus Temperatur und Salzgehalt noch zur Kontrolle direkte Strommessungen in allen Meerestiefen vorgenommen werden sollten, mußte das Schiff eine Einrichtung erhalten, die ihm die Möglichkeit, auf allen vorkommenden Wassertiefen zu ankern, und damit die Sicherheit einwandfreier Strommessung verlieh. Die Tiefseeankereinrichtung, die von der Marinewerft Wilhelmshaven zum erstenmal durchkonstruiert wurde, besteht aus einer 7500 m langen, entsprechend der mit der Wassertiefe zunehmenden Belastung, konischen, drallfrei angefertigten Trosse, einer mit Dampfmaschine getriebenen Trossenrolle zum Aufwickeln, einer Verstärkung der Leistung der bisherigen Ankerlichtmaschine, einer Klemmbremsbremse zum Abstoppen der Trosse, einem Dynamometer zum Messen des Zuges, einer Trossenrolle am Bug des Schiffes und einem verhältnismäßig kleinen und leichten, gewöhnlichen Stockanker. Für die ozeanographischen Serienmessungen mit Wasser-

schöpfern und Kippthermometern sowie für Strommessungen dienen zwei große Heißtrommeln mit je 8000 m 4 mm-Aluminiumbronzelitze, die so stark gebaut sind, daß das gleichzeitige Herablassen von je 10 Wasserschöpfern mit Kippthermometern bis zu den größten Tiefen möglich ist. Den Antrieb für das Heraufholen liefert eine sehr fein arbeitende elektrische Maschine, welche die Einholgeschwindigkeit auf das genaueste regulieren läßt. Für biologische Netzfänge und für Strommessungen dient eine auf dem Achterdeck stehende große Lukasmaschine, die mit etwa 5000 m Aluminiumbronzelitze bewickelt ist und ebenfalls mit Elektromotor betrieben wird. Eine ebensolche Maschine, mit 10 000 m Klavierseitendraht bespannt, steht auf der Back und dient für Drahtlotung und das Heraufholen von Bodenproben mittels greiferartiger Grundzangen und schwerer Stoßröhren, die sich in den Boden einrammen und im Gegensatz zu früheren Lotröhren mit dem Sinkgewicht heraufgeholt werden. Sie bringen in ihrem Innern in einer Glasröhre die Probe des Meeresbodens herauf. In einem besonderen Raum unter der Kommandobrücke sind die akustischen Lotanlagen untergebracht, über deren Wirkungsweise und bisherige Ergebnisse an anderer Stelle ausführlich berichtet wird.

Die meteorologische Ausrüstung besteht aus einer elektromotorisch betriebenen Drachenwinde, einer großen Anzahl von Kastendrachen, Wasserstoffgasflaschen für Pilot- und Registrierballons, Entfernungsmessergeräten und Spiegeltheodolit für deren Höhen- und Azimutmessung und einem 8,8 cm-Windschießgerät, mit dem Sprengwolkenmessungen bis zu 7000 m Höhe zur Windbestimmung vorgenommen werden können. Eine meteorologische Station erster Ordnung befindet sich an Bord und dient dem täglichen Beobachtungsdienst, dazu kommen Regenmesser, Verdunstungsmesser und Strahlungsmesser verschiedener Konstruktionen.

Indienststellung und Probefahrten des „Meteor“.

Am 15. November 1924 stellte ich auf der Marinewerft Wilhelmshaven „Meteor“ in Dienst und ließ zum erstenmal Flagge und Wimpel heißen. Die Maschinenerprobungen, Meilenfahrten an der Eckernförder Meile, Versuche mit den akustischen Loten in der tiefen Rinne am Skagerrak, Eichung der Funkpeilanlage und der Einbau der wissenschaftlichen Maschinen, die Einrichtung des Laboratoriums erstreckten sich trotz angestrebter Arbeit bis Januar 1925. Nur durch die hervorragende und schnelle Arbeit der Marinewerft Wilhelmshaven sowie der Besatzung des Schiffes an der Ausrüstung und Instandsetzung gelang es, vor Antritt der eigentlichen Forschungsreise die Zeit für eine Vorexpedition zu gewinnen, auf der alle Maschinen und Instrumente sowie die Maschinenanlage und die Seeigenschaften des Schiffes erprobt werden sollten und sich der wissenschaftliche Beobachtungsdienst einspielen konnte. Wie außerordentlich wichtig die Erprobungsreise war, sollte sich später herausstellen. Erfahrungsgemäß haben viele Expeditionen ohne eine systematische Erprobung des Schiffes und seiner Einrichtungen schwere Verluste an Instrumenten, Geld und Zeit zu verzeichnen gehabt, ein Fehler, den wir nicht wiederholen wollten. Um die etwa gleichen Verhältnisse wie auf der Hauptexpedition anzutreffen,

wurde ein Arbeitsgebiet mit ähnlichen geographischen (Tiefen- und Bodensedimente) und klimatischen Verhältnissen, und zwar der Nordatlantische in niederen Breiten, gewählt. Dabei war beabsichtigt, soweit es die im Winter ungünstigen Witterungsverhältnisse nötig machen, nach Süden vorzustoßen. Als Stützpunkte waren die Azoren oder, falls dort stürmisches Wetter wäre, Teneriffa und Madeira gewählt. Als Gast auf unserer Vorexpedition durften wir Herrn Professor Walfrid Ekman begrüßen, den bekannten Ozeanographen und Erfinder von auch von uns benutzten Wasserschöpfern und Strommessern.

Die Vorexpedition nach Teneriffa und Madeira.

Bei dem Auslaufen am 20. Januar hatten sich zum Abschied der Stationschef der Nordseestation, Vizeadmiral Bauer, sowie Abordnungen der Marine eingefunden. Auf der Jade wurden die Magnetkompass und die Kreiselkompaßanlage kompensiert und das Geschütz angeschossen. Noch während der Fahrt zum Kanal, den wir in dichtem Nebel ansteuerten, wurden die zuletzt noch an Bord gebrachten wissenschaftlichen Instrumente und Ausrüstungsgegenstände sachgemäß verstaut. Ein unbedeutender Brand im Laboratorium, infolge ungenügender Isolierung des stark überhitzten Schornsteinmantels wurde schnell bekämpft. Bei aufklarendem Wetter passierten wir die belebte Enge von Dover, die Kreideklippen bei Beachyhead und die Insel Wight. Im westlichen Kanal steuerten wir bei frischen Winden aus Südwest auf die Insel Ouessant zu, wo der erste meteorologische Drachenaufstieg stattfand und photographische Vertonungen der Insel mit ihren Leuchttürmen und Landmarken für das Seehandbuch aufgenommen wurden. Von der Kanalschwelle ab wurde auf tiefem Wasser mit der systematischen Erprobung der Echolotanlagen und der Ausbildung des Bedienungspersonals begonnen.

In der Biskaya wurde ein Luftdruckhoch angetroffen und trotz der winterlichen, im allgemeinen stürmischen Jahreszeit schwache Winde. Bei wolkenlosem Himmel konnten wir am 24. Januar nachmittags den interessanten Anblick einer schönen, partiellen Sonnenfinsternis beobachten, es sollte der Tag der letzten Geburtstagsfeier unseres Expeditionsleiters sein. Auf flachem Wasser unter Land wurden dann alle Lotmaschinen der Reihe nach erprobt, wobei sich an den elektrischen Maschinen, Schaltungen, Zählwerken Mängel herausstellten, die durch einen von der liefernden Firma auf die Reise mitgegebenen Monteur gleich untersucht werden konnten. In der Nähe von Kap Finisterre wurden nach dessen Landobjekten Entfernungsmeßübungen vorgenommen. An dieser Wendemarke des Weltverkehrs zählten wir gleichzeitig bis zu 12 Dampfer. Abends beobachteten wir an einem klaren Sternenhimmel ein besonders schönes Zodiakallicht, eine in der Richtung des Himmelsäquators aufsteigende Lichtpyramide, die an Breite und Helligkeit die Milchstraße übertraf, so daß schwächere Sterne darin verschwanden. Weiter südwestlich, etwa in der Breite von Lissabon, wurde auf 4700 m Wasser der erste Tiefseeankerversuch gemacht sowie Serien- und Strommessungen und biologische Netzfänge vorgenommen. Auf dieser großen Tiefe zeigten sich abermals verschiedene Mängel, z. B. die viel zu schwache Konstruktion der ozeano-

graphischen Heißtrommeln, schlechtes Schließen der Wasserschöpfer und ungenügende Widerstandsfähigkeit der Strommesser. Die eiligsten Verbesserungsvorschläge wurden zur entsprechenden Veranlassung durch Funkentelegraphie in die Heimat gemeldet. Durch besonders sorgfältige astronomische Ortsbestimmung, auf die später noch eingegangen wird, stellten wir fest, daß wir am ersten Tage mit dem Schiff nicht vertrieben waren. Der Umstand jedoch, daß der bedeckte Himmel am folgenden Morgen kein astronomisches Besteck zur Kontrolle der Verankerung während der Nacht ermöglichte, sowie das starke Verkinken des Ankertaues und die schwerfällige Arbeit an der Trossenrolle mit Handbetrieb beim Ankerlichten bestimmten uns, den Ankerversuch noch einmal in Sicht der Kanarischen Inseln zu wiederholen, wo die Möglichkeit einer sicheren Kontrolle des Schiffsorts durch terrestrische Peilungen vorlag. Der Nordostpassat, der ungewöhnlich früh, weit nördlicher als 30° Nordbreite, einsetzte, kündete sich mit seinen typischen Kumuluswolken an. Zahlreiche Delphine umgaben häufig das Schiff, das mit allen Schratsegeln — die Rahtakelage wurde erst später eingebaut — eine Geschwindigkeit von 10 Seemeilen erreichte. Einige Pilotballone wurden aufgelassen und die Verfolgung und Messung bis in sehr große Höhen eingeübt, ebenso wurden Versuche mit dem Windschießgerät gemacht. Die weißen, kompakten Sprengwolken der Granaten, die sich scharf vom tiefblauen Himmel abheben, wurden in 7000 m Höhe — dem Flugbahnscheitelpunkt bei höchster Erhöhung des Geschützes — bis zu 20 Minuten Dauer gemessen. Ein Drachenversuch mit drei Hilfsdrachen gelang bis zu 2000 m Höhe zufriedenstellend. Zwischen den Inseln Teneriffa und Gran Canaria wurde in Sicht ihrer Leuchtfeuer auf 3600 m Tiefe mit 4300 m Troß ein zweiter Ankerversuch vorgenommen. Die Erprobung des Greifers ergab eine Bodenprobe, die jung vulkanischen Schlamm und afrikanischen Wüstensand enthält. Bei Hellwerden bot sich uns der überwältigend schöne Anblick des Pik von Teneriffa über der Insel verbergenden Kumulusdecke. Die tagsüber und während der folgenden Nacht bei elektrischer Sternlampenbeleuchtung vorgenommenen Serien- und Strommessungen dienten der weiteren Erprobung der Maschinen, Strommesser, Wasserschöpfer und Kippthermometer. Die stündlich vorgenommenen terrestrischen Bestecks ergaben, daß das Schiff nicht getrieben ist, trotz starkem Oberflächenstrom, der übrigens das Bild eines vollkommen entwickelten Gezeitenstromes zeigt.

Am 1. Februar liefen wir in den Hafen von Santa Cruz auf Teneriffa ein, wo der Expedition eine freundliche Aufnahme durch die deutsche Kolonie und die spanischen Behörden zuteil wurde. Mit dem Vertreter der deutschen Firma Siemensbau A. G., der im Wettbewerb der Erweiterungsbau der Hafenmolen übertragen ist, wurde vereinbart, daß er mit hydrographischen Beobachtungen, Gezeitenmessungen usw. an den Arbeiten der Expedition mitwirkte, während unsere Meteorologen Fühlung nahmen mit dem neuerbauten meteorologischen Observatorium in Santa Cruz und gelegentlich einer Pikbesteigung mit dem in 2365 m Höhe gelegenen Observatorium Izana, dessen Pilotballonaufstiege eine willkommene Ergänzung für unsere Beobachtungen sind.

Auf dem Marsche nach Madeira, das zum Abholen der Post an-

gelaufen wurde, fanden Erprobungen einer Neukonstruktion von Drillingsstoßröhren zum gleichzeitigen Heraufholen von drei Bodenproben statt. Vom 7. bis 9. Februar wurde auf der Reede von Funchal geankert und auch hier eine gastliche Aufnahme durch die Deutschen und durch die offiziellen Behörden genossen. Das besonders günstige Wetter auf der Heimreise gestattete uns, einen Registrierballonaufstieg zu machen. Hierbei wurde ein Doppelgespann von zwei Ballons hochgelassen, von denen der eine, prall gefüllt, den Meteorographen, welcher Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit registriert, bis in Höhe von 22 km trug, wo er platzte. Ein zweiter, schwächer gefüllter Ballon brachte das Registrierinstrument fallschirmartig herab, so daß es, vor dem Ballon auf dem Wasser treibend, nach einer Jagd von zwei Stunden unversehrt aufgefischt werden konnte. Auf einer Beobachtungsstation des Kreuzers „Berlin“, der hier gerade vor einem Jahr ein ozeanographisches Profil von der spanischen Küste nach den Azoren gelegt hatte, wurde eine vollständige Serienmessung und Lotung vorgenommen, um, abgesehen von weiterer Erprobung der Instrumente, die jährliche Veränderung der hydrographischen Elemente zu erkennen. In dichtem Nebel wurde das Kap Vilano angesteuert; dabei konnten wir uns von der Zuverlässigkeit des Echolots überzeugen, mit dem der Küstenschelf und dann durch weitere Lotungsreihen der Schiffsort nach den Seekartentiefen gefunden wurde. Die Rückreise brachte uns in der Biskaya ein besonders stark ausgeprägtes Minimum mit Sturm und schwerem Seegang, so daß auch noch die Seetüchtigkeit des Schiffes und der Besatzung erprobt werden konnte. Die Bewegungen des Schiffes wurden dabei mit einem elektrisch betriebenen Petravickreis genau registriert, der in zwei Kurven die Längsschiffs- und Querschiffskomponenten der Bewegungen aufzeichnet und die vorerwähnten stereophotographischen Wellenaufnahmen ergänzt, mit denen die bisher im wesentlichen geschätzten Größen der Höhe und der Länge der Meereswellen unter einem Stereokomparator ausgemessen werden. In der Nordsee machten wir noch Versuche mit Ortsbestimmung durch funken- und unterwassertelegraphische Abstandsmessung nach Feuerschiffen, sowie Peilversuche nach den deutschen Küstenfunkstellen. Am 17. Februar liefen wir nach wohlgelungener Probefahrt, reich an wichtigen Erfahrungen, in die Werft Wilhelms-haven ein.

Umbauten und Änderungen, Vorbereitungen für die Hauptexpedition.

Die Erfahrungen, die mit dem Schiff und seinen wissenschaftlichen Einrichtungen auf der Vorexpedition gemacht worden waren, bewiesen, daß die Probereise eine außerordentlich glückliche Maßnahme war. Als unangenehmste Tatsache hatte die längere Reise ergeben, daß der Kohlenverbrauch größer, die Marschleistung niedriger, als veranschlagt, also der Fahrbereich für die langen Reiserouten der Expedition zu gering war. Dem wurde durch Einbau eines weiteren 50 t fassenden Kohlenbunkers begegnet, ferner durch ökonomischere Ausnutzung der Kesselleistung, Erhöhung des Schornsteins, bessere Führung der Heizgase und schließlich durch Verwendung größerer Schiffsschrauben. Die

günstigen Erfahrungen mit der Schratsegeltakelage führten zur vollen Takelung des vorderen Mastes mit drei Raasegeln, was ebenfalls eine Erweiterung des Fahrbereichs bedeutete, da der Reiseplan so angelegt ist, daß die Querprofile in windstarken Gebieten vor dem Winde zurückgelegt werden sollen. Die beobachtete, für das Arbeiten mit den Präzisionsinstrumenten hinderliche, starke Flugaschenbildung und der ungenügende Schutz von Laboratorium und Zeichensaal gegen die Erhitzung durch den Schornstein wurde durch die vorerwähnten Maßnahmen und bessere Isolierung beseitigt. Zur Entlastung der beiden in See dauernd in Betrieb gehaltenen Kessel wurde für den Hafenbetrieb ein kleiner Hilfskessel und für die elektrische Anlage ein Dieselmotor eingebaut. Die Kreiselkompaßanlage wurde durch einen Gaskreisel-Mutterkompaß verbessert. Die Rolle zum Aufwinden der Tiefseeankertrosse erhielt eine kleine Dampfmaschine, die Leistung der Ankerlichtmaschine wurde durch Verstärkung des Schneckengetriebes erhöht, und die Dauer des Ankerlichtens aus Wassertiefen von 6000 m wurde von fünf auf zwei Stunden herabgesetzt, die Ankerrosse durch eine doppelt geschlagene, drallfreie Trosse ersetzt. In unmittelbarer Nähe der Serienmaschinen wurden Schränke für die Gebrauchswasserschöpfer und ein heller Thermometerableseraum mit Wasserbad vorgesehen. Zahlreiche kleine, aber wichtige Änderungen im Laboratorium und Zeichensaal wurden vorgenommen, Lotmaschinen, Drachenwinde, Echolotanlage wurden auf Grund der gewonnenen Erfahrungen wesentlich verbessert und vervollkommen. Diese umfangreichen Arbeiten und die durch die Umbauten abermals erforderlichen Meilen- und Kohlenmeßfahrten, die Überholung der Maschinenanlage und des Schiffes füllten die Zeit bis Mitte April 1925 voll aus. Gleichzeitig wurden vom Kommando die endgültige Festsetzung des Reiseplanes, die Fragen des Nachschubes, die Kohlen- und Geldbeschaffung während der ganzen Reise im Benehmen mit der Marineleitung geregelt. Dank der vorzüglichen Arbeit der Marinewerft konnte der festgesetzte Termin der Ausreise, der 15. April, innegehalten werden.

Nachdem in Berlin auf einem Vortragsabend zum ersten Male im größeren Kreise von dem wissenschaftlichen Leiter über die Ziele der Expedition und vom Kommandanten über das Expeditionsschiff und die Ergebnisse der Probereise gesprochen worden war, fand in Wilhelmshaven eine letzte militärische Besichtigung des Schiffes durch den Chef der Marineleitung, Admiral Z e n k e r, und anschließend daran eine Führung der von dem Marinechef eingeladenen Vertreter der Ministerien, der wissenschaftlichen und Schifffahrtskreise durch das Forschungsschiff statt. Am gleichen Abend vereinigte ein Abschiedsfest die genannten Gäste und die Offiziere und Beamten der Garnison und der Flotte mit den Expeditionsteilnehmern im Offizierkasino Wilhelmshaven. Die zahlreichen Glückwunschtelegramme aus dem ganzen Reich bekundeten die allgemeine, große Anteilnahme an der ersten deutschen ozeanischen Expedition nach dem Weltkriege.

Ausreise zur Hauptexpedition, Reiseplan.

Nach einer herzlichen Verabschiedung durch den Chef der Marineleitung und die übrigen Förderer und Freunde der Expedition lief

„Meteor“, begleitet von den Wünschen und Grüßen einer tausendköpfigen Menge, am 16. April aus der Wilhelmshavener Schleuse aus. Eine letzte Kompensierung der Kompassse und eine Beschickung der Funkpeilanlage wurden auf der Jade vorgenommen. Diese hatte ein merkwürdiges Ergebnis, das den ersten Anlaß zur Auffindung der Schleifenkompensation der Funkbeschickung nach Maurer und Fischer gab. Ein zweitägiger Aufenthalt zu Anker auf der Osterems gab Gelegenheit, die Mannschaft im Segelexerzieren auszubilden, sowie die in Hast an Bord genommene Ausrüstung an Material, wissenschaftlichen Geräten und Proviant sachgemäß zu verstauen, dann ging es bei frischer östlicher Brise mit allen Segeln durch den Kanal hinaus auf unser Arbeitsfeld im Atlantischen.

Unser erstes Reiseziel war Buenos Aires, von wo die ozeanographischen Arbeiten mit dem Profil I auf 42° Südbreite ihren Ausgang nehmen (siehe Abbild. 1). Die Reihe der Profile wurde so angeordnet, daß die südlichsten I, III, V, die im Gebiet der Westwindtrift liegen, von West nach Ost zurückgelegt, die Profile II, IV, VI, die außerhalb der starken Westwinde liegen, von Osten nach Westen zurückgefahren werden. Das südlichste Profil V mit den beiden Vorstößen zur antarktischen Eisgrenze mußte der Eisverhältnisse und der Stürme wegen in den antarktischen Sommer, Dezember 1925 bis Januar 1926, fallen. Im Anschluß an Profil VI folgen dann VII bis XIV abwechselnd auf westöstlichem und ostwestlichem Kurse von Süden nach Norden.

Buenos Aires und Kapstadt sollten Hauptbasisstationen, insbesondere für Kohlenenergänzung und Nachschub, werden.

Meteorologischer Längsschnitt vom Kanal nach Buenos Aires.

Der Reiseweg vom Kanal über die Kap Verden nach Buenos Aires konnte zur Anlage eines meteorologischen Schnittes durch den Atlantischen in ungefähr meridionaler Richtung ausgenutzt werden. Außer der Erledigung der täglichen meteorologischen Beobachtungen, die während der ganzen Forschungsreise dreimal am Tage blind ausgesandt werden, wurden die höheren Luftschichten durch fünfzig Pilotballonaufstiege erforscht, bei denen mit Basisgerät und Spiegeltheodolit Windrichtung und -stärke in allen Schichten bis zu Höhen von 25 000 m gemessen wurden. Bei teilweise bewölktem Himmel, der die Verfolgung der Pilotballons verhinderte, wurden mit dem Windschießgerät Sprengwolken gegen den unbewölkten Teil des Himmels gesetzt und Windmessungen in 7000 m Höhe ermöglicht. Da durch die Erschütterungen beim Schießen einige der empfindlichen Tiefseethermometer Schaden litten, wurden diese später durch eine federnde Aufhängevorrichtung der Thermometertransportkästen geschützt. Bei jeder zum Kurse des Schiffes günstigen Windrichtung und genügenden Windstärke wurden Drachenaufstiege, im ganzen neun, unternommen, bei denen Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit und Windstärke bis zu Höhen von 3600 m mit dem Meteorographen registriert wurden. Aufstiege von Registrierballons fanden statt, wenn die Windrichtung in den hohen Luftschichten die Verfolgung des Ballons für das Schiff nicht zu kostspielig durch Zeit- und Wegverlust machten. Auf diese Weise wurde wert-

volles Material zur Erkenntnis der Luftzirkulation über dem Atlantischen gewonnen, wie es auch auf allen 14 Querprofilen, soweit es die hydrographischen Arbeiten und die Witterungsverhältnisse zulassen, gesammelt werden wird.

Auf dem ersten Reiseabschnitt wurde ein topographisches Längsprofil durch den Atlantischen mit Hilfe der akustischen Lotungen gelegt, die während der ganzen Reise in Abständen von zwei bis drei Seemeilen vorgenommen werden und eine genaue Aufnahme des Ozeans, soweit er von uns befahren wird, bedeuten. Ebenso wurden biologische Untersuchungen von täglich mehrfach geschöpftem Oberflächenwasser vorgenommen und Meereswasserproben zur chemischen Untersuchung auf Metallgehalt für das Kaiser-Wilhelm-Institut in Dahlem gesammelt, was ebenfalls während der ganzen Forschungsreise geschieht. Mit der Reiseroute ließ sich eine ozeanographische Beobachtungsstation in $24^{\circ} 30'$ Nordbreite und 27° Westlänge verbinden, die eine wichtige Lücke schließt auf einem Querprofil, das im Westen durch Stationen der dänischen „Dana“-Expedition und im Osten durch Stationen der Vermessungsschiffe „Planet“ und „Möve“ gebildet wird. Auf dieser Station ließen sich neben den wissenschaftlichen Ergebnissen einer Serie von 26 Messungen erneut Erfahrungen über etwa noch nötige Verbesserungen an Maschinen, Instrumenten und Tiefseeanker-einrichtung gewinnen, die in Buenos Aires noch vor Beginn der ozeanographischen Profile Berücksichtigung finden konnten. Alles arbeitete indessen einwandfrei. Das ruhige Wetter gestattete noch exakte Messungen der Lufttemperatur unmittelbar über dem Wasser und der Temperatur der obersten Wasserschichten vom ausgesetzten Boot aus.

Ebenso wie auf der Vorexpedition, wurde auch auf dem ersten Reiseabschnitt jede Gelegenheit dazu ausgenutzt, die Technik der navigatorischen Ortsbestimmung zu vervollkommen. Die eindeutige geographische Festlegung aller Beobachtungswerte, die Bestimmung der Oberflächenströmungen aus den täglichen Besteckversetzungen und die genaue Kontrolle der unveränderten Lage des Schiffes auf den Ankerstationen, d. h. also die Zuverlässigkeit der praktischen Strommessungen, verlangen sehr genaue Navigierung. Eine sorgfältig zusammen gestellte Ausrüstung mit nautischen Instrumenten und Chronometern, deren Kontrolle durch die Funkenzeitsignale von Nauen und fremdländischen Großstationen während der ganzen Reise bisher nahezu täglich möglich war, ferner die Ausrüstung mit einer Funkpeilanlage und Echoloten, die auch im Nebel und bei bedecktem Himmel eine Orientierung zulassen, verleihen der Schiffsführung die Möglichkeit, den Schiffsort genau zu bestimmen. An den astronomischen Beobachtungen beteiligen sich außer dem Navigationsoffizier der Schiffsteuerer und der Wachoffizier, so daß im allgemeinen stets Mittelwerte aus den Messungen von drei Beobachtern erzielt werden. Je nach der Zuverlässigkeit und Güte der Beobachtungen erhalten die Bestecke ihre Wertziffern. Der Reiseweg sowie das Vertreiben des Schiffes beim Manövrieren auf den Stationen läßt sich so, klares Wetter vorausgesetzt, genau kontrollieren und im Verein mit Kurs und Geschwindigkeitskontrolle, unter Berücksichtigung von Windstärke und Seegang, auch zur Feststellung von Richtung und Stärke der Oberflächenströmungen

verwerten. Besondere Sorgfalt wird auf die Ortsbestimmung während der Ankerstationen gelegt, durch Reihenbeobachtungen mehrerer Beobachter unter Berücksichtigung der die Gestirnsbeobachtung beeinflussenden Faktoren, des Kimmtiefenwinkels und der Temperatur- und Luftdruckkorrekturen für Strahlenbrechung. Die persönliche Meßfähigkeit der einzelnen Beobachter wird bei einwandfrei bekanntem Schiffsort in Sicht terrestrischer Objekte durch astronomische Besteckrechnungen bei jeder Gelegenheit nachgeprüft.

Über die Kap Verden bis zum Äquator.

Nach veränderlichem Wetter und schwachen, ständig wechselnden Winden trat das Schiff erst in 24° Nordbreite am 30. April in die Region des Nordostpassates ein, der es bis zum 7. Mai mit ununterbrochen trockenem Wetter bis in 10° Nordbreite begleitete. Der Kurs führte weitab von der großen Weltverkehrsstraße, die Möven hatten uns schon an der europäischen Küste verlassen, nur vereinzelt Sturmschwalben begleiteten uns, und die weite Wasserfläche wurde nur ab und zu von Schwärmen fliegender Fische belebt und von Blasenquallen mit ihrem in zartem Blau und Rosa leuchtenden Segel. Diese Zeit der Ruhe nach der Hast der Vorbereitungen wurde dankbar zur Sammlung für die Fülle der bevorstehenden Arbeiten benutzt. Auch der militärische Ausbildungsdienst, der sich in den wissenschaftlichen Beobachtungsdienst einfügen muß, konnte auf diesem ersten Reiseabschnitt zu seinem Recht kommen. Mit dem Eintritt in das Gebiet des Südostpassats, der uns von 3° N bis 30° S begleitete, aber infolge der Küstennähe ziemlich unregelmäßig war, hatten wir dagegen fast täglich Regenschauer.

Tagelang vorher kündeten vereinzelt Seeschwalben und Raubmöven die Nähe der Kapverdischen Inseln an, die wir zur Kohlenergänzung anliefen. Wir hielten auf die Straße zwischen den Inseln St. Vincent und São Antão und dann auf den geschützten Hafen von Porto Grande, einen vulkanischen Trichter, zu, indem wir von den markantesten Ansteuerungspunkten photographische Aufnahmen für Vertonungen im Seehandbuch machten. Auf St. Vincent wurde eine Besteigung des Monte Verde vorgenommen, die interessante geologische, botanische und meteorologische Ergebnisse zeitigte.

Nach dem Verlassen von St. Vincent begann im Gebiet der Kalmen die Lufttemperatur bis 28° und Wassertemperatur bis 28,4° bei hoher Feuchtigkeit (Dampfdruck von 20 bis 23 mm) und Windstille zu steigen. Wir steuerten die beinahe am Äquator liegenden St. Pauls-Klippen an, die von der Bramraa aus auf 16 sm Abstand in Sicht kamen. Es sind die Spitzen eines in steiler Böschung aus 4000 m Tiefe aufsteigenden Kegels. Nur 20 m ragt die höchste Spitze der stark zerklüfteten Felsen über die Brandung, die ewig diesen kleinen Pfeiler benagt. Ein Boot wurde ausgesetzt mit zwei Offizieren, dem Geologen, Biologen und Instrumententrägern, die erdmagnetische Bestimmungen, geologische und zoologische Untersuchungen vornehmen sollten. An der einzigen in Frage kommenden Stelle, in einer kleinen Bucht zwischen den beiden größten Klippen, wo vermutlich schon vor fünfzig Jahren die „Challenger“-mannschaft zum gleichen Zwecke gelandet ist, gestaltete sich die Landung recht schwierig. Auf der höchsten Klippe

wurde eine Mißweisungsbestimmung vorgenommen und das Schiff mit dem Stativkompaß gepeilt, während es, lotend und stereophotographische Aufnahmen der Insel machend, die Klippen umfuhr und durch Peilung des an Land aufgestellten Kompasses die Ablenkung der Schiffskompassse bestimmte.

Die Klippen, die ganz von Guano bedeckt sind, bilden eine einzige Brutstätte von Vögeln, Seeschwalben und Tölpeln. Nest an Nest aus Seetang, der mit Guano verkittet ist, klebt an den kleinsten Felsvorsprüngen; die vielen brütenden Weibchen lassen sich durch die fremden Eindringlinge nicht stören. Ein erbitterter Daseinskampf spielt sich hier ab, wo es zwischen den Felsen von Fischen wimmelt, die den Vögeln als Nahrung dienen, während große Taschenkrebse bis hinauf klimmen, um Vogeleier und sogar junge Vögelchen zu verschleppen. Die kleine Felsengruppe, dicht am Hauptschiffahrtswege liegend, ist gefährlich und gemieden, da sie nachts schwer auszumachen ist und da auch das vorsichtig tastende Lot erst Grund findet, wenn man schon in gefährlicher Nähe der Felsen ist. Beim Verlassen der Klippen scheuchten die Töne unserer Dampfsirene noch einmal das ganze Volk ihrer Bewohner auf, und eine Wolke schreiender Seevögel verdunkelte den Himmel.

Weiterfahrt nach Buenos Aires.

Das Passieren des Äquators wurde nach alter Sitte mit einer Linientaufe gefeiert. Unser Kurs führte dicht an der Felseninsel Fernando Noronha vorbei, die wir lotend und photographierend umfuhren. Über die steilen felsigen Kuppen, an denen deutlich die Schichtungen und Hänge, Säulen und Felsentore zu erkennen sind, ragt der „Pik“ wie eine Nadel hervor. Zerrissen und zerklüftet trägt die vom Passat befeuchtete Insel überall üppige Vegetation, und zwischen üppigen, saftig grünen Kulturen und Palmenwäldern sind die weißen Häuschen der brasilianischen Verbrecherkolonie verstreut. Wir beobachteten das interessante Treiben der Tropik- und Fregattvögel, die, pfeilschnell herabschießend, Fische jagen und im Fluge verschlingen.

Auf dem Weitermarsch wurden mit den Echoloten verschiedene in der Seekarte als „fraglich“ bezeichnete Bänke und Untiefen in der Nähe der brasilianischen Küste gesucht, aber nicht gefunden. Dafür wurden an Stellen, wo die Karte große Wassertiefen zeigt, weit geringere Tiefen gelotet, wie auch später auf der ganzen Reise die genauen, dicht aufeinander folgenden Echolotungen zeigen, daß die Kenntnis der topographischen Einzelheiten des Atlantischen Ozeans sehr lückenhaft ist.

Auf 22° Südbreite setzte am 21. Mai mit einem Kälteeinbruch aus Südwest unvermittelt der klimatische Übergang ein, mit böigem, regnerischem Wetter und einem Sturz der Lufttemperatur von 20° auf 11° in wenigen Stunden. Mit dem ersten vereinzelt Albatroß und der ersten schwarzweiß gezeichneten Kaptabe sind wir am 20. Mai in das südatlantische Sturmvoegelgebiet eingetreten, in dem wir bisher weitergearbeitet haben. Bei ständig auffrischendem Wind beobachteten wir Stromversetzungen, die mit der allgemein angenommenen Regelmäßigkeit des Brasilstromes nicht übereinstimmen. Tümmeler, ver-

einzelte Pottwale haben sich eingefunden, und auf viele Hunderte von Seemeilen hinaus kündigt uns das gelblich verfärbte Wasser die Nähe der Mündung des Riesenstromes La Plata an.

In Buenos Aires, wo die Aufnahme der Expedition durch die Vertreter der deutschen Wissenschaft und durch die argentinischen Behörden eine sehr freundliche war, wurde mit dem meteorologischen Amt im Landwirtschaftsministerium und mit dem meteorologischen Observatorium Fühlung genommen und die geophysikalisch-meteorologische Abteilung der Universitätssternwarte von La Plata besucht. Trotz großem Entgegenkommen der Behörden kam jedoch die von der Expedition angeregte Mitarbeit der meteorologischen Observatorien in Südamerika durch synoptische Beobachtungen nicht in der geplanten Weise zustande. Nach Ergänzung von Kohlen und Proviant und Übernahme des Nachschubes an wissenschaftlicher Ausrüstung wurde am 3. Juni 1925 zu den Arbeiten auf dem ersten Profil in 42^o Südbreite ausgelaufen.

Die Arbeiten auf Profil I.

Nach Kompensierung der Kompasses mit Deviationsbestimmung bei Recalada-Feuerschiff wurden zunächst auf südlichem Kurs drei ozeanographische Beobachtungsstationen am Küstenschelf vorgenommen und dann mit Station 4 das Profil I auf 42^o Südbreite begonnen. Das günstige Wetter ermöglichte es, diese ersten Stationen in sehr viel kürzerer Zeit, als angesetzt war, zu erledigen. Sie fanden noch unter der umsichtigen Leitung von Professor Merz statt, der sich bereits in Buenos Aires krank fühlte, aber mit Einwilligung der Ärzte an der Reise teilnahm. Bei der fünften Beobachtungsstation verschlimmerte sich jedoch der Zustand des wissenschaftlichen Leiters derart, daß ich mich entschloß, sofort nach Buenos Aires zurückzudampfen und den Kranken dem deutschen Hospital und seinen tüchtigen Ärzten anzuvertrauen. Die treuen, guten Wünsche, mit denen er bei meinem letzten Besuch die Leitung der Expedition in meine Hände legte, sollten die letzten Worte des Schöpfers und Leiters der atlantischen Expedition an den nautischen Mitarbeiter und Freund sein. In Buenos Aires wurden 50 t Kohlen Deckslast außer der Auffüllung der Kohlenbunker an Bord genommen, da sich herausgestellt hatte, daß der Kohlenverbrauch beim Manövrieren auf den Beobachtungsstationen größer war als veranschlagt.

Die Arbeiten wurden auf Profil I dort, wo sie abgebrochen waren, fortgesetzt. Sie fanden durchweg bei stürmischem Wetter statt, was den einen Vorteil hatte, daß von vornherein ein Urteil gewonnen wurde, bis zu welcher Windstärke und Seegang gearbeitet werden konnte, und daß die Schiffsführung und Besatzung an das Manövrieren und Arbeiten bei schlechtem Wetter gewöhnt wurde. Wir arbeiteten im südlichen Winter im Gebiet der „braven Westwinde“ und hatten während der 35 Reisetage und 20 Beobachtungsstationen die folgenden meteorologischen Verhältnisse: Die Temperatur betrug im Mittel 8,4^o C und schwankte zwischen 4^o und 14^o, die mittlere Windgeschwindigkeit betrug 12 m/sek (Windstärke 6), und die mittlere Bewölkung war 7/10, wir hatten also stets fast bedeckten Himmel, und nur drei Tage waren

ohne Niederschlag. Schnee- und Hagelböen waren häufig. 15 Sturm- tage, bei denen der Wind die Stärke von 15 m/sek (Windstärke 7—8) erreichte und überschritt, waren zu verzeichnen, und am 1. Juli wuchs der Wind zu der orkanartigen Stärke von 35 bis 40 m/sek an und zwang uns, beizudrehen, d. h. mit langsamer Fahrt und gesetzten Schratsegeln, die das Schiff stützten, gegen die See anzudampfen. Unter diesen Verhältnissen stellte das Arbeiten auf den Stationen an Schiffsführung, Lotpersonal und Wissenschaftler hohe Anforderungen. Seemännisches Geschick und Geduld sind nötig, um das Schiff bei starkem Wind und Seegang durch Manövrieren mit Schrauben und Ruder immer so am Lotdraht zu halten, daß er senkrecht zeigt. Treibt das Schiff vom Draht ab, und wird der „Drahtwinkel“ zu groß, so ergibt die Lotung mit der Lukaslotmaschine zu große Wassertiefen, bei der ozeanographischen Serienmessung stehen Wasserschöpfer und Kippthermometer während der Temperaturanpassungszeit nicht in den gewünschten Tiefen, die Auslösung durch die Fallgewichte, die am Draht hinabgleiten, ist nicht sichergestellt, die Wasserschöpfer schließen bei schräg stehendem Draht schlecht, das aus der Tiefe geschöpfte Wasser wird vermischt, die Resultate verfälscht. Treibt das Schiff über den Draht, so lassen sich die Instrumente weder wegfiieren noch einholen, und die Fallgewichte gleiten nicht hinab.

Im allgemeinen finden die Beobachtungsstationen auf den vorher festgelegten und nach den schon vorhandenen Beobachtungen und den topographischen Verhältnissen sorgfältig ausgewählten Punkten statt, und zwar in Abständen von drei bis zu sechs Längengraden. Werden jedoch mit dem Echolot bisher unbekannte Bodenverhältnisse angetroffen, die von Einfluß auf die ozeanische Zirkulation sein können, oder erfordern die gewonnenen hydrographischen Ergebnisse eine Änderung der planmäßigen Stationen, so werden diese verlegt oder neue eingeschaltet. Im allgemeinen wird mit der Drahtlotung begonnen, es sei denn, daß die Möglichkeit einer astronomischen Ortsbestimmung nicht besteht, die erforderlich ist, um die gelotete Tiefe möglichst genau in der Karte festzulegen. Dann wird im allgemeinen in drei Serien eine vollständige Messung von Temperatur- und Salzgehalt in allen Schichten bis zum Meeresboden vorgenommen, und zwischen den ozeanographischen Serien werden biologische Fänge mit dem Schließnetz gemacht. Bei einigermaßen günstigem Wetter fanden auch biologische Pumpenschlauchfänge statt. Trotz ungünstiger Witterungsverhältnisse gelangen auf Profil I fünf Drachenaufstiege und 44 Pilotballonaufstiege, desgleichen stereophotographische Wellenaufnahmen. Der beschränkte Fahrbereich gestattet dem Schiff nicht, auf den einzelnen Beobachtungsstationen besseres Wetter abzuwarten; so konnten wegen zu starken Windes und Seeganges die Stationen 6 und 7 nicht ganz beendet werden. Immerhin ist von den 21 vorgesehenen Stationen nur eine wegen zu schlechten Wetters ganz ausgefallen; im ganzen gelangen 50 Serien.

In der Nacht auf den 1. Juli lag das Schiff in orkanartigem Sturm begedreht in der Nähe der Gough-Insel. Seit 24 Stunden war eine astronomische Ortsbestimmung nicht möglich gewesen, und bei den andauernden starken Hagel- und Schneeböen konnten wir trotz

Vollmond nachts die kleine Insel nicht ausmachen, jedoch wurde mit dem Echolot der Sockel der Insel, der allmählich ansteigt, angelotet. In der Morgendämmerung kam das 1300 m hohe, einsame Felseneiland, in dichte graue Regenwolken gehüllt, auf 6,5 sm Entfernung in Sicht. Die grobe See und hohe Brandung auch in Lee der Insel machten leider die beabsichtigte Landung zu erdmagnetischen, geologischen und biologischen Untersuchungen unmöglich. „Meteor“ zeigte sich bei diesem schweren Wetter als gutes Seeschiff. Er lag, von den Sturmsegeln gestützt, überraschend gut und nahm wenig Wasser über, nur geringe Beschädigungen, wie Einschlagen einiger Seitenfenster, waren festzustellen.

Auf der ganzen Reise auf Profil I wurde das Schiff von den im Sturmgebiet heimischen Albatrossen, Kaptauben, Raubmöwen und anderen Sturmvögeln ständig begleitet. In der ersten Hälfte des Profils wurde auffallend viel treibender Riesentang beobachtet. Mehrfach wurden Schulen kleiner Wale angetroffen, den Schwertwalen ähnlich, jedoch deutlich in der Kopfform davon abweichend. Am 12. Juli, in der Nähe der afrikanischen Küste, tauchte der erste große Buckelwal, der hier später nur noch einmal gesichtet wurde, auf. Gegen Ende des Profils besserte sich das Wetter mit Annäherung an die afrikanische Küste wesentlich, so daß die chemischen und Titrierungsarbeiten, sowie die geologischen und biologischen Untersuchungen im Laboratorium aufgearbeitet werden konnten, wenn auch noch ein großer Teil erst während des Hafenaufenthaltes in Kapstadt erledigt wurde. Bei dem Ansteuern der Tafelbai, die am 12. Juli abends erreicht wurde, trafen wir auf auffallend viel treibenden Tang und Quallen.

Die Aufnahme des Schiffes und der Expedition durch die Südafrikanische Union und durch die Deutsche Kolonie war ganz besonders herzlich und freundlich. Die wissenschaftlichen Kreise und die Regierung zeigten das größte Interesse und Entgegenkommen. Mit der meteorologischen Station der berühmten Kapsternwarte wurde Fühlung genommen sowie mit der Wetterdienststelle Kapstadt des in Pretoria befindlichen meteorologischen Amtes der südafrikanischen Union. Für diese Stellen sind die Wettermeldungen, die „Meteor“ auf See täglich funkt, von Wert für die Wettervorhersage in Südafrika.

Die Arbeiten auf Profil II.

Am 27. Juli verließ „Meteor“ das gastliche und landschaftlich herrliche Kapstadt. In der Tafelbucht wurde eine Kompensierung der Kompass und Deviationsbestimmung vorgenommen und dann die erste Station auf Profil II in 29° Südbreite angesteuert. Die Witterungsverhältnisse auf dem zweiten Profil gestalteten sich wesentlich besser, als auf Profil I. Bei einer mittleren Temperatur von 17°, mittleren Windgeschwindigkeit von 7 m/sek (Windstärke 3 bis 4) und einer mittleren Bewölkung von 5/10 hatten wir nur vier Sturmtage zu verzeichnen, und 14 Tage auf der vierwöchigen Reise waren ganz ohne Niederschlag. Nur am 23. Juli wurde in einem Gewittersturm aus NNO eine Windstärke von 20 m/sek gemessen. Die Folge des günstigen Wetters war, daß die Arbeiten auf den Beobachtungsstationen

meistens in acht Stunden erledigt werden konnten, während im Expeditionsplan zwölf Stunden veranschlagt waren. Am 8. August wurde nach Beendigung der ozeanographischen Serienmessungen eine Ankerstation in $28^{\circ} 5' S$ und $19^{\circ} 22' W$ auf 4500 m eingeschaltet. Die Verankerung wurde diesmal dadurch verbessert, daß der Tiefseeanker durch einen zweiten Patentanker mit 15 m Stahlrosse und 3 m Kette verkettet wurde. Auf der Ankerstation wurden während 43 Stunden in 30, 500 und 2500 m Tiefe Messungen mit dem Strommesser vorgenommen. Der Oberflächenstrom wurde mit dem Reelingslog bestimmt. Auf mehreren Beobachtungsstationen konnte ein Boot für Luft- und Wassertemperaturmessung unmittelbar an der Wasseroberfläche ausgesetzt werden, und auf allen 29 Stationen gelangen sämtliche 70 ozeanographischen Serien und die Drahtlotungen, die 30 Grundproben heraufbrachten. Die Echolotungen ergaben wiederum erhebliche Abweichungen gegen die bisherigen Angaben der Tiefenkarten, namentlich auch im Gebiet des Walfischrückens. Diese Abweichungen, die auch von Einfluß auf die meeresphysikalischen Verhältnisse sind, bedingten zum Teil eine Änderung in der Anordnung der einzelnen Beobachtungsstationen. Sehr erfolgreich waren bei dem guten Wetter die biologischen Arbeiten, die im ganzen 50 Schließnetzfüge, 25 Deckwaschpumpenfüge, 5 Schlauchpumpenfüge und 88 Zentrifugenproben aus den Wasserschildkröten ergaben. An meteorologischen Beobachtungen fanden 69 Pilotballonaufstiege und 7 Drachenaufstiege statt und besonders häufige Strahlungsmessungen. Schließlich konnte auch der militärische Dienst im Gegensatz zu Profil I wieder mehr berücksichtigt werden, wie Turnen, Leibesübungen und Bootssegeln.

Die Beobachtungen der Tierwelt zeigten dieselben Arten von Sturmvögeln wie auf Profil I. Es wurden verschiedentlich echte Schwertwale und Buckelwale, in der Nähe der amerikanischen Küste auch Finnwale angetroffen. Zahlreiche Feuerwalzen wurden im Netz gefangen, und die auffallende Wasserverfärbung an der amerikanischen Küste und das starke Meerleuchten wurden durch eine Art von Leuchtierchen hervorgerufen, die auch in der Nordsee häufig vorkommen. Blasenquallen, jedoch bedeutend kleiner als im Nordatlantischen, wurden häufig beobachtet. Auf einer Beobachtungsstation wurde vom Boot aus eine Wasserschildkröte gefangen und vom Schiff aus ein besonders starker Blauhai, sowie ein Albatros mit 2,80 m Flügelspannweite. Der Albatrosflug wurde mehrfach mit der kinematographischen Zeitlupe festgehalten; in der Nähe von Santa Catharina in Brasilien trafen wir besonders viele Fregattvögel. Auf der Fahrt nach Buenos Aires zeigten sich verschiedene Arten von Pinguinen und Seelöwen.

Am 25. August, kurz vor Beendigung der Arbeiten auf Profil II, erreichte uns die erschütternde Nachricht von dem Tode des wissenschaftlichen Leiters Professor Dr. M e r z.

Nach Auffüllen der Kohlenbestände in Florianopolis auf der Insel Santa Catharina, wo dem Schiff wiederum eine herzliche Aufnahme durch die Deutsche Kolonie bereitet wurde, nahm „Meteor“ die Untersuchung einiger nach Angaben der Seekarte fraglicher Bänke und Untiefen vor. Zunächst wurde die Garnetbank angelotet, jedoch nicht gefunden; dann suchten wir mit Westkurs die flachen Stellen an der

Küste in der Nähe des Albardao-Leuchtturmes mit dem Echolot, trafen jedoch auch hier keine Untiefen. Die vielfach dafür angesehenen Stellen mit hellverfärbtem Wasser sind offenbar auf starke Bevölkerung mit Plankton zurückzuführen, wie sie auch von uns festgestellt wurde. Bei der Einfahrt in die La Plata-Mündung wurden ebenfalls noch verschiedene in den Karten als „fraglich“ bezeichnete Untiefen gesucht. Am 8. September lief „Meteor“ zum dritten Mal in den Hafen von Buenos Aires ein.

Der Aufenthalt in Buenos Aires stand, wie der in Florianopolis, unter dem Schatten des schweren Schicksalsschlages, der die Expedition durch den Tod ihres wissenschaftlichen Leiters getroffen hatte. In der kleinen deutschen Kirche in Florianopolis hatte ein Gedenkgottesdienst stattgefunden, und im deutschen wissenschaftlichen Verein zu Buenos Aires veranstalteten wir eine Gedächtnisfeier, bei der ich das Lebenswerk des Verstorbenen und die von ihm der Expedition gesteckten Ziele würdigte. Die Anteilnahme an dem tragischen Geschick des Professors Merz war bei allen Landsleuten und auch in fremden Kreisen sehr herzlich.

Die Arbeiten auf Profil III.

Nach zehntägigem Aufenthalt verließ das Schiff Buenos Aires. Eine abermalige Deviationsbestimmung der Kompassse wurde bei Recalada-Feuerschiff vorgenommen, da bereits auf Profil I die Erfahrung gewonnen worden war, daß das Schiff bei schwerem Wetter ganz auf seine Magnetkompassse angewiesen ist. Die an sich gut arbeitende Kreiselkompaßanlage versagt infolge der harten Stöße bei schwerem Seegang, und der Kompaß wird unzuverlässig. Zwischen der La Plata-Mündung und den Falklandsinseln wurde zunächst ein Längsprofil mit vier Beobachtungsstationen gelegt. Das Wetter war günstig, es wurde jedoch häufig dichter Nebel angetroffen, was mit der Annäherung an die durch Eisberge gefährdete Zone besondere Wachverschärfungen und Sicherheitsmaßnahmen nötig machte. Halbstündige Luft- und Wassertemperaturmessungen, Ausguckposten auf der Back, Heulen mit der Dampfsirene und Beobachten eines etwaigen Echos, Schließen der Schotten im Vorschiff, sicherten das Schiff bei besonders dichtem Nebel. Auch das Echolot wurde in diesen Suchdienst nach etwaigen treibenden Eisbergen gestellt.

Nach einer schlichten Gedenkfeier auf dem Schlachtfeld der Falklandsschlacht zu Ehren der Gefallenen des Kreuzergeschwaders wurde in Port Stanley zum Kohlenergänzen geankert. Der an den Arbeiten der Expedition den lebhaftesten Anteil zeigende Gouverneur der Inseln sagte dem Kommando jegliche Unterstützung des Schiffes bei seinen auf Profil V beabsichtigten Vorstößen an die Eisgrenze durch funken-telegraphische Eis- und Wettermeldungen zu, sowie Unterstützung bei seinem Aufenthalt in Süd-Shetland und Süd-Georgien. Die landschaftlich eigenartigen Falklandsinseln boten Gelegenheit zu geologischen und zoologischen Exkursionen und interessanten Filmaufnahmen von Pinguinenherden und Seelöwen. Ferner wurden eine Messung der Deklination auf einem Beobachtungspunkt des „Challenger“ sowie die für Mißweisungsbestimmungen auf hoher See erforder-

derlichen Deviationsbestimmungen vorgenommen. Am 29. September lief der „Meteor“ zu den Arbeiten auf dem Profil III in 48° bis 49° SBr. aus. Die Witterungsverhältnisse gestalteten sich auf diesem Profil, das ebenso wie das erste im Gebiet der Westwindtrift liegt, wegen der fortgeschrittenen Jahreszeit günstiger; es war inzwischen Frühling geworden. Statt 14 Sturmtage hatten wir auf Profil III während der vierwöchigen Reise nur 6 Sturmtage zu verzeichnen. Immerhin betrug die mittlere Windgeschwindigkeit 10 m/sek (Windstärke 5) und die niedrige Temperatur, im Mittel $4,3^{\circ}$ (Maximum 9° , Minimum 0°); der ständig bedeckte Himmel bei einer mittleren Bewölkung von $8/10$ und die vielen Regen- und Schneefälle — nur acht Tage waren ohne Niederschlag — machten das Arbeiten auf den Stationen nicht weniger anstrengend als auf Profil I. Auch diesmal zwang uns am 13. Oktober ein orkanartiger Sturm aus NW mit Windgeschwindigkeiten von 30 m/sek, einen Tag und eine Nacht beizudrehen. Das Schiff lag auch diesmal gut — es wurden Schlingerbewegungen bis zu 30° nach jeder Seite registriert — und als der Sturm nach West gedreht hatte, konnte das Schiff, gut vor schwerer See liegend, vor dem Winde die Reise fortsetzen. Auf dem letzten Teil des Profils III, der in nordsüdlicher Richtung auf etwa 17° O bis nach Kapstadt verläuft, besserte sich das Wetter wesentlich. Alle vorgesehenen 20 ozeanographischen Beobachtungsstationen wurden planmäßig durchgeführt; 55 Serien, 28 Drahtlotungen mit 24 Bodenproben, von denen eine die bisher nicht erreichte Länge von 94 cm hatte. Die Echolotungen ergaben wiederum eine Reihe bemerkenswerter Abweichungen von der bisherigen Darstellung des Bodenreliefs, namentlich in bezug auf die Südatlantische Schwelle. In der argentinischen Mulde wurde die bisher nicht bekannte große Tiefe von 6150 m gelotet. Die Dinklage-Bank wurde nicht vorgefunden. Auf der geographischen Länge der Bouvet-Insel wurde eine auf 1500 m ansteigende Schwelle festgestellt, deren Zusammenhang mit dem Bouvetsockel noch auf Profil V näher untersucht werden soll, und östlich davon wurde in $48^{\circ} 16' S$ und $8^{\circ} 14' O$ eine in sich abgeschlossene Bank gefunden und planmäßig abgelotet. Es handelt sich um eine aus 3000 m Tiefe aufsteigende in südwest-nordöstlicher Richtung verlaufende Bank mit einer geringsten Tiefe von 560 m. Sie ist anscheinend nicht vulkanischer Natur. Ihr wurde der Name „Meteorbank“ gegeben. Außerordentlich schwierig gestaltete sich bei der vorwiegenden Bedeckung des Himmels die Positionskontrolle durch astronomische Beobachtungen. Auch diesmal gelang es den Meteorologen trotz der ungünstigen Witterung, 42 Pilotballon- und 9 Drachenaufstiege auszuführen, während die Strahlungsmessungen, ebenso wie auf Profil I, des Seeganges und der Bewölkung wegen nur sehr selten möglich waren. Der Biologe erzielte 43 Netzfänge, 5 Schlauch- und 21 Deckwaschpumpenfänge sowie 95 Zentrifugenproben.

Wie auf den Profilen I und II wurde auch diesmal während der ganzen Reise kein einziges Fahrzeug angetroffen. Die Tierwelt war fast dieselbe wie auf Profil I. Unter den Sturmvögeln fanden sich jedoch mit der Annäherung an Afrika mehr kleinere Seeschwalbenarten ein. Wiederum zeigten sich Schulen der kleinen Walarten, auf die

während einer Beobachtungsstation vom ausgesetzten Kutter aus eine Jagd mit dem Wurfgewehr und der Harpune veranstaltet wurde. Zwei vereinzelt Pinguine von derselben Art, wie wir sie auf den Falklandsinseln angetroffen hatten, trieben in der Höhe der Bouvetinsel und ließen den Schluß zu, daß dort ihre Heimat sei. Noch lange nach dem Verlassen der Falklandsinseln bis fast 10° W, trafen wir den diesen Inseln eigentümlichen, lederartigen „Kelp“, einen Riesentang, an.

Mit der Annäherung an die afrikanische Küste und den Agulhas-Strom setzte freundlicheres Wetter mit schwachen Winden und heiterem Himmel ein, was nach dem kalten, stürmischen und regnerischen Wetter auf Profil III besonders angenehm empfunden wurde. Die Aufnahme durch die Südafrikanische Union, die deutsche Kolonie und die wissenschaftlichen Kreise war wiederum sehr freundlich. Bei einem Besuch der Universität Stellenbosch und des Universitätsklubs von Kapstadt fanden Vorträge der Expeditionsmitglieder über die Aufgaben und Ziele der Expedition statt.

Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen.

(Beobachter: Dr. Böhnecke, Dr. Meyer, Dr. Schumacher, Dr. Wüst)

Von G. Wüst.

Die Hauptaufgabe der Expedition ist gegeben durch die Bearbeitung des Problems der atlantischen Horizontal- und Vertikalzirkulation mit dem letzten Ziele ihrer zahlenmäßigen Erfassung, oder, wie Merz die Aufgabe auch kurz formulierte: ermittelt soll werden die wahre Bewegung im Raum. In einem ideenreichen Aufsatz¹⁾, den er noch auf der Ausreise der Expedition verfaßte, hat Merz den Stand unserer bisherigen Kenntnis über diese Kernfrage der physikalischen Meereskunde und die Wege zu ihrer Lösung dargelegt und ist dabei zu neuen bedeutungsvollen Ergebnissen gelangt. Jedoch nicht allein in der Aufstellung dieses Problems als Hauptaufgabe der Expedition liegt das große Verdienst unseres verstorbenen wissenschaftlichen Leiters. Merz erkannte klar alle die Forderungen, die sich aus dieser Aufgabe hinsichtlich des Expeditionsplanes, der Verfeinerung der Methoden und der Verbesserung der Instrumente und Maschinen ergaben, und er leistete die große wissenschaftliche und organisatorische Arbeit, um diese Forderungen zu erfüllen. Man darf behaupten, daß Merz hiermit für das Weltmeer eine neue Epoche der Meeresforschung einleitete, nämlich die Epoche der intensiven räumlichen Erforschung eines ganzen ausgedehnten Ozeangebietes. In dem erwähnten Aufsatz hat Merz einen besonderen Abschnitt den wissenschaftlichen Vorbereitungen gewidmet. Seine Absicht, auch auf die instrumentelle Ausrüstung und die erzielten Verbesserungen der Methoden einzugehen, wurde durch seine Erkrankung vereitelt. Es sei dem Berichterstatter, der bei den Vorarbeiten zur Expedition von Merz in erster Linie mit der Beschaffung der

¹⁾ Merz, A.: Die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Meteor“. Sitz. Ber. d. Preuß. Ak. d. Wiss., phys. math. Klasse, Berlin 1925, S. 562—586.

instrumentellen Ausrüstung betraut wurde, gestattet, das hier in Kürze¹⁾ nachzuholen und auch über die bisher gemachten Erfahrungen zu berichten.

Instrumente und Methoden.

Auf Grund der eigenen praktischen Erfahrungen, unter Verwertung aller von früheren Expeditionen veröffentlichten Hinweise und schließlich unter Benützung der wertvollen Anregungen, die ihm die norwegischen und dänischen Forscher gelegentlich einer im Juli 1924 unternommenen Informationsreise gaben, schuf Merz eine bis ins Kleinste durchdachte instrumentelle Ausrüstung. Vor allem handelte es sich um die Verfeinerung der Methoden und Verbesserung der Instrumente, die zur Ermittlung der beiden hydrographischen Hauptfaktoren — Temperatur und Salzgehalt — dienen.

Sollten die hundertstel Grade der Temperatur gewährleistet sein, was für die großen Tiefen unterhalb 1000 m zu fordern war, so mußte die Ablesung der Kippthermometer auf $\frac{1}{1000}^{\circ}$ gesteigert werden, die Prüfung der Instrumente die $\frac{5}{1000}^{\circ}$ -Korrekturen liefern. Auf Grund langer Erwägungen und Vorversuche, die Merz mit der Firma Richter & Wiese in Berlin anstellte und bei denen er wertvolle Anregungen durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, insbesondere von den Herren Geheimrat Scheel und Professor Grützmaacher, empfing, wurden vom Institut für Meereskunde neue Typen von Kippthermometern, bei denen die Fehlerquellen durch die Wahl der Intervallbreite, Stärke der Teilstriche, Beschaffenheit der Skala usw. gegenüber den früheren Typen verringert waren, bei der Firma Richter & Wiese in Auftrag gegeben. Von den geschützten Kippthermometern wurden drei neue Typen für verschiedene Temperatur-Intervalle herausgebracht, die auf der Deutschen Atlantischen Expedition im allgemeinen in folgender Weise Verwendung finden:

1. Typ mit einem Temperatur-Intervall -2° bis $+8^{\circ}$, geteilt in $\frac{1}{20}^{\circ}$, für alle Tiefen größer als 1000 m;
2. Typ mit einem Temperatur-Intervall $+3^{\circ}$ bis $+13^{\circ}$, geteilt in $\frac{1}{20}^{\circ}$, für 500 bis mindestens 1000 m;
3. Typ mit einem Temperatur-Intervall $+9^{\circ}$ bis $+30^{\circ}$, geteilt in $\frac{1}{10}^{\circ}$, für die Oberschichten der Tropen.

Bei diesen Typen ist das rückseitig mit Milchglas belegte Stabthermometer senkrecht zu einem Radius bis dicht an die Kapillare abgeschliffen und die Teilung in sehr feinen Strichen gleicher Dicke in die polierte Schliffebene eingeätzt. Dadurch wird die Entfernung zwischen Quecksilber und Teilstrich auf etwa 0,4 mm verringert und der paralaktische Fehler auf ein Minimum reduziert. Alle Thermometer besitzen eine lange und enge Schleife, eine sichtbare Abreißstelle und einen Nullpunkt. Ihre Dimensionen betragen: Gesamtlänge 34,4 cm, Gesamtbreite 1,9 cm, Abstand zwischen zwei Teilstrichen 0,7 mm. Die Instrumente wurden von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in monatelanger Arbeit geprüft, bei den $\frac{1}{20}^{\circ}$ -Thermometern meist für alle

¹⁾ Eine ins einzelne gehende Beschreibung der Instrumente, der Prüfungsergebnisse usw. muß dem Expeditionswerke vorbehalten bleiben.

ganzen Grade, sonst für jeden zweiten Grad. Für einen Teil der Instrumente ist die Prüfung nach der Vorexpedition wiederholt.

Durch die angegebenen Verbesserungen, die Verschärfung der Prüfmethode und durch die Verfeinerungen des Reduktionsverfahrens mittels der neuen von A. Schumacher berechneten Reduktionstabellen¹⁾ ist es nun möglich geworden, die Genauigkeit der Temperaturmessung im Meere zu steigern. Dies zeigt deutlich die folgende Gegenüberstellung, in welcher unter A die Maximalfehler für die in $1/20^\circ$ geteilten, mit abgeschliffener Skala versehenen und für alle Grade auf $0,005^\circ$ geprüften neuen Kippthermometer und unter B die Maximalfehler für die alten, nicht abgeschliffenen und nur für alle 4° auf $0,01^\circ$ geprüften $1/10^\circ$ -Kippthermometer aufgeführt sind:

	A	B	Bemerkungen
Korrekturfehler	$\pm 0,0025$	$\pm 0,005$	
Fehler wegen des Abstandes der Prüfpunkte	$\pm 0,0000$	$\pm 0,005$	
Ablesefehler	$\pm 0,0050^1)$	$\pm 0,015$	¹⁾ Ablesungen mit Lupe im Wasserbad.
Reduktionsfehler ²⁾	$\pm 0,0025$	$\pm 0,040$	²⁾ In tropischen Meeren und bei großem Volumen.
Σ	$\pm 0,0100$	$\pm 0,065$	

In dem ungünstigsten Falle, daß alle Fehler im gleichen Sinne wirken, erhalten wir einen maximalen Gesamtfehler von $\pm 0,010^\circ$ bei unseren neuen Meß- und Reduktionsmethoden gegenüber $\pm 0,065^\circ$ der alten, d. h. wir erzielen nunmehr eine sechsfache Genauigkeit. In der Regel ist naturgemäß der Gesamtfehler in beiden Fällen geringer. Unsere regelmäßigen Doppelmessungen aus den Tiefen über 700 m, in denen wir fast ausschließlich die neuen $1/20^\circ$ -Thermometer verwenden, lehren uns, daß der Gesamtfehler in der Regel kleiner als $\pm 0,005^\circ$ ist. Um dieses günstige Ergebnis zu erzielen, hat es sich jedoch als erforderlich herausgestellt, die Thermometer durch Vergleichsmessungen und Nullpunktprüfungen in kurzen Zeitabständen zu kontrollieren. Diese Nullpunktprüfungen werden in einem umklappbaren Nullpunktprüfapparat regelmäßig gelegentlich eines jeden Hafenaufenthaltes vorgenommen. Bisher liegen seit der Ausfahrt von Wilhelmshaven fast für jedes Instrument fünf bis sechs weitere Nullpunktprüfungen vor, die bei manchen nicht unbeträchtliche Veränderungen des Nullpunktes (von mehr als $\pm 0,01^\circ$) ergaben. Sowohl die Thermometertechnik als die Prüfmethode sind zur Erfüllung unserer Forderungen zur Zeit an die Grenze des Möglichen gelangt.

Es erschien notwendig, die zur Verfügung stehenden Thermometer nach ihrer Güte in vier Klassen einzuteilen, für die wichtigen Schichten unterhalb 700 m nur die erstklassigen Instrumente zu verwenden und die als unsicher erkannten Stücke gänzlich auszuschließen. Außer diesen neuen Typen besitzen wir zur Verwendung in

¹⁾ A. Schumacher, Neue Hilfstafeln für die Umkippthermometer nach Richter und Beiträge zur thermometrischen Tiefenmessung. Ann. d. Hydr. u. marit. Met. 1923, S. 273 ff.

geringeren Tiefen und als Reserve eine Anzahl älterer $\frac{1}{10}^{\circ}$ -Kippthermometer von der Firma Richter & Wiese, meist jedoch mit weiter Teilung versehen, die den Vorräten des Instituts für Meereskunde entnommen wurden, und einige von der Firma F. Schmidt hergestellte, ebenfalls verbesserte Kippthermometer mit $\frac{1}{10}^{\circ}$ - und $\frac{1}{20}^{\circ}$ -Teilung. Im ganzen verfügt die Expedition über 98 geschützte Kippthermometer.

Die Verfeinerung der Temperaturmessungen bedingt nunmehr auch eine genauere Bestimmung der Tiefe, in welcher die Messung erfolgt, da diese aus der am Meterrad angegebenen Länge des ausgelassenen Drahtes und aus dem Drahtwinkel nicht genügend genau ermittelt werden kann. Wir besitzen in der Methode der indirekten Tiefenmessung durch Vergleich der Temperaturen in druckgeschützten mit denen in druckungeschützten Kippthermometern ein genaueres Verfahren, von dem jedoch bisher in der Meeresforschung nur in geringem Umfange und bis höchstens 2000 m Tiefe Gebrauch gemacht wurde. Merz stellte der Firma Richter & Wiese die Aufgabe, ungeschützte Kippthermometer zu konstruieren, die es ermöglichen, die Tiefenlage bis 5500 m mit genügender Genauigkeit (± 10 m) zu bestimmen, und bei denen eine Reihe von Mängeln des bisherigen Typs (Verwaschen der Skala, Nachfließen des Quecksilbers usw.) vermieden wird. Nach mannigfachen Vorversuchen, bei denen wiederum die Physikalisch-Technische Reichsanstalt mitarbeitete, gelang es der Firma Richter & Wiese, zwei neue Typen fertigzustellen, welche die gestellten Bedingungen erfüllten:

1. Typ mit einem Temperatur-Intervall von -2° bis $+60^{\circ}$, geteilt in $\frac{1}{8}^{\circ}$, verwendbar bis 5500 m Tiefe;
2. Typ mit einem Temperatur-Intervall von -1° bis $+30^{\circ}$, geteilt in $\frac{1}{10}^{\circ}$, verwendbar bis 1000 m.

Diese Instrumente besitzen meist eine plangeschliffene Skala, ein umgebogenes Quecksilbergefäß und eine sichtbare Abreißstelle, und das eigentliche Thermometer kann aus dem Schutzrohr zum Nachschwärzen der Skala herausgenommen werden. Sie wurden eingehend von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüft, die Druckkoeffizienten wurden für mehrere Punkte des in Frage kommenden Druckbereichs ermittelt. Da bei dem ersten Typ Drucke bis über 500 Atmosphären unmittelbar auf das Quecksilbergefäß und die Kapillare wirken, stellt die Fabrikation eines solchen Instrumentes eine beachtliche technische Leistung dar. Einschließlich einer kleinen Reserve von Thermometern älteren Typs, ebenfalls vom Institut für Meereskunde zur Verfügung gestellt, besitzt die Expedition 26 ungeschützte Kippthermometer. Sie sind ebenso wie die geschützten nicht gleichwertig; bisher sind fünf Stück wegen mangelhaften Abreißens oder wegen Nachfließens außer Verwendung gesetzt. Die übrigen Instrumente haben sich bis jetzt gut bewährt.

Für die Bestimmung der Oberflächentemperatur werden geprüfte Oberflächenthermometer, in $\frac{1}{10}^{\circ}$ geteilt, verwendet. Zur genauen Ermittlung des Gradienten in den obersten Lagen der Oberflächenschicht dienen gelegentlich bei glatter See die von Merz konstruierten und beschriebenen Präzisions-Oberflächenthermometer¹⁾ mit

¹⁾ Merz, A.: Die Oberflächentemperatur der Gewässer. Methoden und Ergebnisse. Veröff. Inst. f. Meereskunde. Neue Folge, Reihe A, Heft 5. Berlin 1920.

den feinen stricknadelförmigen Gefäßen (Firma Richter & Wiese). Merz selbst gelang es bei der Ausreise im Äquatorialgebiet, bei glatter See, vom kleinen Boot aus, eine interessante Beobachtungsreihe über den Temperaturgradienten in den obersten 20 cm auszuführen. Das von der Firma Keiser & Schmidt hergestellte elektrisch registrierende Fernthermometer, das zur Registrierung der Oberflächentemperatur im Saugrohr des Schiffes eingebaut ist, gab während der Ausreise brauchbare Registrierungen; jedoch wurde das Schutzrohr aus Messing, das nach den Erfahrungen der Vorexpedition versuchsweise versilbert wurde, wiederum vom Seewasser völlig zerfressen, so daß auf den ersten drei Profilen der Apparat leider außer Betrieb gesetzt werden mußte.

Für die besonderen Zwecke der Expedition ließ Merz durch die Firma Marx & Berndt zwei neue Typen von Wasserschöpfern anfertigen, die Modifikationen bekannter Konstruktionen darstellen:

1. Die sogenannten „Serienwasserschöpfer“. Sie gleichen im Prinzip den von den norwegischen Forschern verwendeten Kippwasserschöpfern mit Hahnverschluß, besitzen jedoch ein größeres Fassungsvermögen ($1\frac{1}{4}$ l Inhalt) und weisen eine Reihe kleiner Verbesserungen auf. Diese Schöpfer sind leicht und handlich und können in Serien bis zu zwölf Stück geschaltet werden. Um ein ökonomisches Arbeiten zu gewährleisten, sind die Thermometerrahmen so angeordnet, daß die Thermometer nach dem Heraufholen der Schöpfer zugleich mit den Rahmen leicht abgenommen und in das Wasserbad zur Ablesung gesetzt werden können.

2. der sogenannte „Große 4 Liter-Wasserschöpfer“. Er stellt eine wesentliche Modifikation des Krümmelschöpfers dar. Er besitzt in dem Metallzylinder einen Glaszylinder von 4 Liter Inhalt, Hahn und Ventil aus Kautschuk, und ist mit starken Spannfedern versehen, die ein sicheres Schließen der Gummideckel gewährleisten. Der Thermometerrahmen ist leicht abnehmbar. Dieser neue Schöpfer weist eine ausgezeichnete Durchflutung auf, so daß Verunreinigungen an den glatten Glaswänden ausgeschlossen sind. Die hiermit geschöpften Proben sind infolge der Vermeidung jeglicher Metallberührung für feine chemische Untersuchungen (Gehalt an Edelmetallen) geeignet.

Aus den Beständen des Instituts für Meereskunde und der Marineleitung besitzt die Expedition noch eine kleine Anzahl von Schöpfern anderer Konstruktion, mit den oben erwähnten Serienwasserschöpfern, von denen 48 Stück beschafft wurden, rund 70 Stück. Bei den normalen Serienmessungen verwenden wir in der Hauptsache die Serienwasserschöpfer, nachdem eine Reihe von Mängeln, insbesondere Undichtigkeiten am Konus, die sich anfangs herausstellten, durch den Mechaniker an Bord beseitigt werden konnten. Der große 4 Liter-Wasserschöpfer dient regelmäßig als Schlußinstrument einer jeden Serie. Zwei bis drei Kippwasserschöpfer nach Ekman (älteres Prinzip) werden bei jeder Serie mitverwendet.

Sämtliche Arten von Wasserschöpfern neigen bei einer längeren Benutzung im Seewasser und bei schwierigen Verhältnissen zum Versagen. Es stellen sich Undichtigkeiten ein, die anfangs erst nach Beendigung der Station bei der chemischen Analyse der Wasserproben erkannt wurden. Wir haben nunmehr eine regelmäßige Wartung und

Überholung aller verwendeten Schöpfer nach jeder Station durch den Mechaniker eingerichtet und damit die Zahl der verfälschten Proben, die übrigens durch die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration nunmehr rasch als solche erkannt werden, auf ein Minimum reduziert. So hat sich auch hier wieder in der Mitnahme eines eigenen Zivilmechanikers die Voraussicht unseres verstorbenen Leiters bewährt.

Für Tiefenstrommessungen vom verankerten Schiff aus dienen zwei verschiedene Arten von Strommessern, die sich in mehreren Exemplaren an Bord befinden: 1. der von Merz und dem Berichterstatter für die Messung kleiner Stromgeschwindigkeiten in großen Tiefen abgeänderte Ekman-Merz-Strommesser und 2. der von Ekman neu konstruierte Repetierstrommesser. Nach wiederholten Vorversuchen in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin wurden nach unseren Angaben von Marx und Berndt mehrere Typen der ersten Art für verschiedene Geschwindigkeitsintervalle angefertigt. Die Instrumente besitzen eine neuartige Form des Kugelmagazins, das aus einer taschenuhrförmigen, in dreißig nummerierte Fächer geteilten Büchse besteht, in welche entsprechend nummerierte Kügelchen eingefüllt werden. Diese Kugelbüchse sitzt bei den verschiedenen Typen von Zählwerken verschiedenen Achsen auf, so daß dieselben Propeller für verschiedene Beobachtungsdauern (eine halbe bis sechs Stunden) und Geschwindigkeitsintervalle (2 bis 75 cm/sek) verwendet werden können. Bei dieser Art des Kugelfalls sind die Reibungseinflüsse sehr verringert, die Instrumente sind empfindlich, sie laufen bereits bei 2 cm/sek an. Durch die Anbringung einer 1,5 m langen Aluminium-Stromfahne besitzen sie eine empfindliche Richtungseinstellung. Bei unseren ersten Versuchen auf der Ankerstation des Profil 2 hat sich das neue Prinzip des Kugelfalls bewährt. Als ein Übelstand ergab sich, daß die Flächen der leicht gebauten Vielblatt-Propeller, welche sich bei den Untersuchungen auf der Nordsee, wo mit Handbetrieb gehievt und gefiert wurde, als stabil genug erwiesen hatten, bei Maschinenbetrieb infolge der starken vertikalen Drucke beim raschen Fieren und Hieven leicht Verbiegungen erleiden. Immerhin ergaben aber schon diese ersten, 42 Stunden lang fortgesetzten Messungen in 30, 500 und 2500 m Tiefe wenigstens für die beiden ersten Niveaus zufriedenstellende Resultate. Über die neuen Repetierstrommesser, die bei der Vorexpedition von Professor Ekman selbst mit Erfolg erprobt wurden, konnten neue Erfahrungen bislang noch nicht gemacht werden.

Für die ozeanographischen Serienbeobachtungen besitzt die Expedition zwei sogenannte „große Serienmaschinen“, welche von der Mannheimer Maschinen-Fabrik Mohr & Federhaff nach Angaben von Professor Merz und Professor Stahlberg gebaut sind. Sie besteht aus einer großen Trommel aus Stahlformguß, welche 8000 m Drahtseil von 4 mm Stärke aufnimmt, und wird durch einen Gleichstrommotor von 10,47 PS und 800 Umdrehungen pro Minute durch zwei Stirnrädervorgelege angetrieben. Die mittlere Hubgeschwindigkeit beträgt etwa 1 m/sek. Der Motor ist durch eine elastische Kupplung, welche als Magnetbremse ausgebildet ist, mit dem Windwerk gekuppelt. Zum Ablassen dient eine Bremsbandkupplung, die gestattet, das Wind-

werk von der Trommel abzukuppeln. Die Seilführung wird durch eine Spindel besorgt. Der Controller zum Steuern des Motors ist für beide Drehrichtungen des Motors vorgesehen, so daß auch mit dem Motor gesenkt werden kann. Nachdem die bei der Vorexpedition festgestellten Mängel beseitigt worden sind — insbesondere waren die Trommelwände etwas zu schwach —, hat sich die Konstruktion der Firma Mohr & Federhaff vorzüglich bewährt; die Maschine gestattet ein sehr sicheres und rasches Arbeiten. Kleinere Reparaturen waren bisher nur an der Spindel zur Erzielung einer besseren Seilführung notwendig. Trotz der Verstärkung der Trommelwände hat sich aber im Laufe der ersten drei Profile eine kleine Verbiegung der Seitenflächen ergeben. Die benutzte Trommel ist daher in Reserve gestellt und die Ersatztrommel hier in Kapstadt eingesetzt worden. Bisher ist regelmäßig die Steuerbord mittschiffs unmittelbar hinter der Brücke aufgestellte Serienmaschine in Betrieb gewesen, in der vor der Brücke ebenfalls Steuerbord befindlichen zweiten Serienmaschine besitzt die Expedition eine weitere Reserve.

Als Drahtlitze verwenden wir 4 mm-Aluminiumbronzelitze von der Firma Felten & Guilleaume, von denen 8000 m sich auf jeder Trommel befinden. Diese Litze hatte sich bei den eingehenden von Professor Merz veranlaßten Prüfungen im Materialprüfungsamt (Berlin-Dahlem), bei denen die verschiedenen Qualitäten (Gußstahldrahtlitze, Phosphorbronzelitze und Aluminiumbronzelitze) auf Zugfestigkeit, Dehnung, Biegsamkeit, Verwindbarkeit und Korrosion untersucht wurden, als die beste herausgestellt und hat sich auch bisher in der Tat gut bewährt. Sie wiegt 84 kg auf 1000 m und besitzt eine Gesamtbruchfestigkeit von etwa 830 kg. Bisher haben wir noch keine Instrumentenverluste durch Bruch der Litze gehabt. Als Reserve besitzen wir 16 km Gußstahldrahtlitze von etwa 4 mm Durchmesser mit einer Gesamtbruchfestigkeit von rund 1500 kg.

Mit besonderer Hingabe widmete sich Merz auch der Frage der Schiffseinrichtung für die wissenschaftlichen Zwecke. All seine zahlreichen Wünsche und Anregungen wurden von den beteiligten Stellen, insbesondere dem Schiffkommando und der Marinewerft, aufgegriffen und in kürzester Frist verwirklicht. Man kann den „Meteor“ als ein gut ausgestattetes, schwimmendes Meeresforschungs-Institut bezeichnen, in welchem der verfügbare Platz nach Möglichkeit ausgenutzt ist. Für die ozeanographischen Zwecke wurde neben der Serienmaschine ein Deckshäuschen errichtet, das zur Aufbewahrung der Thermometerrahmen und der großen Wasserschöpfer und zugleich als Ableseraum dient. Es enthält ein Wasserbad mit Glaswänden zur Anpassung und Ablesung der mit jeder Serie heraufkommenden 20 bis 24 Kippthermometer, besitzt in den von uns so genannten „Orgelpfeifen“ eine zweckmäßige Einrichtung für die Aufbewahrung der mit den Thermometern versehenen nummerierten Thermometerrahmen. Die 48 Serienwasserschöpfer und 9 Ekman-Wasserschöpfer sind in der Nähe der Serienmaschine in flachen verschließbaren Zinkblechschränken unter ihrer Nummer übersichtlich so aufgestellt, daß auch eine rasche Entnahme ihrer Wasserproben möglich ist. Unter Deck befinden sich im sogenannten „Zeichensaal“, der zugleich die

wissenschaftliche Bibliothek, das wissenschaftliche Bureau und die elektrisch registrierenden meteorologischen Apparate enthält, die drei ozeanographischen Arbeitsplätze (zwei Titrierplätze und ein Platz für Zeichner), die nach den Erfahrungen der Vorexpedition zweckmäßig eingerichtet werden konnten. In den Tischen sind 500 Wasserprobenflaschen, zahlreiche Glasinstrumente usw. untergebracht, ein Bürettenschrank dient zur bruchsicheren Aufbewahrung unserer Büretten und Pipetten. Während der Vorexpedition ergab sich als ein besonderer Übelstand die große Wärme des Zeichensaals, die von dem benachbarten Maschinenraum herrührt. Durch die Isolierung der Zwischenwand konnte dieser Übelstand zum Teil behoben werden; immerhin maßen wir jetzt schon bei den südlichen Profilen wiederholt Temperaturen von 25° bis 30° Grad im Zeichensaal, und es erscheint fraglich, ob bei den tropischen Profilen die Arbeiten hier im gleichen Umfange wie bisher durchgeführt werden können.

Die Bestimmung des Salzgehalts der mit den Wasserschöpfern heraufgebrachten Wasserproben geschieht sogleich an Bord nach dem bekannten chlortitrimetrischen Verfahren unter Benutzung automatischer Büretten nach Knudsen, die jedoch zur Erzielung einer größeren Ablesegenauigkeit abgeändert wurden. Das geteilte Rohrstück ist bei unseren neuen Büretten, die für das Intervall 18.00 bis 21.00 Doppel-ccm zu verwenden sind, enger gehalten als bisher und ist in $\frac{1}{50}$ Doppel-ccm geteilt, so daß eine Ablesegenauigkeit von $\pm 0,002$ Doppel-ccm gewährleistet ist. Zwecks besserer Reinhaltung sind die Büretten einer Anregung von Dr. Roerdansz von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entsprechend zerlegbar gestaltet, indem unterhalb der Teilung das Bürettenrohr zerschnitten ist und durch einen feinen Glasschliff in das Hahnansatzstück völlig dicht eingefügt werden kann. Die Büretten, die zum Teil für die Normaltemperatur 15° C, zum Teil für 25° C justiert sind, wurden von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüft, ihre Fehler für je fünf Punkte der Teilung auf cmm ermittelt, so daß an den Ablesungen eine auf die $\frac{1}{1000}$ -Doppel-ccm genaue Bürettenkorrektur angebracht werden kann. Auf Grund dieser Vorkehrungen und unter Benutzung einer Reihe von praktischen Erfahrungen, die insbesondere auf die Erreichung des gleichen Farbtons beim Endpunkt der Titrierung abzielen, ist es gelungen, die Genauigkeit der Chlorbestimmung zu erhöhen. Von fast allen Wasserproben sind an Bord zwei Titrierungen durch verschiedene Beobachter ausgeführt. Im allgemeinen bleibt die Abweichung der Einzelbestimmung vom Mittelwert unter $\pm 0,005$ des Chlorgehalts, bei größeren Differenzen wird die Titrierung nach Möglichkeit ein drittes Mal sogleich an Bord wiederholt. Die besonders wichtigen Tiefenproben unterhalb 2000 m und eine Anzahl doppelter Proben werden zwecks einer dritten und vierten Kontrolltitrierung in die Heimat gesandt. Auch für die Pipetten, ebenfalls für verschiedene Normaltemperaturen justiert, sind von der Reichsanstalt die Fehler bestimmt worden. Von großer Bedeutung ist, daß selbst bei verhältnismäßig schlechtem Wetter die weichen Bewegungen unseres seetüchtigen und meist durch Segel gestützten Schiffes es gestatten, in dem mitschiffs gelegenen Zeichensaal die Titrierungen durchzuführen. Die Rest-

bestände werden regelmäßig in den Häfen aufgearbeitet. Es sind bisher etwa insgesamt 3000 Titrierungen von Wasserproben der ersten drei Profile durch Dr. Meyer, den Berichterstatter und den Laboranten, Gefr. Runge, ausgeführt, wozu noch die zahlreichen Kontrollbestimmungen mittels Normalwassers (alle acht bis zehn Proben) treten. Für die Reduktion der Titrierungen, bzw. für ihre Umrechnung auf den Salzgehalt in ‰ sind die Titertabellen und die Umrechnungstabellen von Cl auf S auf die $\frac{1}{1000}$ Promille rechnerisch nach den bekannten Knudsen'schen Formeln erweitert worden.

Das an Bord befindliche Interferometer konnte für die regelmäßige Bearbeitung der Tiefenproben noch nicht in Betrieb genommen werden (vgl. den anschließenden Bericht von Dr. A. Schumacher). Ebenso trat bisher das von Professor O. Pettersson der Expedition geschenkte Goldkettenaräometer noch nicht hierfür in Verwendung.

Die ozeanographischen Stationen.

Der allgemeine Verlauf der Profile und die Anzahl der Stationen sind durch den Reiseplan gegeben, der bisher mit einer Zeitverschiebung von zwanzig Tagen innegehalten werden konnte. Die genaue Position der Stationen richtet sich nach den angetroffenen ozeanographischen, insbesondere den morphologischen Verhältnissen. Auch in dieser Hinsicht erweist sich die Ausstattung des „Meteor“ mit zuverlässig arbeitenden Echolotanlagen als von geradezu unschätzbarem Werte. Während bislang die Tiefenverhältnisse nur in geringem Maße bei der Durchführung ozeanographischer Profile berücksichtigt werden konnten, entrollen nunmehr die ständig fortgesetzten Echolotungen bei voller Fahrt des Schiffes das morphologische Bild des Meeresbodens vor unseren Augen. Wir erkennen sofort jede Tendenz von Tiefenänderungen und sind in der Lage, bei der Festsetzung der Stationen das soeben neu erlotete Bodenrelief zu berücksichtigen. In der Regel wird so verfahren, daß bei den steilen unterseeischen Böschungen der Kontinentalabfälle und der großen Rücken nach Möglichkeit eine Station am Fuße der Böschung, die zweite etwa in halber Höhe und schließlich die dritte etwa auf dem Gipfel ausgeführt wird. Bei neuentdeckten größeren Erhebungen über den allgemeinen Tiefseeboden wird in der Regel nach Erreichung des höchsten Punktes gestoppt und eine Station eingeschoben. Naturgemäß spielen bei diesen Entschlüssen, die vom Expeditionsleiter in Besprechung mit dem ozeanographischen Leiter gefaßt werden, auch nautische Erwägungen (Kohlenbestand, Wetterlage) eine Rolle. Nach diesen Grundsätzen wurde bei den ersten drei Profilen der Expedition verfahren, deren tatsächlich ausgeführte Stationen in Abbild. 1 eingetragen sind. Der Übersicht wegen sind die geplanten Stationen der späteren Profile mit-eingezeichnet worden.

Vor Beginn einer jeden Reise wird für die Stationen des Profils ein Schema der zu verwendenden Wasserschöpfer und Kippthermometer aufgestellt, das Rücksicht nimmt erstens auf die nach unseren Temperaturarbeitskarten zu erwartenden Temperaturverhältnisse und zweitens auf die Güte der Thermometer; für jede Tiefe wird mindestens

ein erstklassiges Instrument eingesetzt, und für die Tiefen unterhalb 700 m werden die feinen $\frac{1}{20}^{\circ}$ -Thermometer verwendet. In folgendem geben wir das Schema, wie es bei Profil 3 zur Anwendung gelangte, wieder, da hieraus am besten die Anlage der Serien ersichtlich ist.

Die Anlage der ozeanographischen Serien auf Profil 3.

Serie	Tiefe m	Wasser- schöpfer	Therm. Rahmen Nr.	Geschützte Kippthermometer		Ungeschützte Kippthermometer Fabr.-Nr.
				Therm. I. Fabr.-Nr.	Therm. II. Fabr.-Nr.	
I.	0	Pütze	—	783	—	—
	50	S	S 51	1105	1092	—
	100	E	E 1	1273	—	986
	150	S	S 26	888II	1101	—
	200	E	E 2	879II	1184	—
	250	S	S 27	1095	206	—
	300	S	S 28	966	—	988
	400	S	S 29	1093	1014	—
	500	E	E 3	1102	1030	—
	600	S	S 30	1094	1015	—
700	G	S 1	922	—	261	
II.	700	S	S 31	921	880	—
	800	E	E 4	920	—	989
	900	S	S 32	919	1616	—
	1000	S	S 33	1099	1615	—
	1100	S	S 34	975	1548	—
	1200	E	E 6	918	1097	—
	1400	S	S 35	932	—	911
	1600	E	E —	916	930	—
	1800	S	S 36	931	1098	—
	2000	G	S 4	929	—	902
III.	2000	S	S 37	872	927	—
	2250	E	E 8	879I	—	904
	2500	S	S 38	878	926	—
	3000	S	S 39	876	—	945
	3500	S	S 40	875	923	—
	4000	S	S 59	874	925	—
	4500	S	S 42	873	—	907
	5000	G	S 43	870	924	—

Anmerkung: S=Serienwasserschöpfer, E=Ekmanwasserschöpfer, G=Großer 4-l-Wasserschöpfer.

Jede tiefe Station zerfällt in drei Serien, Serie 1 von 0 bis 700 m mit zehn Wasserschöpfern, siebzehn geschützten und drei ungeschützten Kippthermometern; Serie 2 von 700 bis 2000 m mit zehn Wasserschöpfern, siebzehn geschützten und drei ungeschützten Kippthermometern; Serie 3 von 2000 m bis zum Boden in der Regel mit acht Wasserschöpfern, dreizehn geschützten und drei ungeschützten Kippthermometern. Die Serien greifen übereinander, so daß regelmäßig für die Tiefen von 700 m (bzw. 800 m) und 2000 m Doppelmessungen von verschiedenen Zeitpunkten und mit verschiedenen Instrumenten vorliegen.

Der Arbeitsvorgang an den Stationen ist nun im allgemeinen folgender: Nach dem Stoppen beginnt sogleich die Draht-

lotung an der vorderen Lukaslotmaschine, die mit der Entnahme einer Bodenprobe und mit der Messung der Bodentemperatur mittels Kippthermometers (letzteres regelmäßig erst seit Beginn des dritten Profils) verknüpft ist. Aus dem über der Bodenprobe im Glaszylinder der Stoßröhre befindlichen Wasser wird sogleich eine Wasserprobe zur Chlortitrierung entnommen. Dann beginnen die ozeanographischen Serien an der großen Serienmaschine. Einer der Ozeanographen hat hier die Leitung. Er steuert die Maschine selbst und führt das Maschinenprotokoll, ein zweiter Ozeanograph, bzw. ein besonders ausgebildeter Steuermannsmaat hat die Aufsicht im Thermometerhäuschen und führt das Ableseprotokoll. Als Hilfskräfte für das An- und Abmachen der Wasserschöpfer und das Abfüllen der Wasserproben fungieren zwei Vermessungsgäste. Die Thermometer stehen zu Serien geordnet in den Rahmen fertig vorbereitet, sie werden an der sichtbaren Abreißstelle noch einmal hinsichtlich ihrer Funktion geprüft, dann an dem ebenfalls überprüften Wasserschöpfer mit einem einfachen Handgriff durch Splint befestigt. Die Wasserschöpfer werden nach dem Anklemmen noch einmal vom leitenden Ozeanographen nachgesehen und dann mit etwa 2 m/sek in die Tiefe gelassen. Auf die gleiche Weise wird mit den nächsten Wasserschöpfern verfahren, bis alle Apparate angeklemt und auf die gewünschte Tiefe ausgefiert sind. Dann folgt eine Anpassungszeit von zwanzig Minuten für die Thermometer in den betreffenden Tiefen. Vom wachhabenden Offizier wird während dieser ganzen Operation „auf den Draht manövriert“, und insbesondere während der Anpassungszeit auf die Erzielung eines kleinen Drahtwinkels geachtet. Nachdem bei den ersten stürmischen Stationen des ersten Profils die praktischen Erfahrungen gesammelt waren, gelingt es den wachhabenden Offizieren nunmehr selbst bei schwierigen Wetterverhältnissen, den Drahtwinkel unter 20° , in der Regel unter 10° zu halten. So wurden häufig Stationen bei Windstärken von 7 Beaufort und darüber durchgeführt, beim dritten Profil sogar einmal eine Station bei plötzlich aufkommender Windstärke 10 bis 11 programmäßig beendet, wiederum ein Beweis für die Seetüchtigkeit des „Meteor“. Das Fallgewicht wird so abgeworfen, daß es gleich nach der Anpassungszeit auf den obersten Schöpfer auftrifft, nach dem Kippen der Serie werden dann alle Schöpfer mit einer mittleren Geschwindigkeit von etwa 1,4 m/sek aufgeholt, die Thermometerrahmen sogleich in das Wasserbad gesetzt und die Wasserproben aus den Schöpfern für die verschiedenen Zwecke der Ozeanographen, des Chemikers und des Biologen abgefüllt. Für die ozeanographischen Proben werden grüne, mit Patentverschluß versehene Glasflaschen von 200 ccm verwendet. Von mehreren Stationen eines Profils werden einige große Wassermengen (4 Liter) aus typischen Tiefen auch für ozeanographische Zwecke entnommen und in die großen Zwei Liter-Glasflaschen zwecks exakter Bestimmungen der spezifischen Gewichte bzw. Gesamtanalysen in die Heimat gesandt. Nach halbstündiger Anpassung werden die Kippthermometer im Wasserbad mit Lupe auf die $\frac{1}{1000}^\circ$ doppelt abgelesen. Der Chemiker bestimmt inzwischen kolorimetrisch die Wasserstoffionenkonzentration und stellt hieraus fest, ob die Wasserschöpfer einwandfrei geschlossen haben. Verfälschte Proben werden bei der

zweiten Serie neu geschöpft. Die erste Serie bis 700 m nimmt bei dem geschilderten Arbeitsvorgang rund eine Stunde in Anspruch. Es folgen nun an der hinteren Lukaslotmaschine die biologischen Netzfänge. Dann beginnt die zweite ozeanographische Serie bis 2000 m, die rund $1\frac{3}{4}$ Stunden beansprucht, schließlich die letzte, die bei 5000 m Wassertiefe etwa in 3 bis $3\frac{1}{2}$ Stunden erledigt wird. Auf diese Weise wird eine große Station von 5000 m Tiefe mit dem normalen Arbeitsprogramm der Ozeanographie, Geologie, Chemie und Biologie in etwa 8 bis 9 Stunden erledigt. Auf Profil I betrug im Mittel der 20 Stationen, die ja vielfach geringere Tiefen aufweisen, die Stationsdauer rund 7 Stunden, auf Profil II rund 6 Stunden. Es ist dies ein Ergebnis, wie es von vornherein nicht erwartet werden konnte. Merz selber hatte bei Aufstellung des Reiseplanes angenommen, daß das normale Stationsprogramm in 12 Stunden erledigt wird, was von fachmännischer Seite als undurchführbar bezeichnet wurde. Dank seiner sorgfältigen, weit-schauenden Vorbereitungen, die sich selbst auf scheinbar belanglose Nebensächlichkeiten erstreckten, dank der Seetüchtigkeit des Schiffes und der Einübung des seemännischen Personals ist es möglich geworden, dieses günstige Ergebnis zu erzielen und damit die technische Durchführbarkeit der Profile sicherzustellen. Naturgemäß sind Fehlschläge nicht ausgeschlossen und werden Wiederholungen von Serien erforderlich, jedoch sind diese Fehlschläge, die meist auf ein Versagen der Wasserschöpfer zurückzuführen sind, durch die oben geschilderten Prüfungen und Wartungen auf ein Minimum reduziert.

Auf diese Weise wurden auf Profil I insgesamt 420 korrespondierende Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt aus der Tiefe gewonnen, wovon zwei Drittel durch gleichzeitige Doppelmessungen der Temperatur belegt sind, die ebenso wie die Oberflächenmessungen in die obige Zahl nicht eingerechnet sind. Für das zweite und dritte Profil sind die entsprechenden Zahlen 630 und 540. Eine Übersicht über die in den einzelnen Profilen ausgeführten Beobachtungen ergeben die Abbild. 2—4, in welche die Stationen und Beobachtungspunkte eingetragen sind. Es sei bemerkt, daß in diesen Profilen für die Zeichnung des Meeresbodens lediglich die Drahtlotungen verwendet wurden, die Echolotungen ergeben ein viel komplizierteres Bild. Man erkennt aus diesen Darstellungen, daß sich die Beobachtungen ziemlich gleichmäßig in engabständigen Tiefenhorizonten über die ganzen Profile verteilen und dort enger stehen, wo morphologische Störungen auftreten¹⁾. Eine größere Lücke weisen lediglich in Profil I die Tiefen zwischen 45° und 35° westlicher Länge auf. Sie wurde bedingt durch das Abbrechen der Station 5, das durch die Erkrankung des Leiters nötig wurde, und durch das stürmische Wetter, das beim Wiedererreichen des Profils die vorzeitige Beendigung von Station 6 und 7 und den Ausfall von Station 8 am vorgesehenen Punkte erheischte. Zur Schließung dieser Lücke wurde nach Verlassen von Port Stanley ein Vorstoß von Profil III aus nach Norden in etwa $38\frac{1}{2}^\circ$ westlicher Länge geplant, der aber durch plötzliches Einsetzen eines Nordweststurmes vereitelt wurde. Es

¹⁾ Die am Rande der Profile auftretende Drängung der Stationen ist in unseren Darstellungen durch die Projektion der Stationen auf die geographische Hauptbreite verursacht.

sind auf den ersten drei Profilen insgesamt 71 ozeanographische Stationen mit 1590 korrespondierenden Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt in allen Tiefen¹⁾ zur Ausführung gelangt.

Erwähnung verdient noch unsere erste und bisher einzige Ankerstation. Die Unsicherheit der Wetterlage verbot bislang weitere Versuche. Im Anschluß an Station 36 wurde in $28^{\circ} 5' S$ und $19^{\circ} 22' W$ auf 4547 m Tiefe mit 5100 m Trosse geankert, und vom 13. August mittags bis 15. August vormittags bei ziemlich ruhiger See mit den neuen Tiefenstrommessern beobachtet. In 30 m Tiefe wurden während dieser Zeit 42 Messungen zu jeder vollen Stunde vorgenommen, in 500 m gelangen 26 Messungen, von denen jede eine Messungsdauer von einer halben Stunde aufwies; aus 2500 m liegen 10 über 2 Stunden fortgesetzte Messungen vor, doch erscheinen diese wegen der erwähnten Mängel nicht einwandfrei. Die Verankerungsmethode bewährte sich, wie verschiedene Kontrollbeobachtungen über etwaige Ortsveränderungen (wiederholte astronomische Ortsbestimmungen, fortgesetzte Echolotungen usw.) ergaben.

An der Durchführung der ozeanographischen Stationen, d. h. der Arbeit an der Serienmaschine und im Ableseraum sind alle vier Ozeanographen beteiligt. Herr Dr. B ö h n e c k e hat außerdem als besonderes Arbeitsgebiet die Beobachtungstechnik (Wasserschöpfer, Serienmaschinen usw.) und die Aufsicht über die mechanische Werkstatt. Die Messungen mit dem Interferometer, die Wellenaufnahmen mit dem stereophotogrammetrischen Aufnahmeapparat und die Verdunstungsmessungen bilden ferner die selbständigen Arbeitsgebiete von Herrn Dr. S c h u m a c h e r. Herr Dr. M e y e r, der erst bei Beginn des dritten Profils in den wissenschaftlichen Stab der Expedition eintrat, ist besonders mit der Ausführung der Titrierungen betraut, wobei er vom Signalgefreiten R u n g e unterstützt wird. Dem Berichterstatter liegt die Leitung der ozeanographischen Untersuchungen ob. Neben der regelmäßigen Beobachtungstätigkeit besorgen fortlaufend alle Ozeanographen und Hilfskräfte die Reduktionen des gewonnenen Materials und die erste Auswertung in Karten und Schnitten. Als Zeichner fungiert Steuermannsmaat H i n z, der übrigens auch bei den Stationen an Deck praktisch mitarbeitet. Die Reparaturarbeiten werden vom Zivilmechaniker A n t o n und dem bei Marx & Berndt ausgebildeten Gefr. S t e i n b r e c h e r ausgeführt.

Die vorläufigen Ergebnisse der ersten drei Profile.

Über die Ergebnisse unserer Untersuchungen läßt sich aus begreiflichen Gründen noch nichts Abschließendes sagen. Im folgenden seien nur die Hauptzüge der vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsanordnung, die sich bei Betrachtung der für Profil I und II fertig konstruierten Schnitte aufdrängen, hervorgehoben. Profil I beginnt am Rande des patagonischen Schelfes in $39^{\circ} S$, vier Breitengrade südlich der La Plata-Mündung. Die ersten drei Stationen fallen in den Bereich des F a l k l a n d s t r o m e s mit seinen in dieser Jahreszeit niedrigen Temperaturen. Schon in 300 m Tiefe wurden hier 3° unter-

¹⁾ Die Oberflächenbeobachtungen und Doppelmessungen sind nicht eingerechnet.

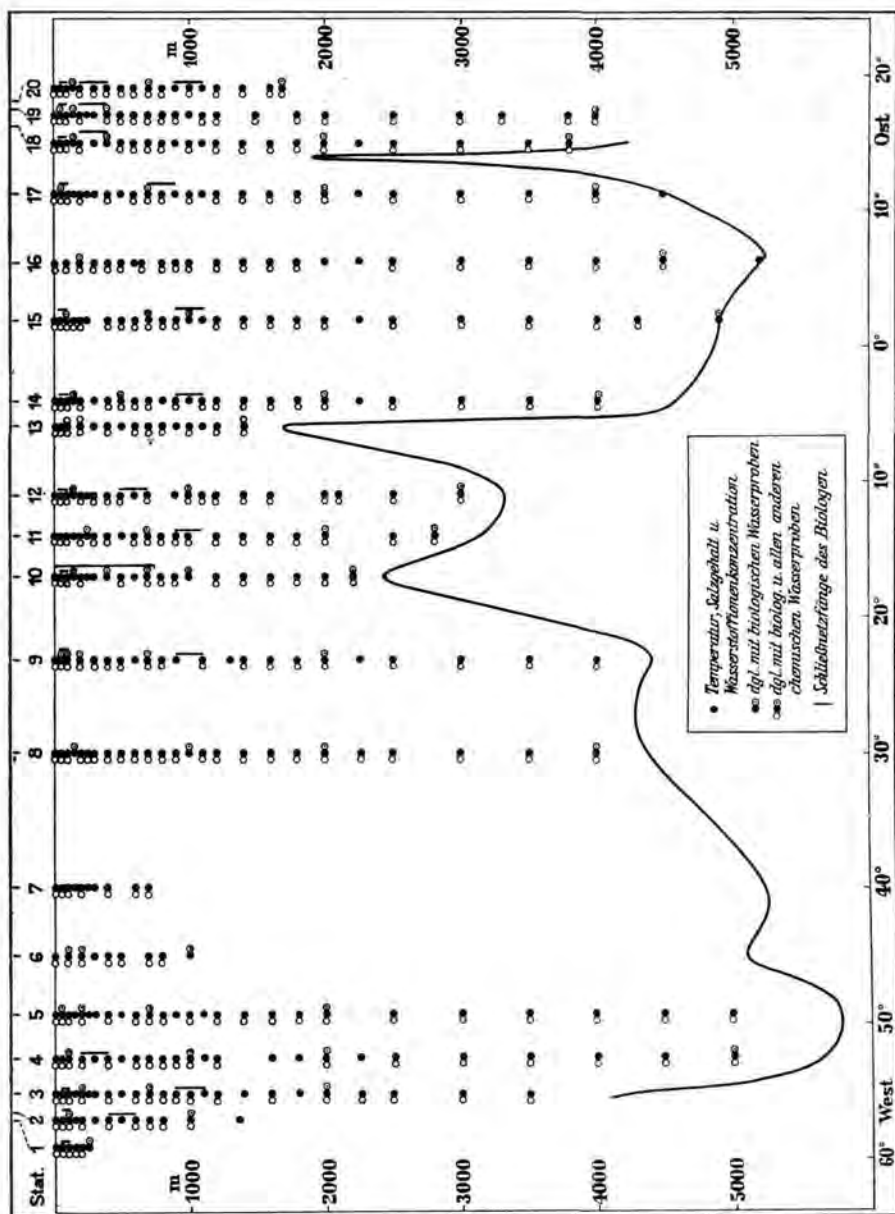


Abb. 2. Arbeiten auf Profil I (42° S).

schritten. Der Strom ist hier gekennzeichnet durch ein intermediäres Temperaturminimum von etwa $2,3^{\circ}$ in etwa 1000 m, das nach Osten in Verbindung tritt mit dem 400 m tiefer gelegenen Temperaturminimum des Antarktischen Zwischenstromes. Im Salzgehalt fanden wir hier die geringsten Werte mit etwa $34,10\text{‰}$ in oberflächennahen Schichten. Die untere Grenze des Falklandstromes dürfte, nach Temperatur und Salzgehalt zu schließen, etwa in 1500 m Tiefe zu suchen sein. In den größeren Tiefen finden wir hier eine starke Aufbiegung der Isolinien zum Kontinentalabfall hin, die auf eine stärkere Ausbildung der Tiefenströmungen schließen läßt. Zwischen Station 3 und 4 ändern sich die Verhältnisse, wir gelangen in das Regime des warmen und salzreichen Brasilstromes. Er erreicht seine stärkste Ausbildung bei Station 5. In der Tiefenschicht zwischen 1800 und 3000 m finden wir ab Station 4 den Nordatlantischen Tiefenstrom, gekennzeichnet durch das intermediäre Temperatur- und Salzgehaltsmaximum, klar ausgeprägt. Unsere Messungen ergaben hier eine Inversion der Temperatur von $0,23^{\circ}$, des Salzgehaltes von $0,70\text{‰}$. Verhältnismäßig stark ist dann die Temperaturabnahme zum Boden, wo der Antarktische Bodenstrom nur $0,1^{\circ}$ bis $0,2^{\circ}$ aufweist. Dieser Bodenstrom, der durch Mischung polaren Wassers mit Wasser aus niederen Breiten vor dem Rande des Antarktischen Schelfes entsteht, ist in der Temperatur deutlich, im Salzgehalt nur schwach ausgeprägt.

Diese mehrfache Schichtung fanden wir im Prinzip bis zu Station 10 in 17° W. Die Isothermen und Isohalinen zeigten in dieser westlichen Hälfte des Profils einen verhältnismäßig glatten, weitgeschwungenen Verlauf, wenn wir von den ersten vier, am Kontinentalabfall gelegenen Stationen absehen. Kleinere Ausbiegungen der Isolinien sind geknüpft an wärmere und salzreichere Stromäste aus N, die Anlaß geben zur Ausbildung von Unterströmen in 100 bis 200 m Tiefe.

Die Atlantische Schwelle erweist sich als ein allmählich vom Tiefseeboden (5000 m) aufsteigendes Massiv, das bei Station 10 in 2400 m zum ersten Male kulminiert. Diese erste Aufragung macht sich in einer Störung der Temperatur- und Salzgehaltverteilung bis etwa 300 m unter der Meeresoberfläche deutlich bemerkbar, die Isothermen und Isohalinen senken sich von Station 10 zu der nur drei Längengrade entfernten Station 11 in allen Schichten um 250 bis 500 m. Eine zweite, verhältnismäßig steile, bis etwa 1500 m reichende Aufragung trafen wir dort, wo die bisherigen Karten gerade den östlichen Fuß der Schwelle vermuten lassen. Sie beeinflußt die vertikale Schichtung nur in geringem Maße, woraus wir vielleicht schließen können, daß sie nur eine isolierte, wenig ausgedehnte Aufragung darstellt. Das geschlossene Massiv der Atlantischen Schwelle ragt in den Nordatlantischen Tiefenstrom hinein und zerlegt ihn in zwei Teile, die sich wesentlich voneinander unterscheiden. Östlich der Schwelle ist der Nordatlantische Tiefenstrom nur noch aus der Inversion des Salzgehaltes erkennbar. In der Temperatur finden wir hier keine Inversion, sondern eine nur sehr langsame Abnahme.

Auffällig sind auch die Unterschiede des westlichen und des östlichen Beckens in den Temperaturen und Salzgehalten der großen

Tiefen unterhalb 4000 m und am Boden. Das östliche Becken ist in diesen Tiefen um $0,5^{\circ}$ bis $0,8^{\circ}$ wärmer als das westliche. Das legt die Vermutung nahe, daß im östlichen Becken südlich des Walfischrückens noch weitere quergestellte bisher unbekannte morphologische Schranken existieren, die im Osten das Vordringen des Antarktischen Bodenstromes hemmen. Wir sind diesem Problem auf Profil III nachgegangen, indem wir dicht über dem Boden Temperatur und Salzgehalt in engen Tiefenabständen von 100 bis 200 m ermittelten. Es ergab sich hier noch in stärkerem Maße der Unterschied zwischen dem östlichen und westlichen Becken. Westlich der Schwelle nahmen die Temperaturen dicht über dem Boden auffällig stark ab (mehr als $0,1^{\circ}$ pro 100 m), im Osten hingegen war die Temperaturabnahme langsam; die Bodentemperaturen waren um etwa $0,7^{\circ}$ höher. Die Auffindung der „Meteor-Bank“ beweist, daß in diesem Gebiet noch Überraschungen zu erwarten sind. Eine weitere Aufhellung dieses Problems ist von den ozeanographischen und insbesondere auch morphologischen Untersuchungen des südlichsten Profils (5) zu erhoffen.

Bei Station 17 war in etwa 12° O der östliche Endpunkt unseres durchschnittlich in 41° S verlaufenden ersten Profils erreicht. Wir bogen dann nach NO ab. Station 17 wies noch 4500 m Tiefe auf. Dann stießen wir auf eine steile unterseeische, bis etwa 1600 m reichende Aufragung, die sich offenbar als die nordwestliche Fortsetzung der von der Valdivia bereits an einer tieferen Stelle (2593 m) angeloteten Bank erweist. Es wurde hier sofort zur Vornahme einer Station gestoppt, jedoch hatte die geringe Ortsveränderung, der das Schiff bis zum vollständigen Stoppen unterlag, genügt, um die Tiefe von 1600 m auf 4160 m zunehmen zu lassen, ein Beweis für die Steilheit dieser Aufragung, deren Wirkung sich auch in einer Störung der Schichtung der Wassermassen bemerkbar macht. Die hier durchgeführte 18. Station fällt bereits in das Grenzgebiet des Agulhasstromes, der mit den beiden letzten Stationen 19 und 20 voll erfaßt wurde. Dieser warme und salzreiche Strom macht sich bis etwa 2000 m Tiefe bemerkbar und bringt das Salzgehaltsminimum des Antarktischen Zwischenstromes fast völlig zum Verschwinden. Die Schrägstellung der Isothermen und Isohalinen lehrt, daß der Agulhasstrom bis in größere Tiefen verhältnismäßig starke Geschwindigkeiten aufweist. Für den Wärme- und Wasserhaushalt des Südatlantischen Ozeans dürfte daher dieser in Horizontalkarten verhältnismäßig geringfügig erscheinende Zustrom indischen Wassers wegen seiner starken Bewegung von nicht zu unterschätzender Bedeutung sein.

Profil II ist eines der interessantesten Profile der Expedition; es läuft in 28° bis 30° Südbreite von der Mündung des Oranjeflusses nach Santa Catharina an der brasilianischen Küste und schneidet im Osten den Benguelastrom, in der Mitte das südatlantische Konvergenzgebiet und im Westen den Brasilstrom und führt überdies über ein morphologisch unruhiges Gebiet, das durch die drei Störungszonen des Walfischrückens, der Atlantischen Schwelle und des Rio Grandrückens gekennzeichnet ist. All diese Umstände veranlaßten schon Merz, hier eine enge Stationsfolge in Aussicht zu nehmen. Unsere Echolotungen ergaben vielfach eine noch reichere Gliederung, als bisher

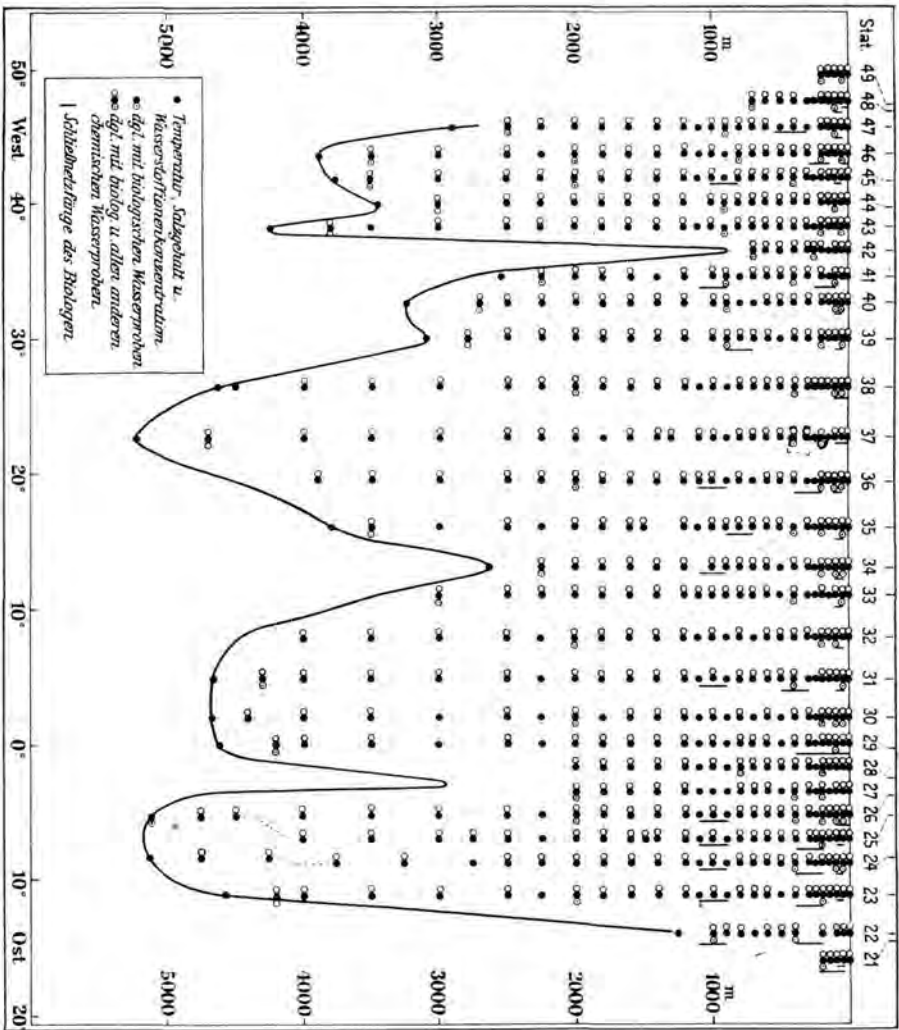


Abb. 3. Arbeiten auf Profil II (29° S).

bekannt, so daß in gewissen Gebieten die Stationen noch enger gelegt wurden. Insgesamt kamen 29 Stationen bei einem mittleren Abstand von 2 bis $2\frac{1}{2}^{\circ}$ Länge zur Durchführung, so daß ein detailliertes Bild der vertikalen Schichtung gewonnen wurde. Nur schwach fanden wir in den oberflächlichen Schichten am südwestafrikanischen Schelf auf unserem Profil die bekannte Auftriebserscheinung ausgeprägt, die durch den von der Küste absetzenden Benguelastrom verursacht ist; erst in den großen Tiefen unterhalb 1000 m fanden wir am Kontinentalabfall ein Aufquellen von kaltem Tiefenwasser, das mit dieser Querkirkulation zusammenzuhängen scheint. Interessante Ergebnisse zeitigten unsere Untersuchungen im Bereich des Walfischrückens, über den wir ein Profil von 5 engabständigen Stationen legten. Die Lotungen ergaben, daß dieser Rücken hier aus zwei parallelen, auf 2500 und 2900 m ziemlich steil von dem in 4500 m gelegenen Tiefseeboden ansteigenden Erhebungen besteht mit einer wieder auf fast 4500 m abfallenden Einsenkung dazwischen. Wir fanden nicht nur die große Bedeutung dieser Barriere für das Vordringen der Bodenströme bestätigt, sondern wir erkannten, daß dieser bis zu 2500 m aufsteigende Querriegel sich in beträchtlichen Störungen der Temperatur- und Salzgehaltsverteilung bis zur Oberfläche bemerkbar macht. Diese Störungen erreichten ihre größten Ausmaße in der Grenzschicht zwischen Nordatlantischem Tiefenstrom und Antarktischem Zwischenstrom; hier heben und senken sich die Isothermen mehrmals um 300 bis 800 m. Es bestätigt sich vollauf die Vermutung von Merz, daß die Ausbuchtungen der Isolines in enger Beziehung zur Topographie des Untergrundes stehen. Weiterhin ergaben unsere Messungen auch in der Struktur der Bodenströme einige neue Züge. Der Walfischrücken besitzt offenbar einzelne bis etwa zu 3500 m Tiefe reichende Durchlässe, die Wasser des Antarktischen Bodenstromes von fast $2,4^{\circ}$ hindurchtreten lassen, das sich in diesem Niveau in das Nordatlantische Bodenwasser einschiebt. Auf diese Weise entsteht nordwestlich der Schwelle eine Temperaturinversion oberhalb des Bodens, eine Zunahme der Temperatur von 3500 m zum Boden um $0,05^{\circ}$.

Zwischen Station 29 und 30 queren wir die von H. Meyer¹⁾ dargestellte Konvergenzlinie, die sich in einem Absinken der Isolines, besonders schön im Sauerstoff, ausdrückt. Im Gegensatz zum quergestellten Walfischrücken macht sich die längsgestellte Atlantische Schwelle nach der Oberfläche hin nur in geringem Ausmaße bemerkbar. Hingegen ist sie wiederum von maßgebendem Einfluß auf die Ausbildung des Nordatlantischen Tiefenstromes und der Bodenströme. Östlich der Schwelle ist die nach der allgemeinen Meridionalzirkulation zu erwartende Temperaturinversion bei den meisten Stationen nicht vorhanden, bei einzelnen nur schwach angedeutet. Und nur in der Salzgehaltsinversion finden wir die nordatlantische Herkunft der Wassermassen zwischen 1500 und 3500 m klar ausgesprochen. Das Bodenwasser entstammt in diesem Becken zwischen Atlantischer Schwelle und Walfischrücken ebenfalls dem Nordatlantischen, so daß

¹⁾ Meyer, H. H. F.: Die Oberflächenströmungen des Atlantischen Ozeans im Februar. Veröffentlichung des Instituts für Meereskunde. Neue Folge, Reihe A, Heft 11. Berlin 1923.

die Tiefen unterhalb 2500 m mit fast homohalinem Wasser erfüllt sind. Westlich der Atlantischen Schwelle besteht infolge des Vordringens des Antarktischen Bodenstromes eine starke Temperaturabnahme zum Boden, eine schwächere im Salzgehalt; der Nordatlantische Tiefenstrom ist hier auch durch eine Temperaturinversion klar erkennbar.

Der reich gegliederte Rio Grande-Rücken, der nach unseren Lotungen vom Kontinentalsockel durch eine über 4000 m tiefe Mulde getrennt ist, wird vom Antarktischen Bodenstrom umflossen. Auf diesem Rücken schieben sich die Wassermassen des Nordatlantischen Tiefenstromes hin, wir finden hier die sekundären Maxima von Temperatur und Salzgehalt am Boden, nämlich auf dem Rücken der Schwelle. Die stärkste Inversion weisen die Stationen in der Mulde zwischen Kontinentalsockel und Rio Grande-Rücken auf; sie beträgt in der Temperatur bis $0,5^{\circ}$, im Salzgehalt etwa $0,70/_{00}$. Der Antarktische Zwischenstrom erreicht hier größte vertikale Mächtigkeit und größte Intensität (d. h. geringste Werte der Temperatur und des Salzgehaltes) und seine tiefste Lage im Westen vor der brasilianischen Küste. Die Isothermen und Isohalinen, die ihn charakterisieren, senken sich von Osten nach Westen um 400 bis 500 m und treten zugleich um etwa 200 m auseinander. Offenbar drängt die ablenkende Kraft der Erdrotation den nordwärts setzenden Strom hart an die brasilianische Küste. Das bedeutet, daß hier die Tiefenströmungen am stärksten entwickelt sind. Die Ursachen dafür dürften im wesentlichen morphologischer Natur sein, denn gewisse Anzeichen sprechen dafür, daß zwischen Rio Grande-Rücken und Atlantischer Schwelle ein engerer Zusammenhang besteht, als bisher angenommen. Diese Frage zu fördern, wird eine der Aufgaben des Profils IV sein, das in 35° S gerade über die engste Stelle der bisher angenommenen Rinne führt.

Die Isothermen und Isohalinen zeigen insbesondere in den Tiefen zwischen 1000 und 3000 m einen wellenförmigen Verlauf. Diese Schwankungen sind im Salzgehalt besonders ausgeprägt in der Grenzschicht zwischen Antarktischem Zwischenstrom und Nordatlantischem Tiefenstrom, wo sie etwa 300 bis 400 m betragen, in der Temperatur besonders deutlich in Tiefen zwischen 1500 und 2500 m, wo sie ein vertikales Ausmaß von fast 1000 m besitzen. Diese wellenförmigen Ausbuchtungen knüpfen sich einmal, wie dargelegt, an die morphologischen Störungen. Selbst verhältnismäßig geringfügige unterseeische Erhebungen beeinflussen die Temperatur- und Salzgehaltsverteilung bis in die obersten Lagen. Andererseits stehen sie im Zusammenhang mit den Grenzwirbeln, die an der Grenze verschiedener gerichteter Strömungen auftreten. Auf Profil II querten wir insbesondere westlich der Atlantischen Schwelle wiederholt die Konvergenzlinie, die nach Meyer die nördliche Begrenzung der Westwinddrift bildet und einen bogigen Verlauf besitzt. Warme Stromäste von Norden, kalte von Süden — dieser Wechsel ergibt im Querschnitt den wellenförmigen Verlauf der Isolinien. Es handelt sich also im wesentlichen um stationäre Grenzwirbel, welche sich an morphologische Störungen und Stromgrenzen knüpfen. In dieser Hinsicht bestätigen unsere bisherigen Messungen die Anschauungen, die Merz in seinem letzten Aufsatz vorwiegend auf Grund älteren Materials gewonnen hat, das er zu einem Quer-

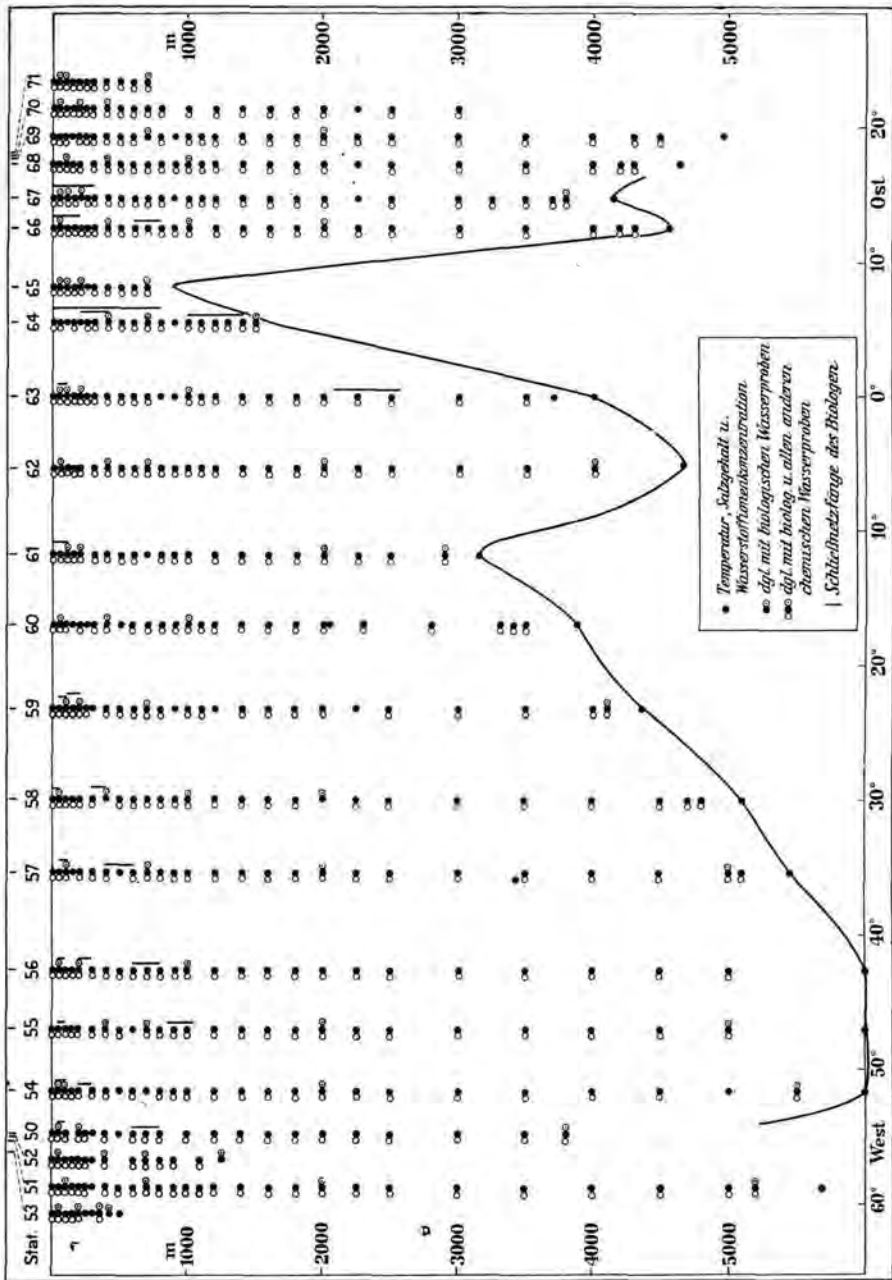


Abb. 4. Arbeiten auf Profil III (48° S).

schnitt durch den Atlantischen Ozean in 35° S verarbeitete. Dieses Ergebnis stellt zugleich eine Rechtfertigung des Merz'schen Expeditionsplanes dar, der zur Erfassung eben dieser von ihm als stationäre Wirbel erster Ordnung erkannten Störungen in solchen Gebieten Stationsabstände von 2½ bis 5 Längengraden als notwendig und als ausreichend vorsieht¹⁾.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Die drei ersten vom „Meteor“ gelegten Querprofile auf 46°, 41° und 30° S lassen schon jetzt einige bestimmtere Züge im Bilde der atlantischen Zirkulation erkennen. Auf Grund der Längsschnitte für Salzgehalt und Temperatur auf 30° W und der Querprofile auf 35° S war A. Merz zu seiner Anschauung der atlantischen Vertikalzirkulation gelangt, die, wie er selbst stets betonte, nur eine sehr allgemeine sein konnte. Denn die wahre Bewegung im Raum ist nicht auf Grund der Diskussion der Bewegungskomponenten von nur zwei senkrecht aufeinanderstehenden Schnittebenen zu erhalten. Unsere Profile zeigen daher im einzelnen Abweichungen von der Schichtung der atlantischen Wassermassen, die auf den Längsprofilen auf 30° W für den Südatlantischen gefunden wurde: Oberflächenschichten mit verschiedenen Bewegungen bis etwa 400 m, Antarktischer Zwischenstrom zwischen 400 und 1500 m, Nordatlantischer Tiefenstrom zwischen 1500 und 3500 m und Antarktischer Bodenstrom unterhalb 3500 m.

Die vertikale Anordnung von Temperatur und Salzgehalt, also auch die Tiefenlage der Stromgrenzen, ist in den drei Querprofilen verschieden und abhängig von der Lage des Profils im System der vorwiegend meridional verlaufenden vertikalen Zirkulation. Denn die Stromgrenzen zwischen Antarktischem Zwischenstrom und Nordatlantischem Tiefenstrom senken sich nach Süden herab. Die Unterschiede der Tiefenlage und Intensität der Ströme, die innerhalb eines Profils auftreten, sind bedingt einmal durch die Topographie. Das Bodenrelief gliedert den Nordatlantischen Tiefenstrom in Teilgebiete verschiedener Intensität und ist bestimmend für die Ausbreitung der polaren Bodenströme. Sein Einfluß macht sich jedoch auch bis in die oberflächlichen Schichten hinauf in Störungen bemerkbar. Eine weitere Gliederung der Tiefenströme wird bewirkt durch Wirbel an den Stromgrenzen, auf die Merz hingewiesen hat. Ihre Wirkung ist in manchen Gebieten durch den Antarktischen Zwischenstrom hindurch noch bis in die obersten Lagen des Nordatlantischen Tiefenstromes zu verfolgen. Eine gründliche Durchmischung, daher geringe Salzgehalts- und Temperaturinversionen in der Vertikalen, sind die Folge für diese Wirbelgebiete. In den wirbelfreien Gebieten dagegen bleiben die Inversionen erhalten. Der Einfluß der Erdrotation bedingt weitere Unterschiede. Er tritt besonders in Profil II hervor in dem Herandrängen des Antarktischen Zwischenstromes an die südamerikanische Küste.

Unsere Beobachtungen gestatten uns nunmehr auch, die Frage

¹⁾ Die in den beiden südatlantischen Profilen des „Fram“ (vgl. A m u n d s e n, Eroberung des Südpols II) auftretenden Wellen der vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsanordnung stehen ebenfalls in enger Beziehung zur Topographie und zu den Grenzwirbeln, wie ein Vergleich mit Groll's Tiefenkarte und Meyers Stromkarte lehrt.

über das Vordringen des Nordatlantischen Tiefenstromes nach Süden der Beantwortung näher zu bringen. In unserer ersten Arbeit sprach Merz bereits die Vermutung¹⁾ aus und wiederholte sie in seinem letzten Aufsatz in bestimmterer Form²⁾, daß der Nordatlantische Tiefenstrom im Süden aufsteige und im Zusammenhang mit der wärmeren und salzreicheren Zwischenschicht der Weddellsee stehe. Die drei auf 30° W gelegenen, demnach in die Längsprofile von Merz fallenden Meteor-Stationen Nr. 39, 8 und 58 in 29°, 41° und 48½° S schließen die große Lücke der Beobachtungen zwischen 25° und 50° S und fügen sich dem Bilde der Salzgehalts- und Temperaturverteilung überraschend gut ein. Unterhalb 1000 m verlaufen seine Isolinien in dem damals beobachtungsleeren Raum so, als ob sie mit Hilfe der neuen Beobachtungen konstruiert worden seien. Oberhalb 1000 m weichen die Meteor-Beobachtungen nur auf 48° S von den Isolinien ab. Die Ursache hierfür wird sich erst völlig klären lassen, wenn die Frage: „Antarktischer“ oder „Subantarktischer“ Zwischenstrom entschieden werden kann.

Ozeanographische Sonderuntersuchungen.

Von A. Schumacher.

A. Verdunstungsmessungen.

Die Untersuchung der Verdunstung, dieses Grenzgebiet ozeanographischer und meteorologischer Beobachtungstätigkeit auf See, gliedert sich in doppelter Weise in das Arbeitsprogramm der „Meteor“-Expedition ein. Im Zusammenhang mit dem Wasseraustausch zwischen Hydrosphäre und Atmosphäre ist sie ein rein physikalisches Problem und steht so in enger Beziehung zu dem ozeanographischen Hauptproblem der Expedition; daneben ist die Verdunstung natürlich von Interesse als rein klimatischer Faktor.

Die bislang im Arbeitsgebiet des „Meteor“ von anderen ausgeführten Verdunstungsmessungen liegen auf dem Seglerwege zwischen dem Äquator und Kap Horn, dazu kommen die Beobachtungen von Professor Merz zwischen Monrovia und Pernambuco³⁾. Im ganzen östlichen Teil des Südatlantischen Ozeans fehlen bisher derartige Untersuchungen.

Die Aufgabe der früheren Beobachtungen war vor allem, zunächst einmal in großen Zügen durch Meridionalschnitte die Unterschiede der einzelnen Klimazonen zu ermitteln. Die Messungen während der wiederholten Ozeanüberquerungen des „Meteor“ dürften eine nähere Abgrenzung dieser Zonen gestatten. Die meisten, vier Wochen dauernden Profile werden auch Gelegenheit geben, eine Reihe von Tagen mit besonders ausgeprägten Witterungsverhältnissen (heiter, be-

¹⁾ A. Merz und G. Wüst; Die atlantische Vertikal-Zirkulation. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdk. zu Berlin, 1922, Heft 1, S. 23.

²⁾ A. Merz: Die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Meteor“, Sitz. Ber. d. Preuß. Ak. d. Wiss., phys. math. Klasse. Berlin 1925. S. 562—586.

³⁾ Vgl. G. Wüst: Die Verdunstung auf dem Meere. Veröff. Inst. f. Meereskunde. N. F. A. Heft 6. Berlin 1920. S. 7.

wölkt usw.) besonders zu bearbeiten. Den größten Reiz besitzt natürlich die Feststellung reeller Unterschiede in westöstlicher Richtung. Hierfür muß die endgültige Bearbeitung der Beobachtungen abgewartet werden.

Die Beobachtungen auf „Meteor“ erfolgen nach demselben Prinzip wie bei früheren Reisen. Hinsichtlich der Geräte und Beobachtungsmethoden wurden einige Verfeinerungen vorgenommen. Es werden zwei verschiedene Verdunstungsschalen nebeneinander benutzt: eine in der Form des von L ü t g e n s und den Beobachtungen des Instituts für Meereskunde verwendeten Gefäßes (zylindrische Schale mit langem engeren zylindrischen Ansatz) und eine zweite in einfacher Zylinderform. Beide Gefäße werden zu Beginn der Beobachtung mit 2500 ccm Seewasser gefüllt; ihre Oberflächen betragen 290 bzw. 330 qcm. Zur Bestimmung der Oberflächentemperatur in den Verdunstungsschalen dienen Thermometer mit stricknadelförmigem Quecksilbergefäß, für diesen Zweck neu hergestellt von Richter & Wiese, Berlin. Diese Thermometer gestatten also eine Messung in der allerobersten Wasserschicht, soweit dies praktisch überhaupt möglich ist. Die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft werden mit dem normalen A ß m a n n schen Psychrometer bestimmt. Die Windgeschwindigkeit wird mit F u e ß schen Handanemometern sowohl außen am Gefäß wie auch in demselben möglichst dicht über der Wasseroberfläche gemessen, gelegentlich auch nur durch Schätzung festgestellt.

Die Verdunstungsgefäße sind in unveränderlicher Aufstellung auf dem Achterdeck an Steuerbord und Backbord, möglichst nahe am Heck, ausgebracht. In unmittelbarer Nähe des Steuerbordgefäßes befinden sich ein gewöhnlicher und ein selbstschreibender H e l l m a n n scher Regenmesser. Alle Geräte sind dem Luftzuge recht frei ausgesetzt, ausgenommen bei vorlichem Wind. Die Schraubenerschütterung ist durchweg gering; von Spritzern wird gerade dieser Teil des Achterdecks am wenigsten betroffen. Eine recht ärgerliche Störung oder gar Vereitelung der Beobachtungen verursachen nur bei Windstille oder schwachem vorlichem Wind die großen Mengen Flugasche aus dem Schornstein.

Im ganzen wurden bislang an 75 Tagen Messungen ausgeführt. Von diesen entfallen 11 auf die Überfahrt vom Kanal nach Buenos Aires, 7 auf das erste und der Rest zu etwa gleichen Teilen auf das zweite und dritte Profil. Die geringe Ausbeute von der Überfahrt, von der ein neuer geschlossener Längsschnitt durch den Atlantischen Ozean erwartet worden war, ist vornehmlich durch die angetroffene schwache Ausbildung und Unbeständigkeit beider Passate bedingt. In der verschiedenen Beobachtungszahl von Profil I und III kommt der jahreszeitliche Unterschied (I. Profil Winter, III. Profil Frühling) zum Ausdruck. Auf der Überfahrt vom Kanal nach Buenos Aires wurden an ausgewählten Tagen zweimal 12stündige Messungen ausgeführt (6 a bis 6 p und 6 p bis 6 a), im übrigen 24stündige Messungen.

Die Ergebnisse von den beiden gleichzeitig bedienten Gefäßen weichen durchweg um wenige Zehntel bis zu einem halben Millimeter voneinander ab. Gesetzmäßigkeiten über diese Abweichungen lassen sich noch nicht ableiten. Die bislang ermittelten Einzelwerte der

Verdunstung liegen durchaus in der Größenordnung der Ergebnisse früherer Beobachtungsreihen.

Eine wichtige Vervollständigung der Verdunstungsmessungen wird sich hoffentlich auf den weiter nördlich gelegenen, ruhigeren Profilen durch gleichzeitige Wind-, Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen vom Schiff und vom Boot aus erzielen lassen, wie sie W. Schmidt nachdrücklich angeregt hat. Bislang liegen derartige Parallelmessungen in größerer Zahl wohl nur aus der Ostsee von G. Wüst vor. Einzelne von den Meteorologen der „Meteor“-Expedition ausgeführte Reihen stehen schon jetzt zur Verfügung.

Die Bestimmung des Chlorgehaltes der Verdunstungswasserproben erfolgt mit dem Interferometer. Dieses von der Firma Carl Zeiß konstruierte Instrument ist bislang anscheinend nur von Nansen und in größerem Umfange auf der Deutschen Seewarte, Hamburg, für die Untersuchung von Seewasser auf Chlor- bzw. Salzgehalt verwendet worden¹⁾. Erfahrungen über die Brauchbarkeit des Apparates an Bord lagen bei der Abreise des „Meteor“ noch nicht vor. Das an Bord des „Meteor“ benutzte Instrument hat vollkommen die Form der bisher an Land verwendeten Interferometer, da für Änderungen mit Rücksicht auf die Bordverhältnisse die Zeit fehlte. Die feste, d. h. nicht kardanische Aufstellung führt bei stärkerem Seegang oder bei Überliegen des Schiffes nach einer Seite (beim Seegang) zu Unbequemlichkeiten, indem die Streifen der Interferenzbilder sich hin- und herbiegen oder sich für längere Zeit schräg stellen²⁾. Meist kann man diese Schwierigkeit, namentlich beim Hin- und Herbiegen der Streifen, durch mehrmaliges Ablesen umgehen.

An Kammern wurden bisher verwendet: eine von 1 cm Länge und zwei von 4 cm Länge.

Die 1 cm-Kammer dient zur Aufarbeitung der Verdunstungsproben; die hiermit leicht erreichbare Genauigkeit von $0,02\%_{00}$ Cl für die Einzelbestimmung genügt für diesen Zweck, da alsdann der Fehler des Verdunstungswertes im allerungünstigsten Falle 0,2 mm nicht erreicht³⁾. Die Benützung der 1 cm-Kammer hat den Vorteil, daß alle Proben auf ein Vergleichswasser bezogen werden können. Auch Temperaturunterschiede sind bei Verwendung dieser Kammer in verhältnismäßig ziemlich weiten Grenzen ohne nennenswerten Einfluß. In Einzelfällen, wo die Bestimmung infolge gar zu geringer Unterschiede zwischen dem Vergleichs- und Untersuchungswasser unsicher erscheint, erfolgt Nachprüfung der Messung mit der 4 cm-Kammer. Ver-

¹⁾ Vgl. F. Löwe: Ein tragbares Interferometer für Flüssigkeiten und Gase. Ztschr. f. Instrumentenkunde, 1910, Heft 11. — F. Löwe: Die optische Bestimmung des Salzgehaltes im Meereswasser. Ann. d. Hydr. usw. 1912, S. 303 ff. — C. Pape: Über die Verwendbarkeit des Interferometers zur Bestimmung des Salzgehaltes von Meerwasser. Ann. d. Hydr. usw. 1922, S. 193 ff. und 1924 S. 249 ff.

²⁾ Die Bestimmung des Chlorgehaltes erfolgt durch Vergleich zweier Interferenzbilder, eines festen und eines beweglichen. Von diesen wird das feste dadurch erzeugt, daß Licht durch zwei nebeneinander liegende Glaskammern gesandt wird, von denen die eine mit Wasser von bekanntem, die andere mit Wasser von unbekanntem Chlorgehalt gefüllt ist. Das bewegliche Interferenzbild entsteht durch Beugung und Spiegelung.

³⁾ Vgl. G. Wüst: Die Verdunstung auf dem Meere. Veröffentlichungen Inst. f. Meereskunde. N. F. A. Heft 6. Berlin 1920, S. 12, 13.

gleichmessungen mit beiden Kammern ergaben mit einer Ausnahme eine Übereinstimmung auf $\pm 0,01\text{‰}$ Cl.

Die 4 cm-Kammern gewähren eine genügende Genauigkeit für die Untersuchung von ozeanischen Tiefwasserproben. Nach P a p e s Ermittlungen entspricht bei Benutzung dieser Kammer ein Trommelteil der Ablesevorrichtung etwa $0,002\text{‰}$ Salzgehalt. Dies würde bei einer Unsicherheit von 1 bis 2 Trommelteilen in der Ablesung im Höchsthalle eine Unsicherheit von $0,002\text{‰}$ Cl bedeuten. Mit Hilfe mehrmaliger Ablesung und Mittelbildung läßt sich also der Fehler einer Einzelbestimmung bei der Interferometrierung noch etwas unter den Fehler der Chlortitration mit Hilfe der neuen für die Expedition verfertigten Büretten (vgl. den Bericht von Dr. G. W ü s t) herabdrücken. Bei einer Reihe von Vergleichsbestimmungen (Chlortitration und Interferometrierung) stimmen die Ergebnisse im allgemeinen durchweg innerhalb $\pm 0,002\text{‰}$ Cl überein; der größte Unterschied betrug $0,005\text{‰}$ Cl. — Besondere Berücksichtigung bei der angestrebten hohen Genauigkeit verlangt die Temperatur der Proben während der Interferometrierung. Nur bei geringen Chlordifferenzen zwischen Vergleichs- und Untersuchungswasser sind Temperaturschwankungen bis zu 1° oder $1,5^\circ$ zu vernachlässigen.

Da die eingehende Eichung der 4 cm-Kammern für verschiedene Temperaturen noch nicht abgeschlossen ist, so hat bislang eine Verwendung des Interferometers für die Chlorbestimmung der Tiefwasserproben noch nicht stattgefunden.

B. Stereophotogrammetrische Wellenaufnahmen.

Bei der Stereophotogrammetrie der Meereswellen sind besonders, abgesehen von photographisch-technischen Forderungen, zwei Grundbedingungen zu erfüllen: Die Aufnahmeapparate müssen möglichst hoch über der Meeresoberfläche ausgebracht werden, und die Aufnahmebasis muß eine angemessene Länge besitzen. An Bord des „Meteor“ ist eine brauchbare Höhe nur durch Verwendung eines Trägers für die Apparate zu erzielen, der in die Takelage gehißt wird. Eine Vorrichtung dieses Prinzips hat bereits Professor L a s auf dem Dampfer „Salatis“ ausprobieren lassen¹⁾. Hierbei wurde ein als starr angenommener Träger von 3,15 m Länge verwendet, mit dem die einmal ausgerichteten Aufnahmeapparate fest verbunden blieben.

Für die Wellenaufnahmen des Berichterstatters auf der Deutschen Atlantischen Expedition ist von der Firma Carl Zeiß eine Apparatur geliefert worden. Diese mußte mit Rücksicht auf die Bordverhältnisse zerlegbar gestaltet werden. Sie besteht aus einem zusammensetzbaren Träger von 6 m Länge, an dessen beiden Enden die photographischen Apparate befestigt werden. Da das ganze System natürlich nicht als starr angesehen werden kann, so muß die Stellung der optischen Achsen zueinander bei jeder Aufnahme ermittelt werden. Zu diesem Zweck ist mit jeder der beiden Kameras eine zweite kleinere Kamera fest verbunden. Während die optischen Achsen der Hauptkammern senk-

¹⁾ Vgl. W. L a s: Die photographische Messung der Meereswellen. In: Veröff. Inst. f. Meereskunde. N.F. A. Heft 7. Berlin 1921.

recht zur Basis stehen, sind die Objektive der darunter befestigten Hilfskammern einander zugekehrt, ihre optischen Achsen liegen also in Richtung der Trägerachse. Alle vier Apparate werden gleichzeitig elektromagnetisch betätigt; die gegenseitigen Aufnahmen der Hilfskammern gestatten alsdann, die Lage der optischen Achsen der Hauptkammern zueinander zu ermitteln und bei der stereoplanigraphischen Auswertung der Platten zu berücksichtigen. (Die Aufhängung erfolgt so — s. unten —, daß auch auf den Platten der Hilfskammern der Horizont abgebildet wird.) Dem Vorteil, bei jeder Einzelaufnahme die Stellung der Hauptkammern zueinander ermitteln zu können, steht natürlich die Schwierigkeit gegenüber, bei hellem Sonnenschein die vier Apparate sämtlich in möglichst günstige Richtung zur Sonne zu bekommen.

Die Hauptkammern haben das Format 13×18 cm, Brennweite 210 mm; die entsprechenden Zahlen für die Hilfskammern sind 9×12 cm und 127 mm. Bis zu einer Tiefe von etwa 250 m ist bei den Abmessungen der Apparatur das stereoskopische Bild mit genügender Genauigkeit auswertbar.

Die Vorrichtung wird am Fockmast unter der Fockraa gehißt; ihre Höhe über der Wasseroberfläche beträgt dort etwa 13 m, so daß sich erst bei ganz großen Wellen sichttote Räume hinter den Wellbergen ergeben. Gleichzeitig mit den Aufnahmen finden seitens des Kommandos Aufzeichnungen über die Schlinger- und Stampfbewegungen des Schiffes mit Hilfe eines Petravice-Pendels statt. — Leider konnten auf Profil II keinerlei Aufnahmen gemacht werden, da gegen Ende des Profils I Versager auftraten, deren Ursache erst nach langen vergeblichen Versuchen in einem Schaden der elektrischen Leitung gefunden wurde. Auf Profil III sind alsdann wieder reichlich 20 Aufnahmen ausgeführt worden.

Die stereoplanigraphische Auswertung der ersten auf der Ausreise der Expedition gewonnenen Aufnahmen ist im Gange. Sobald die Auswertungen in Händen des Berichterstatters sind, wird an anderer Stelle eine ausführlichere Darstellung der Wellenaufnahmeverrichtung und einiger damit gewonnener Ergebnisse erfolgen.

Bericht über die biologischen Arbeiten.

Von E. Hentschel.

Der Grundgedanke für die biologischen Arbeiten der Expedition ist der, im engsten Anschluß an die ozeanographischen Untersuchungen das Expeditionsgebiet nach seinem Organismengehalt qualitativ und besonders quantitativ zu beschreiben, und soweit möglich aus den Produktionsbedingungen die Dichteverteilung der Pflanzen und Tiere verständlich zu machen. Dies Ziel kann nur durch Planktonuntersuchungen erreicht werden. Für den Biologen ist die Expedition daher in der Hauptsache eine Planktonexpedition. Da nun der gegenwärtige Stand der Planktonmethodik nur dann befriedigende quantitative Ergebnisse zu erzielen gestattet, wenn Wassermengen aus ganz

bestimmten Tiefen an Bord gefördert und erst dort von ihrem Plankton befreit werden, da ferner aus großen Tiefen immer nur geringe Wassermengen zu gewinnen sind, so mußte ganz vorwiegend das dichteste und zugleich kleinste Plankton, das Nannoplankton (Zwergplankton), zur Untersuchung kommen. Es ist daher zunächst die Hauptaufgabe, die von H. Lohmann ausgearbeitete und auf der „Deutschland“-Expedition 1911 während der Reise vom Kanal bis Buenos Aires auf Tiefen von 0 bis 400 m angewandte Methodik für den ganzen Südatlantischen Ozean und für alle Tiefen nutzbar zu machen.

Demgemäß ist unter den biologischen Methoden die wichtigste die der Zentrifugierung kleiner Wassermengen, zwischen 100 und 540 ccm, und sofortiger Zählung der darin enthaltenen Organismen in lebendem oder wenigstens frischem Zustande. Für diese Untersuchungen stehen drei Zentrifugen zur Verfügung, jede für 6 Gläser von 30 ccm Inhalt Raum bietend. Das im zugespitzten Unterende der Gläser sich ansammelnde Plankton wird aus sämtlichen Gläsern in eins übertragen und nochmals zentrifugiert, um dann auf einen Objektträger gebracht und unter dem Mikroskop durchgezählt zu werden.

Weiteres quantitatives Material wird gewonnen durch Sedimentierung aus 1 l Wasser in Standzylindern, durch Fänge aus 50 und 100 m Tiefe mit Pumpe und Schlauch und durch entsprechende Fänge von der Oberfläche mittels der Deckwaschpumpe des Schiffes, wobei jeweils 200 l Wasser gefördert und durch feinste Planktongaze filtriert werden. Quantitative Netzfänge mit dem mittleren Apsteinnetz aus Wassersäulen von 200 m Länge sind in Aussicht genommen, doch noch wenig ausgeführt. Qualitative Netzfänge werden regelmäßig mit dem Nansenschen Schließnetz ausgeführt, möglichst so, daß auch dies Material noch einigermaßen quantitative Ausnutzung gestattet. Die Arbeiten mit Netzen liegen in der Hauptsache in den Händen des zur Unterstützung des Biologen besonders ausgebildeten Stabsarztes Herrn Dr. Karl Kraft. Ergänzt werden diese Fänge durch regelmäßige, nach Möglichkeit auch quantitative Beobachtungen über das Tier- und Pflanzenleben der Meeresoberfläche.

Während der Ausreise des „Meteor“ wurden täglich Wasserproben von der Meeresoberfläche mittels der Zentrifuge bearbeitet. Diese Untersuchungen hatten deswegen besondere Bedeutung, weil der Weg vom Kanal nach Buenos Aires auch von der „Deutschland“ durchfahren worden ist. Allerdings weichen die Reisewege beider Schiffe nicht unwesentlich voneinander ab, und die Jahreszeiten der Untersuchung waren ganz verschiedene. Trotzdem war ein weitgehendes Zusammenstimmen der Ergebnisse beider Expeditionen zu vermuten, wie es sich auch in der Tat erwiesen hat. Die nicht unwesentlichen Unterschiede, welche anderseits bestehen, können, wie zu erwarten, einstweilen nur unvollkommen erklärt werden, um so mehr, da sich unsere Untersuchungen auf die Oberfläche beschränken mußten. Das Vorkommen oder Fehlen, das Vorherrschen oder Zurücktreten der wichtigsten Planktonten, die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften, die Standorte der „Völker“ des Planktons im Ozean, ihre Ausdehnung, die Dichte der Bevölkerung längs des Reiseweges ließen beim Vergleich der beiden Expeditionen keinen Zweifel über die vor-

treffliche biogeographische Verwertbarkeit des Nannoplanktons. Das Vorhandensein einer klimatisch bedingten zonalen Verteilung, die gliedernde Wirkung der Strömungen und daneben doch wieder die Selbständigkeit der Völker gegenüber jenen Faktorenkomplexen, Dinge, die Lohmann bereits deutlich nachgewiesen hatte, traten gut hervor. Anzeichen einer Periodizität im Ablauf des Planktonlebens schienen vorhanden zu sein.

Eine zweite und zunächst vielleicht die interessanteste Gruppe von Ergebnissen wurde auf den ersten drei Profilen aus der Untersuchung der tieferen Wasserschichten erzielt. Auf der „Deutschland“-Expedition waren im allgemeinen, wie gesagt, nur die Tiefen bis zu 400 m bearbeitet worden. Die lichtlose Tiefsee war zum Beginn unserer Expedition für die quantitative Planktonforschung im vollen Sinne des Wortes *mare incognitum*. Wir haben nun festgestellt, daß im Bereich unserer drei ersten Profile das Wasser in allen Tiefen noch so dicht mit Nannoplankton bevölkert ist, daß in wenig mehr als einem halben Liter (540 ccm) Wasser fast ausnahmslos noch einige Organismen zu finden sind. Dies Tiefenplankton stellt sich nicht nur als ein verarmtes Oberschichtenplankton dar, sondern ist einigermaßen charakteristisch. Es setzt sich aus Formen zusammen, von denen eine Anzahl ihr Hauptentwicklungsgebiet in der Tiefsee hat, wenn nicht gar auf sie beschränkt ist. Die Arten der Flagellatengattung *Rhynchomonas* z. B. sind sehr bezeichnend dafür. Höchst bemerkenswert ist das regelmäßige Vorkommen olivgrüner Zellen, die augenscheinlich zu den Chroococcaceen gehören.

Wieweit die immer nur niedrigen, aber doch recht wechselnden Zahlenwerte aus diesen Tiefenproben im einzelnen charakteristisch sind, läßt sich einstweilen nicht übersehen. Vorläufige zusammenfassende Berechnungen lassen jedoch zwei Tatsachen deutlich erkennen: Daß die Breiten der beiden südlicheren Profile I und III (41 Grad und 48½ Grad südlicher Breite) reicher besiedelt sind, als die des nördlichsten Profils (II, 28 bis 30 Grad südlicher Breite), und daß bei einem Vergleich der Tiefenstufen 700 m, 1000 m, 2000 m und etwa 4000 m noch eine stetige, anfangs schnellere, später langsamere Abnahme der Planktondichte stattfindet.

Im Hauptbereich der Planktonentwicklung, den oberen 400 m Wasser, ist das Plankton zu dicht und mannigfaltig, als daß schon an Bord des „Meteor“ eine eingehende Auswertung der Zählprotokolle möglich wäre. Es seien nur wenige Hauptcharakterzüge der drei Profile hervorgehoben.

Wie zu erwarten, macht sich die zonale Verteilung des Planktons hier sehr deutlich in vielen Einzelheiten kenntlich. Die für das Warmwasser bezeichnenden Kockolithophoriden beherrschen das nördlichste Profil, sind dagegen auf dem südlichsten gewöhnlich nur durch eine Art (*Pontosphaera Huxleyi*) vertreten. Nicht ganz so auffallend tritt das Vorherrschen der Diatomeen auf dem südlichsten Profil hervor. Die Bevölkerung des Zwischengebietes hat vielleicht mehr den Charakter eines Zwischenplanktons als den eines bloßen Mischplanktons.

Mit diesen Eigentümlichkeiten der Nordsüdverteilung durchkreuzen sich solche der Ostwestverteilung. Daß in der Nähe der beiden

Kontinente andere und zum Teil charakteristischere Planktonverhältnisse bestehen als in der Mitte des Ozeans, war nach dem Verlauf der Oberflächenströmungen zu erwarten. Merkwürdig ist, daß dem einheitlichen Mittelteil des Ozeans im Bereich der Westwinddrift nicht ein gleichförmiges Plankton entspricht. Am auffallendsten und schon qualitativ kommt das darin zum Ausdruck, daß auf dem Profil I einmal (Stat. 10) die Warmwasseralge *Trichodesmium*, auf dem südlicheren Profil III die Kaltwasserdiatomee *Corethron Valdiviae* an mehreren Stationen unter allmählichem An- und Abswellen auftrat. Überraschend war die plötzliche radikale Veränderung des Planktons bei der Annäherung an den Agulhasstrom auf Profil III. In der unmittelbaren Nähe der Küsten zeigten sich naturgemäß die Einflüsse der geringen Wassertiefe.

Eine kleine, für die Methodik wichtige Sonderuntersuchung wurde auf der Ankerstation (Stat. 36) ausgeführt, indem in Abständen von 6 Stunden im ganzen acht Oberflächenproben entnommen und durchgezählt wurden.

Über die zahlreichen Schließnetzfüge und die übrigen Fänge mit Netzen kann einstweilen nichts Wesentliches gesagt werden. Ihre genauere Durcharbeitung wird erst nach der Heimkehr stattfinden. Von Schließnetzfügen aus mehr als 1100 m Tiefe konnten teils wegen der Witterung (Profil I und II), teils wegen der beschränkten Zeit (Profil III) bisher nur wenige ausgeführt werden.

Die Beobachtung der Meeresoberfläche und der darüber schwebenden Vögel wurde gewöhnlich auch quantitativ ausgeführt. Die auf den drei Profilen fast immer vorhandenen, meist zahlreichen Vögel wurden für den „hinteren Backbordquadranten“ oder die beiden hinteren Quadranten der Meeresfläche möglichst zweimal täglich während der Fahrt gezählt. Die Zählung der treibenden und schwimmenden Organismen der Oberfläche fand in der Weise statt, daß der Beobachter, vorn auf der Back stehend, die Unterenden der beiden vordersten Reelingsstützen im Auge behielt und während einer Viertelstunde Fahrt den durch die Fortbewegung dieser beiden Punkte abgegrenzten Streifen absuchte. Im übrigen wurde bei jeder bemerkenswerten Erscheinung von Tieren oder Pflanzen der Biologe von dem wachhabenden Offizier benachrichtigt. — Es sei hier ein kurzer Auszug aus den Beobachtungen nebst einigen Mitteilungen über besonders bemerkenswerte biographische Züge der Landungsplätze usw. gegeben.

Nördlich der Kap Verden traten seit dem 26. 4. Blasenquallen (*Physalia*) auf, die bei der Probestation sehr zahlreich waren, und begleiteten uns bis zu den Inseln, fliegende Fische wurden zuerst am 28. 4., d. h. nahe bei den Kap Verden, beobachtet. Vom 6. 5. bis 15. 5. waren sie regelmäßig vorhanden. Die Insel St. Vincent zeigt floristisch und faunistisch den Charakter einer Wüste, aus der sich inselartig der Monte Verde mit reichem Pflanzenleben seines von feuchten Winden und Wolken umzogenen Gipfels erhebt. Das Vogelleben war schon nördlich der Inseln arm geworden. Bei den St. Pauls-Klippen erschienen Töpel und Töpelseeschwalben, die dort nisten. Der pflanzenlose, glühend heiße Felsboden der Klippen ist mit Landkrabben übersät. Bei Fernando Noronha waren besonders Fregattvögel und Tropikvögel

charakteristische Erscheinungen. Am 18. 5. traten wir in das große Südatlantische Sturmvogelgebiet ein. Der erste Albatros erschien am 19., die erste Kaptauben am 20., der erste „Stinker“ (*M a j a q u e u s*) am 22. 5. zugleich mit der Dominikanermöve. Im Mündungsgebiet des Rio de la Plata wurden als Vorläufer eines südlicheren Faunengebiets Seelöwen (*O t a r i a*) beobachtet.

Auf dem ersten Profil waren Sturmvögel, zumal Kaptauben und die verschiedenen Albatrosarten, immer häufig. Die Verbreitung der treibenden Riesentange konnte stürmischen Wetters und der Planktonarbeiten wegen nur unvollständig beobachtet werden. Am 12. 7. kam ein vereinzelter Buckelwal zu Gesicht, während gewisse kleine, den Schwertwalen ähnliche, doch deutlich davon unterschiedene Wale seit Station 5 mehrfach in Scharen vorkamen.

Auf Profil II waren die Sturmvögel in der Hauptsache die gleichen wie auf I und III, doch nicht ganz so zahlreich. Dagegen waren Wale häufiger. So wurden am 28. 7. echte Schwertwale, seit dem 6. 8. mehrfach Buckelwale, seit dem 20. 8. zweimal Finnwale beobachtet. Blasenquallen (*P h y s a l i a*) traten vom 8. 8. bis 19. 8. wieder in einem zusammenhängenden Bestande auf. — Die Gegend der Insel Sta. Catharina wird biogeographisch treffend durch die Tatsache charakterisiert, daß bis hier von Norden Mangroven herabgehen, während von Süden Pinguine heraufkommen. Zwischen Florianopolis und der Mündung des Rio de la Plata wurde am 4. 9. und 5. 9. eine ausgedehnte Wasserverfärbung durch Leuchtthierchen (*N o c t i l u c a*) und anderes Plankton genauer studiert.

Ein Ausflug von Buenos Aires in die Sierra de la Ventana gab, abgesehen von Beobachtungen über die Tierwelt der Pampa, Gelegenheit zum Anlegen einer kleinen Tiersammlung, die vielleicht wegen der inselartigen Lage dieses Gebirges in der großen Ebene Interesse hat. — Die Falkland-Inseln, biologisch in vieler Hinsicht interessant, boten in den Wäldern von Riesentangen um ihre Küsten eine jener einformigen Massenerscheinungen des Lebens, wie sie für kalte Meere so bezeichnend sind. — Das dritte Profil ähnelte in allen erwähnten Zügen dem ersten durchaus. Treibende Tange waren bis zum 14. 10. so häufig, daß sie bei der oben besprochenen Zählweise fast ausnahmslos noch beobachtet wurden.

Bericht über die geologischen Arbeiten.

Von Otto Pratje.

Das halbe Jahr, das seit der Ausreise des „Meteor“ verlaufen ist, und die in dieser Zeit erledigten drei Profile mit ihren fast 100 Drahtlotungen gestatten bereits einen Überblick über die Brauchbarkeit der Apparate und Methoden. Er soll im folgenden zusammen mit den geologischen Beobachtungen gegeben werden. Die Feststellungen an Land stehen auf einer Atlantischen Expedition naturgemäß erst an zweiter Stelle, die Hauptaufgabe liegt in der Erforschung des Meeresbodens, seiner Sedimente und seiner Formen.

Zur Gewinnung der Grundproben wird eine Lucasmachine benutzt, die im wesentlichen den früheren Modellen entspricht und mit einem starken Elektromotor gekuppelt ist. Der Lotdraht ist etwas stärker als früher, da sowohl Prof. Merz wie ich bei den Vorbesprechungen zu der Ansicht kamen, daß es eine überflüssige Belastung des Schiffes wie des Expeditionsfonds bedeute, wenn die Sinkgewichte der Lote jedesmal abgeworfen werden. Daraufhin konstruierte ich, aufbauend auf den Erfahrungen mit den früheren Tiefseeloten, den schwedischen Instrumenten für die Untersuchungen der Seenablagerungen und nach meinen eigenen Versuchen in der Nordsee, einen neuen Stoßröhrentyp, der die Gewichte nicht abwerfen kann, die Proben in Glasröhren mit heraufbringt und unten einen überstreifbaren Klappenverschluß hat. Dieser Typ hat sich bewährt. Weil das Gewicht bei der Grundberührung nicht sofort abfällt, ist der Röhre durch die fortdauernde Belastung ein tieferes Eindringen möglich. In der gleichen Richtung wirkt die glatte Innenfläche des Glasrohres, und der Erfolg ist die wesentlich größere Länge der Grundproben. Die bisher größte Länge mit einer normalen Lotröhre beträgt 94 cm, an die sich Längen von 88, 80, 73, 72 cm usw. anschließen. Das Herausfallen der Proben aus den Glasröhren wird durch ein gutes oberes Gummischeibenventil und durch die unteren Klappen vermieden, die erst bei der Grundberührung ausgelöst werden. So ist bisher noch keine Probe beim Einholen über Wasser herausgefallen, wie es die früheren Expeditionen immer wieder zu beklagen hatten. Das Auslösen der unteren Backen beweist ferner eine Grundberührung auf Felsgrund, wenn keine Probe gewonnen werden konnte. In den meisten Fällen hatten sie dann noch als Schnapplot gewirkt und Steinchen mit heraufgebracht, die allein im unteren Ende der Stoßröhre nicht gehalten hätten. Das Gewicht der Lotröhre beträgt 30 kg. Es wird im Gegensatz zu früher in geringeren Tiefen manchmal noch vergrößert, da dann das Drahtgewicht vermindert ist. Es befinden sich noch drei Abarten dieser Schlammröhren an Bord, für welche die stürmischen Südprofile nicht die geeigneten Erprobungsmöglichkeiten boten, so daß hierüber ein Urteil noch verfrüht ist.

Lockere Sande ohne tonige Beimengungen halten im allgemeinen nicht in Stoßröhren; zu ihrer Gewinnung wurden Greifer mitgenommen, die mit einigen Abänderungen, um sie für Tiefseezwecke brauchbar zu machen, dem dänischen Petersen-Greifer nachgebildet sind. Es gelang, damit aus 3600 m Tiefe zwei Liter Sediment auf einmal heraufzuholen. Außerdem wurden damit wiederholt zusammen mit den Grundproben Bodentiere heraufgebracht.

Die Glasrohre werden unmittelbar nach dem Heraufkommen oben und unten durch Gummistopfen verschlossen, so daß die Probe in ihrem ursprünglichen feuchten Zustande erhalten bleibt, auch wenn sie nicht sofort verarbeitet werden kann. Durch die Glaswand kann man trotzdem im allgemeinen erkennen, um was für Material es sich handelt, ob Schichtung vorliegt und so fort. Über der Grundprobe steht in dem Glasrohr einwandfreies Bodenwasser, das vom Chemiker, Ozeanographen und gelegentlich vom Biologen untersucht wird. Die Mitnahme eines besonderen Wasserschöpfers erübrigt sich dadurch bei den

Lotungen. Die Bodentemperaturen werden durch ein Thermometer in Propellerkipprahmen, das am Draht über der Stoßröhre angebracht ist, gewonnen. Bei Neukonstruktionen wird sich das Thermometer unmittelbar an der Stoßröhre anbringen lassen.

Von jeder Grundprobe wird ein Teil konserviert, ein anderer unmittelbar an Bord untersucht. Die chemischen Feststellungen erstrecken sich auf Oxydationsfähigkeit, auf Kalkgehalt, Phosphorsäuregehalt und, wenn nötig, einige andere Untersuchungen. Die physikalischen Methoden beobachten den Gehalt an hygroskopisch gebundenem Wasser und die Verteilungen der Korngrößen im frischen Material. Die früher angewandten Schlämmethoden nach Schöene u. a. sind unzulänglich bei so feinem Material und lassen sich auch an Bord nicht durchführen, da bei schlingerndem Schiff die Stromgeschwindigkeiten sich wesentlich ändern. Die Sedimentationsmethode nach Atterberg hat jedoch gute Ergebnisse gezeitigt, nachdem sie auf Arbeiten mit Seewasser und auf Absatzzeiten, die den Tiefseesedimenten angepaßt sind, umgestellt worden ist. Die Proben können frisch, d. h. in feuchtem Zustande zum Schlämmen kommen, ohne vorher gewogen zu werden, da auch das Feinste mittels Membranfilter von Dr. Tietjen gewonnen und nicht wie früher aus der Differenz berechnet wird. Die Mengenverhältnisse der fünf gewonnenen Fraktionen scheinen eine gesetzmäßige Abhängigkeit von den Formen des Meeresgrundes zu zeigen, was aber nicht unmittelbar gleichbedeutend mit der Tiefe ist. Die Mengen werden in Hundertstel Kubikzentimeter nach gleichmäßiger Zentrifugierung der abgeschlämmten Teile gemessen; damit wird die Veränderung durch das Trocknen und die Ungenauigkeit der Wägung auf bewegtem Schiff vermieden.

Die einzelnen Fraktionen wie die ganzen Proben werden weiterhin mikroskopisch untersucht, wobei neben der Bestimmung der einzelnen Komponenten die Ausmessung und Auszählung im Vordergrund des Interesses steht, um von den früheren Schätzungen frei zu kommen. Diese mikroskopischen Untersuchungen konnten bisher nur an einem Teil der Proben ausgeführt werden, da die übrigen Arbeiten nicht genügend Zeit dafür ließen, und so möchte ich deren Ergebnisse erst, wenn mehr Material vorliegt, in einem späteren Bericht bringen.

Die bisher gewonnenen fast hundert Bodenproben ändern besonders im südlichen Teile des Argentinischen Beckens die Karten über die Verbreitung der Sedimente; denn die dort z. B. auf der Übersichts-karte in Andrees „Geologie des Meeresbodens“ dargestellten Globigerinenschlammte sind nicht vorhanden, obgleich die lebenden Organismen vom Biologen, Herrn Professor Hentschel, im Plankton reichlich beobachtet wurden. Die Schlicke haben schon hier, soweit die vorläufige Untersuchung Schlüsse zuläßt, antarktische Komponenten. — Tiefseesande konnten in mehreren Proben nachgewiesen werden, sie scheinen weiter als bisher angenommen verbreitet zu sein, und auch in Zukunft wird ihnen besondere Beachtung geschenkt werden. Wahrscheinlich wird man nicht für alle Vorkommen mit einer Erklärung auskommen. Die Glaukonite sind nicht nur an der afrikanischen Küste des Atlantischen Ozeans verbreitet, sie kommen auch an der südamerikanischen vor, und wurden von mir aus Tiefen

von 200 m bis über 2000 m hinab heraufgeholt. — Pteropodenschlamm wurden auf Profil II (siehe Übersichtskarte) auf der mittelatlantischen Schwelle und auf dem Rio Grande-Rücken auch an Stellen angetroffen, wo sie bisher noch nicht bekannt waren. Sie zeigen nicht nur Übergänge zu den Globigerinenschlamm, als deren Abart sie in der Regel aufgefaßt werden, sondern ebenso wie diese zum roten Ton. Diese Übergänge treten in horizontaler wie in vertikaler Richtung auf, und gerade in letzterer Beziehung konnten bei der Länge der gewonnenen Grundproben bereits interessante Feststellungen gemacht werden. Bei der Mehrzahl der Proben ist nach unten hin eine Abnahme des Kalkgehaltes festzustellen, was wohl kaum durch veränderte Sedimentation erklärt zu werden braucht, sondern durch Alter und Diffusion in den Ablagerungen seine Erklärung findet; enthalten die Proben doch durchweg um 50% Wasser. Sprunghafte Veränderungen fand ich nur bei auch äußerlich feststellbarer Schichtung, die Kalkgehalt, Korngrößenverteilung und die übrigen Faktoren betreffen könnten.

Ich erwähnte oben, daß zwischen Korngrößenverteilung und dem Bodenrelief anscheinend ganz bestimmte Beziehungen bestehen. Die Erfassung dieser Abhängigkeiten voneinander ist natürlich einerseits durch die neue Bestimmung der Korngrößen bedingt, dann aber auch erst durch die Erfolge des Echolotes ermöglicht. Einzelheiten über die Apparate und ihre Arbeiten sind in dem Abschnitte über das Echolot von Oberleutnant z. S. v. Recum zu finden, der am Schlusse die Abweichungen von der bisher angenommenen Topographie des Meeresbodens anführt.

Gehen wir die gewonnenen Bodenprofile durch, so zeigt unser bisher nördlichster Schnitt (Profil II) zuerst einen wesentlich breiteren Kontinentalsockel als bisher angenommen, dann fällt der Boden rasch bis auf 5000 m ab, um im Walfischrücken zu zwei Gipfeln von rund 2500 m Wassertiefe, die etwa 90 km voneinander entfernt sind, anzusteigen. Langsamer als es aufwärts steigt, geht es auf 4500 m wieder hinab, um dann ganz allmählich zur mittelatlantischen Schwelle, die hier in ihrem höchsten Punkt 2300 m unter der Oberfläche erreicht, hinaufzuführen. Der nun folgende Abhang nach Westen ist in seiner Gesamtheit sehr flach und findet erst kurz vor dem raschen Anstieg des Rio Grande-Rückens seinen tiefsten Punkt mit etwa 5000 m. Dieser Rücken war hier über 750 Seemeilen mit einem reich gegliederten Relief nachzuweisen und reicht bis auf 700 m unter die Oberfläche. Gegen das Festland schiebt sich noch einmal eine Mulde ein, die aber mit 4000 m nicht ganz die früheren Tiefen erreicht.

Das nächst südlichere bisher abgefahrene Profil I liegt auf durchschnittlich $41\frac{1}{2}^{\circ}$ S, abgesehen von der Zufahrt und Abfahrt, die beide weiter nach Norden führen. Auf etwa 14° O wird, von Osten kommend, ein schmaler Rücken gequert, der von fast 5000 m bis auf 1300 m aufragt. Ganz langsam beginnt bei etwa 4° W der Anstieg zur mittelatlantischen Schwelle, die in ihrem Verlauf drei höhere ihre Umgebung überragende Erhebungen aufweist, deren mittlere in der Goughinsel bis über den Meeresspiegel reicht. Abgesehen von diesen außerordentlichen Anstiegen liegt der Scheitel der Schwelle bei rund 3200 m. Der jenseitige Hang führt mit ganz geringem Gefälle zur argentinischen

Mulde hinunter, deren Boden erstaunlich eben ist und durchschnittlich in 5200 m Tiefe liegt, erst vor dem Kontinent wird er etwas tiefer, um dann rasch zum Schelf emporzusteigen.

Profil III bringt zunächst in einer dem Schelfrande vorgelagerten Erhebung von 2500 m über dem übrigen Meeresboden eine Überraschung. Der Boden senkt sich dann bis auf über 5000 m, um nordöstlich der Bouvetinsel in einer Bank, der „Meteor-Bank“, bis zu weniger als 600 m Tiefe emporzusteigen. Diese Bank hat in ihren oberen 2000 m etwa die Größe des Harzes, sitzt aber auf einem weiteren Sockel, der sie mit der Bouvetbank — so kann man vorläufig wohl die Erhebung nördlich der Bouvetinsel nennen — verbindet. Die mittelatlantische Schwelle, die mit diesen Bänken ihren Anfang genommen hat, liegt zunächst noch 4000 m tief, also nur reichlich 1000 m höher als das vorhergehende Tief, steigt dann bis zu 2300 m auf und senkt sich im weiteren Verlaufe ganz allgemein wieder mit Ausnahme eines Gipfels (2400 m Wassertiefe). Eine scharfe Grenze läßt sich gegen die argentinische Mulde nicht ziehen, die hier bis zu 6000 m hinunterreicht und wieder ihre größten Tiefen dicht vor dem Schelfanstieg hat.

Aus diesen Profilen ergibt sich im Zusammenhang mit früheren Lotungen und unter Berücksichtigung der Grundproben, daß die mittelatlantische Schwelle ein viel stärkeres Relief hat, als man es bisher annahm. Es scheint sich hier um Ketten zu handeln, die man auf benachbarten Profilen wiederzuerkennen glaubt. Die Erhebungen dürften kaum alle vulkanischer Natur sein, da gerade von den Hängen der Aufragungen Quarzite heraufgeholt wurden. Der bisher gewonnene Gesamteindruck ist der eines Faltengebirges, an dessen Aufbau Sedimente stark beteiligt sind, und auf dem Vulkanreihen aufsitzen. Das Gebirge wird nach Süden zu breiter und niedriger. Der Rio Grande-Rücken hat bisher das stärkste Relief aufzuweisen, doch bevor ich mich über seine Ausdehnung und Natur äußere, will ich erst unsere weiteren Profile abwarten. Der Walfischrücken wurde an einer bisher unerforschten Stelle von uns gequert und seine Ausdehnung als Rücken erneut bekräftigt gefunden.

Am problematischsten sind die verschiedenen Erhebungen, die wir südwestlich von Afrika fanden, und die zur Bouvetinsel hinüber zeigen. Die Grundproben enthielten Quarzite und Quarze, die in den Proben aus den Mulden fehlten und deshalb wohl nicht auf Eisdrift zurückzuführen sind. Es scheint mir nicht ausgeschlossen, daß wir es hier mit einem neuen Rücken zu tun haben, der dem Walfischrücken annähernd parallel verläuft. Wichtige Unterstützung würde diese Vermutung gegebenenfalls durch die ozeanographischen Beobachtungen bekommen können, sobald sie ausgewertet sind.

Das Profil III (48,5° S) zeigt in der argentinischen Mulde eine ziemlich gleichmäßig verlaufende Linie, und dabei überkreuzt es das südliche Gebiet der immer wieder angezweifelten Dinklagebank; nur eine schwache Erhebung ist festzustellen. Die Wahrscheinlichkeit der Dinklagebank ist dadurch nicht größer geworden, wenn auch noch immer nicht mit Bestimmtheit erklärt werden kann, sie ist nicht vorhanden. Bei den oft ungenauen, älteren Ortsangaben kann sie weiter nördlich liegen.

Man glaubte manchmal, aus zwei Lotungen, die z. B. Kabeldampfer nach einer längeren Reihe von Jahren an theoretisch derselben Stelle wiederholt haben, und die große Tiefenunterschiede aufwiesen, auf Hebungen und Senkungen schließen zu können. Dazu kann ich aus unserer Erfahrung zwei beachtenswerte Fälle anführen, wo bei Lotungen so manövriert wurde, daß der Lotdraht möglichst senkrecht stand, was als beste Art gilt, das Schiff an Ort und Stelle zu halten. Dabei nahmen während der Lotungen in dem einen Falle die Tiefen von 2500 m auf 4100 m zu und das andere Mal von 600 m auf 1600 m, und kaum 20 Minuten später war schon über 2800 m erreicht. Diese Zahlen wurden fortlaufend vom Echolot geliefert und im Augenblick der Grundberührung durch die Drahtlotung kontrolliert. Jedenfalls mahnen diese Beobachtungen zur Vorsicht bei der Beurteilung von Tiefenunterschieden an angeblich gleicher Stelle. Es gibt an den Rücken und Bänken Geländewinkel, die genügen, um bei fast unmerklichem Verreiben des Schiffes die Tiefen um mehr als 1000 m ändern zu lassen.

Zur Geologie der Häfen.

Neben den eigentlichen Aufgaben der Expedition, den Fragen nach der Natur des Meeresbodens, boten mir die Hafenaufenthalte Gelegenheit zu geologischen Beobachtungen; doch die Hafentage sind verhältnismäßig kurz und die in dieser Zeit erreichbaren Gegenden häufig schon gut bekannt.

Auf der Vorexpedition kamen wir zunächst nach Teneriffa mit seinen vier verschieden alten vulkanischen Teilen, die sich auch rein morphologisch deutlich voneinander abheben. Die ältesten Gebirgsteile an den drei Ecken der Insel haben tief eingeschnittene Täler und zackige Kämme. Die daran nach der Mitte zu anschließenden Höhen zeigen viel weichere Formen, die weit weniger von der Erosion zerschnitten sind. An ihrem Abhange liegt unmittelbar an der Grenze gegen das alte Gebirge unser Hafen Santa Cruz, und die schöne Straße nach Orotava bleibt fast dauernd in diesem Teile der Insel. Als nächst jüngeres Glied folgt der große Zirkus der Canadas mit seiner steilen Umrandung und seinem ziemlich ebenen Boden, auf dem sich dann die neuesten Bildungen, die jungen Krater, aufsetzen. Von ihnen ist eine größere Zahl über die ganze Fläche verbreitet. Das Haupteruptionszentrum besteht aus drei Kegeln mit Kratern, der Montaña Blanca im Osten, dem Pico de Teyde, dem eigentlichen hohen Pik in der Mitte und im Westen dem Pico Viejo, der wesentlich niedriger ist, aber weit aus den größten Krater hat.

Den Pik bestiegen bei der Vorexpedition Professor R e g e r, Dr. L o e w e und ich und fanden wegen des milden Winters Anfang Februar erst bei 2700 m den ersten Schnee, der bei 3000 m anfang störend zu wirken, da er nun in größeren Flächen auftrat und völlig verharscht war. Beim Anstieg über die Lavaströme, die bald aus dichterem, bald aus sehr blasigem glasigen Material bestanden, hatten wir einen großartigen Überblick über die Cañadas mit ihren nur an wenigen Stellen unterbrochenen steilen Wänden ringsum. Oberhalb der Unterkunftshütte Alta Vista trafen wir in etwa 3200 m schön ausgebildeten Büßerschnee mit 20 bis 40 cm großen Individuen. Alle waren nach Osten ge-

richtet, und das ist wohl so zu erklären, daß nur die Morgensonne auf sie einwirkt, während die Mittagssonne — damals, wenigstens — regelmäßig durch Konvektionswolken abgeschattet wurde. Nachmittags schützte der Osthang gegen Bestrahlung. Mir ist nicht bekannt, ob Büßerschnee sonst, schon so weit nördlich beobachtet worden ist. In dem früheren Krater, etwa 160 m unter dem heutigen Gipfel, der sich als Bimsteinkegel ohne Lavaströme hier aufsetzt, traten die ersten Fumarolen auf, die den Schnee in geringem Umkreise fortgetaut hatten. Der Gipfelkrater mit seiner Solfatarentätigkeit war lächerlich klein im Verhältnis zu dem Riesenberge, sein Durchmesser betrug schätzungsweise nur 120 m.

Der kurze Aufenthalt auf Madeira ließ uns nur die nächste Umgebung von Funchal kennenlernen. Schon von dem auf Reede liegenden Schiffe aus konnte man erkennen, daß die Täler an den Bergen früher in etwa 400 m Höhe geendet haben mußten, denn so weit waren sie wohlausgebildete V-Täler, an die sich nach unten hin steile, enge, kanonartige Schluchten anschlossen. Die hieraus abzuleitende Hebung der Insel wird durch frühere Fossilienfunde in Tälern der Nordseite bestätigt. Zeichen aktiver vulkanischer Tätigkeit waren nicht mehr vorhanden wie etwa auf Teneriffa, dennoch zeigten manche der kleinen Krater, so oberhalb des Casinos und westlich davon, durchaus unverwitterte frische Formen. Die dazugehörigen Lavaströme reichten manchmal als Klippen ins Meer hinaus und ließen sehr schön die Abkühlungsflächen, die Basaltsäulen und mitunter die Über- oder Unterlagerung durch Tuffe erkennen. Oben auf den Bergen oberhalb Monte sah man in Straßeneinschnitten, daß rot verwitterte Tuffe von frischen Tuffen und Basalten überlagert wurden, daß also zwischen den einzelnen Ausbrüchen hinreichend lange Zeit verstrichen sein mußte, in der das Gestein verwittern konnte.

Eine weitere vulkanische Insel liefen wir in San Vincente, dem Haupthafen der Kap Verdeschen Inseln, an. Hier war von Hebungen außer in ein paar, flachen Terrassen in den Tälern nichts zu sehen. Die Insel scheint vielmehr gesunken zu sein, denn der Hafen Porto Grande ist ein Teil des großen Kraters, dessen Ränder durch die Erosion vielfach durchbrochen wurden. Aus dem Schichtenfallen der Lava- und Tufflagen ließ sich der große Ringwall aus den einzelnen schroffen Gebirgstteilen unschwer wieder zusammenstellen. Es gehörte dazu der Monte Verde, die höchste Erhebung der Insel, und auch Birds Island, der kleine Felsen mitten vor dem Hafen. Innerhalb des alten Kraters und auf außen angelagerten Halbinseln saßen jüngere Ausbruchskegel mit besser erhaltenen Formen. Bemerkenswert waren auch die Wanderdünen, die sich in Richtung des Passates vorwärtsbewegten und dabei erhebliche Höhen überschritten.

Die vorgelagerte größere und höhere Insel San Antonio zeigte, als wir dort vorbeifuhren, ebenfalls die beiden deutlichen Altersunterschiede in der Gestalt der vulkanischen Bildungen.

Die Sankt Paulsklippen, denen ein kurzer Besuch abgestattet werden konnte, bestanden aus einem einheitlichen Gestein, nach vorläufiger Prüfung einem Peridotit, der außerordentlich weitgehend und fein zerklüftet war. Einzelne größere Spalten durchzogen das Gestein und

waren mit einem sehr widerstandsfähigen sedimentären Material ausgefüllt, das als Rippen herauswitterte. Die 'Hauptklippe bestand aus einem 25 m hohen Gipfel, dem eine 5 m hohe Ebene vorgelagert war, und diese wurde an zwei Seiten von einem höheren Felswall umgeben, so daß nur eine Seite der Fläche unmittelbar zum Wasser abfiel. Da jedoch die Brandung über die Felswälle hinweg schlug, stand auf der Ebene in Spalten und Vertiefungen dauernd Wasser, das Tiere und Pflanzen beherbergte. Die höheren Teile der Klippe waren durch die zahlreichen Vögel, die dort nisteten, weiß vom Guano dieser Tiere, doch die Dicke der Guanoschicht war auffallend gering. Meist war es nur ein weißlicher Anstrich. Das rührte wahrscheinlich daher, daß Spritzer der Brandung und gelegentliche Gewittergüsse die Exkremente herunterspülten. Infolgedessen war in den vorher genannten sedimentären Spaltenausfüllungen wie fast überall in der Oberfläche des Gesteins reichlich Phosphorsäure nachzuweisen.

Auf der Weiterfahrt kamen wir an der brasilianischen Strafgefangeneninsel Fernando Noronha vorbei, der man ihre vulkanische Natur ohne weiteres ansehen konnte. Auffällig war der steile Pik der Insel, der mir wie ein bizarr übertriebener Hohenkrähen aus dem Hegau erschien oder wie die Felsnadel des Mont Pelée auf Martinique. An die Hegaulandschaft am Bodensee wurde ich hier noch häufiger durch die zahlreichen grünbewachsenen Vulkanberge erinnert. Die Ufer der Insel fielen vielfach steil zum Meere ab, und man meinte etwa in halber Höhe an verschiedenen Stellen alte Kliffs entdecken zu können. Waren diese Beobachtungen richtig, so hätten wir auch hier wieder Hebungen des Landes.

Etwas Gegenteiliges möchte man auf Santa Catharina, dem Endpunkt von Profil II in Südbrasilien, feststellen, wo einzelne 'Granitsockel, häufig von Diabasgängen und Gängen von jüngeren Basalten durchzogen, miteinander durch Sandnehrungen verbunden waren, die ihrerseits Lagunen vom Meere abtrennten. Es machte ganz den Eindruck eines versunkenen Gebirgsteiles, von dem die noch herausragenden Kuppen wieder zusammengewachsen waren. Stellenweise waren die großen Zwischenflächen von Mangrovegebieten ausgefüllt, die hier ihren südlichsten Punkt an der Küste Südamerikas erreichen.

Der breite Mündungstrichter des La Plata, der in die flache Ebene der Pampa eingeschnitten ist, bietet nichts geologisch Hervorstechendes außer etwa dem Durchkommen des alten Grundgebirges im Berge von Montevideo, den wir aber nur aus großer Entfernung sahen.

Neues boten erst die Falklands-Inseln, wenn wir auch nur die nähere Umgebung des Ports Stanley zu sehen bekamen. Die für diese Inseln typischen Steinströme, die aus großen, nicht gerundeten Blöcken bestehen, waren auch hier vorhanden und schienen sich gegenwärtig noch unter Mitwirkung von fließendem Wasser bilden zu können, da die Blöcke überall im Untergrunde vorhanden waren. Soweit nicht etwa diese Steinströme den Boden bildeten oder Felspartien herausragten, war der ganze Grund von Mooren eingenommen, die vielfach nicht auf Moose, sondern auf höhere Pflanzen zurückgingen. Die Felsen bestehen aus Quarziten, Sandsteinen und Schiefen und waren in unserem Gebiete in langen Ost-West streichenden Falten zusammen-

geschoben, wobei das Tal des Port Stanley in einem aufgebrochenen Sattel liegt. Überall ließen sich mehrere Terrassen übereinander in vollkommen horizontaler Lagerung nachweisen, denen ein ruckweises Aufsteigen der Insel entsprechen mußte.

Viele Einzelbeobachtungen konnten hier und dort gemacht werden, doch ich mußte mich hier auf die größeren Züge beschränken, um den mir zur Verfügung stehenden Raum nicht zu sehr zu überschreiten, und hoffe später an geeigneter Stelle ausführlicher werden zu können.

Bericht über die akustischen Lotungen¹⁾.

Von Freiherrn von Recum, Oberleutnant zur See.

Die Ausrüstung des Vermessungsschiffes „Meteor“ für eine Forschungsreise in den Südatlantischen mit den neuesten wissenschaftlichen Instrumenten, wie sie dem Stande der heutigen Technik entsprechen, machte es erforderlich, auch eine Beschaffung von akustischen Loten vorzusehen, wollte man nicht in der Methode der Tiefenbestimmung hinter anderen Nationen zurückstehen.

Wohl hatte ein Deutscher, Alexander Behm, als Erster Lotungen ohne Draht auf akustischem Wege in die Praxis umgesetzt, nachdem er die physikalischen Vorbedingungen dafür experimentell geklärt hatte. Die Kriegs- und Nachkriegsjahre mit ihren schlechten wirtschaftlichen Verhältnissen hatten jedoch die Entwicklung gehemmt. Es fehlte ferner an großen Tiefen in unmittelbarer Nähe vor der deutschen Küste, wie sie die Amerikaner vor der ihrigen haben, um die nötigen praktischen Erfahrungen zu sammeln. Die daher von Behm zunächst in Angriff genommene Aufgabe, kleine Tiefen mit dem Echo zu loten, war schwieriger als die Erlotung großer Tiefen. So war ein praktisch erprobtes Tiefseelot, wie es für die Deutsche Atlantische Expedition nur in Frage kommen konnte, in Deutschland nicht vorhanden.

Auf Anregung der Marineleitung ist es jedoch der deutschen Wissenschaft und Technik gelungen, für das Vermessungsschiff „Meteor“ geeignete akustische Lotapparate bereitzustellen, die für die wissenschaftliche Erforschung der Meerestiefen von unschätzbarem Werte sind.

Ausrüstung.

Um die Forschungsreise für die Sammlung von Erfahrungen auf dem Gebiete der akustischen Lotungen auch im Interesse der praktischen Schifffahrt möglichst gründlich auszunutzen, wurde „Meteor“ mit den verschiedensten Lotsystemen für Flachsee- und Tiefseelotungen ausgerüstet. Auf Grund von mannigfachen Vorversuchen auf Tender „Nordsee“ und dem Minenfahrzeug „M 81“ der Reichsmarine, wie auch noch später bei den Probefahrten des Vermessungsschiffes „Meteor“ selbst wurde die Anschaffung folgender akustischer Lotmittel beschlossen:

1. Freilot, Modell C, früher Fallot genannt, der Signalgesellschaft in Kiel,

¹⁾ Redigiert in der Marineleitung von Prof. H. Maurer.

2. Behmplot, Type II, der Behmecholotgesellschaft in Kiel,
3. Signallot der Signalgesellschaft in Kiel,
4. Atlaslot der Atlaswerke in Bremen.

In kurzer Zeit wurden die für den Einbau nötigen Arbeiten von der Marinewerft Wilhelmshaven im Verein mit der Torpedo- und Minen-Inspektion Kiel und den Vertretern der betreffenden Werke sachgemäß ausgeführt und der Einbau vollzogen.

Wirkungsweise.

Alle vier Systeme ermöglichen die Lotung vom fahrenden Schiff aus mit Hilfe der Schallausbreitung im Wasser ohne Lotdrahtverbindung zwischen Schiff und dem Meeresboden.

Mit dem Freilot wird die Tiefe gemessen durch Bestimmung seiner Sinkzeit von der Meeresoberfläche bis zum Grunde. Im Kopf des kleinen frei ins Wasser geworfenen torpedoförmigen Körpers befindet sich eine Sprengladung, die bei der Berührung mit dem Meeresboden detoniert und einen Schall erzeugt, den man in einem Unterwasserhorchgerät wahrnehmen kann. Da die Sinkgeschwindigkeit des Freilots konstant = 2 m/sek ist, kann man die Tiefe ermitteln, indem man die Zeit von dem Augenblick des Eintretens des Freilots in das Wasser bis zur Wahrnehmung des Knalles in einem Telephon mit einer Stoppuhr bestimmt.

Das Freilot ist für Tiefen bis zu 200 m gut verwendbar. Da man die Stoppuhr auf $\frac{1}{5}$ Sekunde ablesen kann, so ist der erreichte Genauigkeitsgrad mehr als genügend. Im Wasser läuft der Schall über 700 mal schneller, als das Freilot sinkt, die Schall-Laufzeit braucht also neben der Sinkzeit gar nicht berücksichtigt zu werden. Sie ist nicht Meßgröße für die Tiefe, sondern der Schall zeigt nur den Augenblick der Grundberührung an.

Bei den drei übrigen Lotsystemen dagegen ist die Zeit, die ein vom Schiff ausgesandter Schall zur Zurücklegung des Weges zum Meeresboden und zurück braucht, also die „Echozeit“, die Meßgröße für die Tiefe.

Das Behmplot¹⁾ benutzt als Schallquelle eine Patrone, die unterhalb der Wasseroberfläche zur Detonation gebracht wird. Dieser Knall setzt durch Einwirkung auf einen an der benachbarten Bordwand innenbords angebrachten Schallempfänger einen Kurzzeitmesser in Gang, der darauf durch einen zweiten Schallempfänger an anderer Bordwandstelle bei Ankunft des Echos gestoppt wird. An einer mit einer Gradeinteilung versehenen Scheibe kann man den Ausschlag des Kurzzeitmessers ablesen. Nach Vornahme einer besonderen Eichung muß man die Gradzahlen in Tiefenmeter verwandeln. Die Skala des Behmplots auf „Meteor“ geht bis etwa 750 m von einer geringsten Tiefe von ungefähr 14 m ab. Die Lotbarkeit großer Tiefen hängt von der Intensität des Knalles ab, hat aber wegen der durch die Detonation verbundenen starken Störungen ihre Grenzen.

Die Ablesegenauigkeit des Behmplots ist größer, als sie für Zwecke

¹⁾ Vgl. B. Schulz, Geschichte und Stand der Entwicklung des Behmplots. Ann. d. Hydrographie usw. 1924, Heft XI und XII.

der praktischen und wissenschaftlichen Lotungen erforderlich wäre, jedoch werden die Lotergebnisse stark durch Wind und Seegang beeinflusst. Über den praktischen Genauigkeitswert liegen noch keine abgeschlossenen Erfahrungen vor.

Für die Tiefseelotungen werden das Signallot und das Atlaslot¹⁾ verwandt. Beide Lote benutzen als Schallquelle einen elektromagnetischen Membransender, für den der elektrische Strom vom Schiffsnetz abgenommen und durch einen Umformer in Wechselstrom verwandelt wird. Das Echo wird durch besonders in der Außenhaut eingelassene Membranempfänger aufgenommen.

Mit dem Signallot wird die Tiefe gemessen durch die Echozeit zwischen Schallaussendung und Wahrnehmung des Echos in einem Telephon, indem der Weg eines gleichmäßig rotierenden Armes bestimmt wird zwischen seiner Nullstellung, wo er die Schallaussendung bewirkt, und einem verstellbaren Kontakt, der das Telephon einschaltet. Da bei Tiefen unter 50 m die Echozeit so kurz ist, daß die Empfänger von dem unmittelbaren Schall noch erregt sind, kann man mit dem Signallot erst von etwa 50 m ab loten. Der Apparat ist für eine Reichweite bis 9000 m konstruiert, die Lotungen sind bis auf etwa 10 m genau und können sich etwa alle 14 Sekunden folgen.

Das Atlaslot gleicht dem nordamerikanischen Fathometer, es ist in seiner Wirkungsweise dem Signallot ähnlich, nur werden an ihm Tiefen bis 185 m (100 Faden) ohne Telephon optisch abgelesen. Das Echo vom Meeresboden wird dazu verwandt, eine kleine umlaufende Lampe auf einer Tiefenskala blitzartig aufleuchten zu lassen. Da in der Sekunde vier Lotungen gemacht werden, erscheint der Lichtblitz wie ein festes Licht auf der Skala.

Bei größeren Tiefen als 185 m wird das Echo im Telephon wahrgenommen, der Beobachter liest in diesem Augenblick ab, an welchem Punkt der Tiefenskala ein gleichmäßig rotierendes Licht vorüberstreicht.

Die Reichweiten des Atlaslotes sind von 10 m bis theoretisch zu den größten Tiefen. Das Echo hängt lediglich von der Intensität des ausgestrahlten Schalles ab. Die Meßgenauigkeit bei der rein optischen Anzeige ist etwa $\frac{1}{2}$ —1 m, bei dem Telephonempfang etwa 10 m.

Beim Atlaslot wie auch beim Signallot wird ein ganz bestimmter Ton ausgesandt, der aus den von der See und dem Schiff hervorgebrachten Geräuschen gut herauszukennen ist, so daß keine Verwechslungen eintreten können. Da bei beiden Apparaten die Lotungen laufend mehrmals in der Minute erfolgen, können Fehlnotungen nicht auftreten. Ein weiterer Vorteil dieser Lote ist, daß sie in jeder Lage des Schiffes einwandfrei arbeiten und selbst bei stärkstem Seegang und stark arbeitendem Schiff Lotungen ermöglichen. Da die Schallgeschwindigkeit sich mit der Temperatur, dem Salzgehalt und dem Wasserdruck ändert²⁾, muß, um für die wissenschaftliche Forschung die

¹⁾ Über das Signallot und Atlaslot wird in Kürze ein Aufsatz des Verfassers in den Ann. d. Hydrographie erscheinen.

²⁾ Vgl. A. Schumacher, Hydrographische Bemerkungen und Hilfsmittel zur akustischen Tiefenbestimmung. Ann. d. Hydrographie 1924, S. 67 ff. Näherungsformeln bei H. Maurer, Ann. d. Hydrographie 1924, S. 220/221.

genauen Meerestiefen zu erhalten, eine Reduktion angebracht werden, die aus den Werten der ozeanographischen Serienmessungen berechnet wird. Da diese Verbesserung nur klein ist, kann man sie für die nautische Praxis vernachlässigen. Es wird sogar, wenn Echolotungen von den Dampfern zur Ortsbestimmung dienen sollen, besonders zweckmäßig sein, ihnen die unverbesserten „Echotiefen“ anzugeben.

Verwendung.

Da auf der Deutschen Atlantischen Expedition eine möglichst genaue Aufnahme des Meeresbodens des Südatlantischen beabsichtigt war — sind doch in seinem südlichen Teil noch große Gebiete ohne eine einzige Tiefenangabe —, so mußte eine besondere Arbeitsmethode für die Vornahme der Lotungen gefunden werden.

Die Echolotungen werden zur laufenden Beobachtung der Tiefen während der Fahrt und zur Festlegung von Profilen verwandt. Auf je drei Seemeilen Weg, was ungefähr 20 Minuten Zwischenzeit entspricht, wird mit den verschiedenen Apparaten, je nach ihrer Reichweite, die Tiefe bestimmt, und zwar sowohl zur Tiefenermittlung selbst als auch zur vergleichenden Prüfung der Genauigkeit der verschiedenen Lote, wozu bei gestopptem Schiff Drahtlotungen treten. Ferner wird auch die Grenze der Verwendbarkeit der einzelnen Lote nach Tiefe, Fahrt und Seegang festgestellt.

Ergeben die Lotungen starke Erhebungen oder Senkungen, so werden ihre Abstände verkürzt, damit das Profil möglichst gut erhalten wird.

Auf den Ankerstationen wird laufend die Tiefe nachgeprüft, um ein eventuelles Vertreiben oder etwa auch periodische Schwankungen festzustellen. Sehr wichtig sind auch die Vergleichslotungen mit den Drahtlotungen an steilen Böschungen und bei verschiedenem Drahtwinkel.

Alle Beobachtungen, die sich auf die Lotungen beziehen, werden laufend in ein Lotungsbuch mit allen für die Wetter- und Ortsbestimmung in Frage kommenden Bemerkungen eingetragen.

Zu erwähnen wäre noch die Hilfe, die das Echolot für die ozeanographischen Arbeiten bedeutet. Während man in unbekanntem Gebieten früher erst eine Stunden erfordernde Drahtlotung abwarten mußte, können die Ozeanographen jetzt nach der laufenden Tiefenbestimmung ihre Vorbereitungen treffen. Gleichzeitig können sie bei einer dauernden Kontrolle der Tiefen durch das Echolot den untersten Wassers schöpfer einer Serienmessung in der größtmöglichen Tiefe belassen, ohne Gefahr zu laufen, daß bei einem Treiben und einer Tiefenänderung der Wassers schöpfer durch eine Grundberührung beschädigt wird.

Während bei der praktischen Schifffahrt nur gelegentliche Lotungen notwendig werden, die dann vom Steuermannspersonal auf der Brücke ausgeführt werden, mußte auf dem Vermessungsschiff „Meteor“ für die laufenden Lotungen besonderes Lotpersonal herangebildet werden, das seinen Dienst wachweise versieht.

Vorläufige Ergebnisse.

Über die bisherigen Ergebnisse kann, bevor das ungeheure Material — bis jetzt sind im ersten halben Jahr 17 400 Lotungen aufgezeichnet — aufgearbeitet ist, nur ein vorläufiges Urteil gefällt werden. Mit größter Befriedigung muß festgestellt werden, daß das Programm im beabsichtigten Umfange bisher eingehalten werden konnte und daß trotz des Fehlens jeglicher Erfahrungen die Arbeiten mit den neuartigen Tiefsee-Echolotungen über Erwarten gut ausgefallen sind.

Es ist einleuchtend, daß gegenüber früheren Expeditionen ein viel genaueres Bodenprofil in einem Bruchteil der Zeit gewonnen werden konnte. Die Drahtlotungen, die trotzdem zur Gewinnung einer Grundprobe für die wissenschaftliche Forschung notwendig bleiben, sind in ihrer Häufigkeit durch die lange Zeit, die sie benötigen, beschränkt.

Die bisherigen Lotungen ergaben doch schon ein neues und sehr interessantes Bild und lassen, wenn auch die Gestalt des Meeresbodens in ihren Grundzügen dieselbe bleibt, eine erhebliche Änderung der Isobathenführung notwendig erscheinen.

Auf dem ersten Profil auf etwa $41,2^{\circ}$ S wurden auf $16,3^{\circ}$ W und $5,9^{\circ}$ W Erhebungen bis zu 1830 und 1100 m gefunden. Diese Lotungen liegen 240 Seemeilen westlich und 190 Seemeilen östlich der Gough-Insel, so daß anzunehmen ist, daß sie zur mittelatlantischen Schwelle gehören, die hier demnach eine erhebliche Breite besitzen dürfte.

Ebenso wurde auf $39,5^{\circ}$ S und $13,7^{\circ}$ O eine Erhebung von 1280 m geringster Tiefe gelotet, wo bisher Tiefen von 4000 bis 5000 m angenommen wurden. Sie wird vielleicht in Verbindung mit der im Südosten liegenden Tiefe von 2591 m mit einem unterseeischen Rücken zusammenhängen, der vom Kap der Guten Hoffnung nach Südwest läuft.

Auch Profil II brachte manche neuen Ergebnisse. Beim Ablauen von der afrikanischen Küste auf $28,2^{\circ}$ S in der Höhe des Oranjeflusses wurde eine größere Ausdehnung des Kontinentalsockels nach Westen gefunden, als bisher bekannt war. Ferner zeigte wiederum der Wal-fisch- und auch der Rio Grande-Rücken eine größere Breite nach Osten und Westen, als bisher angenommen wurde. Auf dem Rio Grande-Rücken wurden Tiefen von 720 m gefunden.

Das Profil III auf etwa $48,5^{\circ}$ S brachte entsprechende Erscheinungen in seiner Profilverführung wie das Profil I.

Die in den Seekarten als fraglich bezeichnete Dinklage-Bank, die bis zu Tiefen von 80 bis 100 m aufsteigen soll, ist nicht gefunden worden, obwohl der Kurs zum Teil über die angebliche Position hinwegführte. Allerdings war eine kleine Abnahme der Tiefe zu verzeichnen, so daß die Vermutung bestehen bleibt, daß die Bank noch nördlicher liegen kann.

Neu wurde auf etwa $48^{\circ} 13' S$ und $8^{\circ} 14' O$ in 45 Seemeilen Ausdehnung eine Bank gefunden, die bis auf 560 m vom Meeresboden aufragte und die mit dem Namen „Meteor“-Bank belegt wurde.

Durch Ablauen des Gebietes auf den verschiedensten Kursen wurde versucht, ein ungefähres Bild der Ausdehnung und Richtung der „Meteor“-Bank zu finden, was einschließlich zweier Lukaslotungen

eine Zeit von ungefähr 22 Stunden beanspruchte. Diese Arbeit hätte mit dem Drahtlot mehrere Tage in Anspruch genommen, ohne nur annähernd soviel Detail zu liefern.

Das südlichste Profil wird vermutlich Klarheit bringen, ob diese Bank mit dem Rücken, auf dem die Bouvetinsel aufsitzt, in Verbindung gebracht werden kann. Anscheinend hat sie auch eine Fortsetzung nach Norden, so daß sie vielleicht mit der südwestlich des Kaps auf Profil I gefundenen Erhebung zusammenhängen könnte.

Zusammenfassend kann bemerkt werden, daß die bisherigen Ergebnisse mit den Echoloten einen vollen Erfolg im Rahmen der Expedition bedeuten, und daß unzweifelhaft weitere interessante Feststellungen zu erwarten sind.

Bericht über die chemischen Arbeiten.

Von H. Wattenberg.

Die Erforschung der räumlichen Verteilung wichtiger chemischer Eigenschaften des Meerwassers im Südatlantischen Ozean, sowie ihre Beziehungen zur Zirkulation, zur Bildung der Meereselemente und zur Verteilung des Planktons ist die Aufgabe der Chemie an Bord des „Meteor“.

Um die Wasserzirkulation zu ermitteln, wird vor allem der Sauerstoffgehalt des Meerwassers ein wichtiges Hilfsmittel sein, das die Ergebnisse der Salzgehalts- und Temperaturbestimmungen bestätigt und vor allem dort ergänzt, wo diese an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angekommen sind. Dazu ist es natürlich nötig, ein solch dichtes Netz von Sauerstoffanalysen anzulegen, daß Quer- und Längsschnitte konstruiert werden können. Die wenigen bisher im Untersuchungsgebiet vorhandenen Analysen reichen nicht entfernt dafür aus, auch nur einen einwandfreien Querschnitt zu zeichnen.

So wurden denn auf Profil I 340, auf Profil II 507, auf Profil III 374 Sauerstoffanalysen nach der Methode von Winkler ausgeführt. Auf einer Station von 5000 m werden etwa 20 Tiefenproben untersucht, in folgender Anordnung: 0,50, 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2250, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 m Tiefe, außerdem, wenn möglich, in dem über der Grundprobe des Geologen stehenden Wasser. Bei Stationen, wo starke Differenzen, Sprungschichten usw. zu erwarten sind, werden noch die Tiefen 150 m, 250 m, 300 m, 500 m, 700 m, 900 m und 1100 m dazugenommen.

Für die geologisch-chemischen Probleme, wie die Bedingungen für die Kalkauflösung und Ablagerung hat das Kohlensäuregleichgewicht im Meerwasser die größte Bedeutung. Von den Faktoren, die dies Gleichgewicht charakterisieren, sind Kohlensäuredruck und Wasserstoffionenkonzentration am schnellsten und sichersten an Bord zu bestimmen.

Die Wasserstoffionenkonzentration wird nach der kolorimetrischen Methode von Sörensen und Palitzsch gemessen, wobei als Puffer Borax- und Borsäurelösung dient. Die Be-

stimmung geschieht sofort nach dem Herausheben der Schöpfer und ist in wenigen Minuten auszuführen. Man hat damit zugleich ein wertvolles Hilfsmittel in der Hand, verfälschte Proben erkennen zu können, z. B. wenn ein Wasserschöpfer in einer falschen Tiefe geschlossen hat. Die Wasserstoffionenkonzentration ändert sich nämlich mit der Tiefe nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit, die für ein nicht zu großes Gebiet aus den Ergebnissen der umliegenden Stationen annähernd vorauszusagen ist. Man kann dann also gegebenenfalls die betreffende Tiefe mit der nächsten Serie wiederholen.

Auf Profil I wurden 360, auf Profil II 600, auf Profil III 517 Bestimmungen ausgeführt. Auf eine Station von 5000 m z. B. entfallen Analysen aus 27 verschiedenen Tiefen.

Auf den Profilen mit besserem Wetter soll außerdem die Wasserstoffionenkonzentration auf elektrometrischem Wege gemessen werden mit Hilfe der Chinhydronelektrode von Biilman, die u. A. den großen Vorzug der einfachen Handhabung vor der Wasserstoffelektrode voraus hat. Es ist daher zu hoffen, die exaktere elektrische Messung damit bordfähig gestalten zu können.

Die Kohlendruckanalysen werden mit dem von A. Krogh beschriebenen Apparat ausgeführt, der hier an Bord ausgezeichnet funktioniert. Wenn genügend Wasser zur Verfügung steht, werden jetzt auf jeder Station 6 bis 8 Bestimmungen gemacht. Die Anordnung richtet sich nach den zu erwartenden Verhältnissen, um möglichst charakteristische Schichten zu erfassen.

Zur Prüfung der Beziehung zwischen Salzgehalt und der an Kohlendioxid gebundenen Basenmenge, der Alkalinität, werden in den verschiedensten Tiefen Alkalinitätsbestimmungen nach der Methode von Kjeldahl in der von Ruppin angegebenen Form ausgeführt. Bisher ist so in 40 Proben die Alkalinität gemessen worden.

Sowohl für manche geologischen Fragen wie vor allem für unsere Kenntnis von der Ernährung des Planktons ist die Bestimmung der im Meerwasser vorhandenen Phosphate bzw. Phosphorsäure von großem Interesse. Nun ist neuerdings von E. G. Moberg eine Methode geschaffen worden, um diese äußerst geringen Mengen einigermaßen exakt bestimmen zu können. Diese Methode hat sich auch auf dieser Expedition nach den bisherigen Ergebnissen als sehr brauchbar erwiesen. Sie beruht auf der kolorimetrischen Messung der Blaufärbung, die durch eine mit Zinnchlorür hervorgerufene Reduktion einer komplexen Phosphormolybdänsäure entsteht. Auf jeder Station werden Proben aus etwa 12 bis 15 Tiefen untersucht, im allgemeinen in folgender Anordnung: 0, 50, 100, 300, 500, 700, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000. Auf Profil I wurden 110 Phosphorsäurebestimmungen ausgeführt, auf Profil II 286, auf Profil III 289.

Ein weiterer sehr wichtiger Faktor für die Planktonernährung sind die Stickstoffverbindungen, insbesondere Ammoniumsalze, Nitrate und Nitrite. Die Bestimmung, die allerdings erst auf den weniger stürmischen Profilen ausführbar ist, soll nach einer neuen Methode von A. Krogh geschehen, wobei das Ammoniak mit Natronlauge in üblicher Weise in n/20 Schwefelsäure abdestilliert wird, die sich in einem kleinen Reagenzröhrchen befindet. Dann wird die

Schwefelsäure aus einer Mikrobürette mit $n/20$ Natronlauge zurücktitriert.

Diesen vielseitigen Anforderungen entsprechend ist das Laboratorium mit allen Hilfsmitteln eines normalen Landlaboratoriums ausgestattet. Vor allem steht so viel Platz zur Verfügung, daß die benötigten Apparate usw. dauernd aufgebaut bleiben können. Für die Bordverhältnisse mußte natürlich einiges modifiziert werden, worüber kurz ein paar Worte gesagt seien.

Zur Befestigung von Apparaten, Büretten usw. dienen Stative, die in die Tischplatten an vielen Stellen eingeschraubt werden können, für Flaschen, Glaskolben usw., federnde Messingbacken, die an den Tischrückwänden angebracht sind. Geheizt wird mit elektrischen Kochern und Öfen von Heräus, die ausgezeichnet funktionieren. Druckluft und Vakuum, die für viele Zwecke gebraucht werden, liefert eine rotierende elektrische Motorkapselpumpe, von der Leitungen zu den Arbeitsplätzen führen. Für Reparaturen an Glasapparaten usw. ist eine Glasbläserlampe vorhanden, die mit Wasserstoff und Druckluft betrieben wird. Ein Abzug mit Ventilator erlaubt das Arbeiten mit übelriechenden und giftigen Stoffen. Die benötigten ziemlich beträchtlichen Mengen destilliertes Wasser liefert ein elektrischer Destillierapparat von Lautenschläger, der pro Tag 10 bis 15 Liter produzieren kann. Für kolorimetrische Arbeiten nach Dunkelwerden gibt eine elektrische Lampe mit Blaufilter Licht von annähernd derselben Farbe wie das Tageslicht.

Alle Meßgeräte, wie Büretten, Pipetten, Meßkolben usw. sind von der Physikalisch-technischen Reichsanstalt nachgeprüft bzw. geeicht. Für die Chemikalien wurde die beste Qualität von Kahlbäum „zur Analyse“ gewählt, für alle Glasgefäße Jenaer Geräteglas von Schott und Genossen, das auch beim Kochen kein Alkali abgibt, wodurch nicht unerhebliche Fehler bei den Alkalinitätsbestimmungen entstehen können.

Zur Bereitung der Normallösungen und der Pufferlösungen für die Wasserstoffionenkonzentration werden die Fixanal-Röhren von E. de Haën, Seelze, benutzt, die jeweils $\frac{1}{10}$ Äquivalent der betreffenden Substanz, eingeschlossen in Glasampullen, enthalten. Die Herstellung wird von Professor Böttger, Leipzig, kontrolliert, eine Gewähr für die Zuverlässigkeit der daraus bereiteten Lösungen. Sie haben sich als außerordentlich wertvoll erwiesen, denn es wäre bei dem großen Verbrauch an Lösungen und der langen Reisedauer sehr schwierig gewesen, die Lösungen in der genügenden Menge und Genauigkeit immer zur Verfügung zu haben.

Die Durchführung der Arbeiten in dem Maße, wie es geschieht, wäre nicht möglich, wenn nicht für die chemischen Arbeiten aus dem Vermessungspersonal des Schiffes zwei Laboranten zur Verfügung ständen, die längere Zeit vorher in Berlin im Kaiser-Wilhelm-Institut für Physikalische Chemie und im Institut für Meereskunde für diese Arbeiten ausgebildet wurden.

Bei der Einrichtung des Laboratoriums hat Herr Dr. Eisner vom Kaiser-Wilhelm-Institut seine wertvollen Erfahrungen in außerordentlich dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Über die Ergebnisse läßt sich noch nichts Endgültiges sagen. Bei einer vorläufigen Betrachtung der Sauerstoffprofile sind jedoch schon einige interessante Tatsachen zu erkennen. Von Profil I und II wurden Querschnitte konstruiert, die ganz eindeutig den Antarktischen Zwischenstrom und den Nordatlantischen Tiefenstrom erkennen lassen, fast genau in den Tiefenstufen, die aus dem Längsschnitt von M e r z - W ü s t entnommen werden können. Im Kern dieser Ströme finden sich Maxima des Sauerstoffgehalts, in der mehr oder weniger ruhenden Grenzschicht, wo keine Zufuhr frischen, sauerstoffreichen Wassers stattfindet, ein Minimum. Auf Profil I südwestlich von Kapstadt, wo Westwinddrift auf den Agulhasstrom auftrifft, läßt sich das untersinkende sauerstoffreiche Oberflächenwasser bis in große Tiefen verfolgen, ein Beweis für die Existenz der Konvergenzlinien, die aus Salzgehalt und Temperatur nicht so deutlich zu erschließen ist. Ähnlich ist es auf Profil II, auf dem fast genau dort, wo nach der Karte der Oberflächenströme von Hans H. F. M e y e r Konvergenzlinien zu erwarten sind, Sauerstoffmaxima das Minimum der ruhenden Zwischenschicht unterbrechen.

Auch in den in großen Zügen konstruierten Schnitten der Wasserstoffionenkonzentration traten im großen und ganzen dieselben Gesetzmäßigkeiten auf, einem Sauerstoffmaximum ein Minimum der Wasserstoffionenkonzentration entsprechend und umgekehrt. Bei der Abnahme des Sauerstoffgehalts in ruhenden Schichten infolge Oxydation organischer Substanz wird sich eben in demselben Maße das Oxydationsprodukt, die Kohlensäure, anreichern.

Bei den übrigen Faktoren ist es nicht gut möglich, vor der genaueren Durcharbeitung zusammen mit der Biologie, Ozeanographie und Geologie mehr als den vorstehenden Bericht über Anlage und Anzahl der untersuchten Proben zu geben.

Die photographische Ausrüstung, über die ich noch kurz zu berichten habe, ist entsprechend dem Rahmen der übrigen wissenschaftlichen Ausrüstung in jeder Beziehung modern und vollkommen. Es sind als Expeditionsapparate vorhanden, alles im Format 9·12, eine Ica-Tropica mit Doppelplamat 1 : 4, eine Spiegelreflexkamera mit Zeiß-Tessar 1 : 4,5 und Zeiß-Teletessar 1 : 6,3, eine Ica-Tropika mit Protar-Satzanastigmat 1 : 2 und eine Leica-Kamera für Kinofilmformat mit 36 Aufnahmen.

Das gesamte photographische Aufnahmematerial ist der Expedition von der „Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation“ unentgeltlich zur Verfügung gestellt worden. Wir sind der Firma zu größtem Dank verpflichtet; ihre Agfa-Chromoisolarplatten, Agfa-Extra-Rapidplatten und Agfa-Filmpacks haben sich sämtlich unter allen vorkommenden Verhältnissen ausgezeichnet bewährt.

Bericht über die meteorologischen Arbeiten.

Von J. Reger und E. Kuhlbrodt.

Die Durchführung fortlaufender meteorologischer Beobachtungen zwei Jahre hindurch in den verschiedensten Teilen des Atlantischen Ozeans ist für die maritime Meteorologie, allgemein für die Erforschung der wesentlichsten meteorologischen Probleme von großer Bedeutung. Besonders wertvoll ist die Möglichkeit, durch systematische aerologische Messungen grundlegende Ergebnisse zu gewinnen in bezug auf die vor allem wichtige Zirkulation der Atmosphäre. Das ist die meteorologische Hauptaufgabe, wie ja ganz entsprechend die Erfassung der großen Atlantischen Wasser-Zirkulation das Hauptziel der Expedition auf hydrographischem Gebiet ist.

Die üblichen meteorologischen Schiffsbeobachtungen, wie sie in den Schiffstagebüchern niedergelegt werden, genügen für die hauptsächlichsten klimatischen Zwecke, bedürfen jedoch dringend der Ergänzung: einmal durch genauere, dann durch ausführlichere Messungen — eine Aufgabe, welche an Land den Observatorien zufällt. Der „Meteor“ ist das schwimmende Observatorium, gut und reichlich ausgerüstet. Erfahrungen über die zweckmäßige Ausrüstung einer Schiffsstation liegen nur recht wenige vor; es gilt, diese jetzt zu sammeln, so besonders bezüglich der zuverlässigen Registrierung der meteorologischen Elemente, die vor allem notwendig ist.

I. Beobachtungen in den Bodenschichten.

1. **Terminmessungen.** Regelmäßig durchgeführt werden von den Meteorologen drei Terminmessungen täglich, um 7, 14 und 21 Uhr Ortszeit. Gemessen werden hierbei: Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wassertemperatur, Bewölkung nach Form und Bedeckung, Windrichtung und -stärke, Seegang (Dünung), Sicht. Diese Beobachtungen werden auch als Basis für die Aufzeichnungen der Registrierapparate benutzt. Ferner wird von der Brücke außer den vierstündigen üblichen Beobachtungen die Bewölkung und Wassertemperatur sowie der Wind jede Stunde gemessen. Das Stationsbarometer ist ein von der Deutschen Seewarte geliehenes, besonders ausgesuchtes Marinebarometer, das sich durch sehr geringes „Pumpen“ auszeichnet, so daß es auch bei gröbster See einwandfrei abzulesen ist; es ist mittschiffs im Zwischendeck ziemlich genau in gleicher Höhe mit dem Meeresspiegel aufgehängt. Die Thermometerhütte steht frei auf dem Dach des Kartenhauses auf der Brücke in 9 m Höhe. Sie ist dort (im allgemeinen) vorzüglich ventiliert. Außer in der Hütte werden Temperatur und Feuchtigkeit auch mit dem Abmannschen Aspirations-Psychrometer gemessen, vom frei ausgebauten Lotpodest der Brücke aus, jeweils in Luvseite.

2. **Registrierungen.** Der Luftdruck wird mit drei Barographen registriert, welche sich in den Kammern der Meteorologen befinden, etwa in Höhe des Meeresspiegels. Zwei Instrumente sind Normalmodelle, das eine mit einer Wochen-, das andere mit einer Monatsuhr, letzteres um die mehrtägigen großen Luftdruckwellen zur

anschaulichen Darstellung zu bringen. Das dritte Instrument ist ein großes Modell mit Drei-Tage-Uhr, welches die kleinen Luftdruckänderungen (z. B. tägliche Periode) bequemer abzulesen erlaubt. Die Lufttemperatur wird registriert mit einem normalen Thermographen, welcher sich in der Hütte befindet. Bei der geringen Amplitude der Temperaturschwankungen sind die bei nicht ausreichender Ventilation teilweise doch vorhandenen Fälschungen der Hüttenwerte durch die Schiffswärme sehr störend. Um wirklich einwandfreie Temperaturen zu bekommen, wurde eine elektrische Fernthermometeranlage geschaffen. Es sind vier Widerstandsthermometer vorhanden: eins ganz vorn am Bug-Flaggenstock, eins ganz achtern am Heckflaggenstock, eins an der Spitze des Fockmastes in 28 m Höhe und schließlich eins zur Kontrolle in der Thermometerhütte auf dem Kartenhaus. Die Thermometer sind also so frei wie möglich exponiert. Es gelang, ein für unsere Zwecke besonders zugerichtetes Schreibgerät zu bekommen, welches im Laboratorium aufgestellt ist und fortlaufend die Temperaturen registriert, in einem besonders großen Maßstabe, der alle Feinheiten hervorragend erkennen läßt. Die Anlage, welche in dieser Art auf einem Schiffe zum ersten Male Anwendung findet, stammt von der Firma Hartmann und Braun, Frankfurt a. Main.

Zur Registrierung der Luftfeuchtigkeit sind zwei Hygrographen vorhanden, die abwechselnd in der Hütte auf dem Kartenhaus aufgestellt werden, da wegen Ansatzes von Salz und Ruß auf dem Haarbündel von Zeit zu Zeit ausgewechselt werden muß. Sie haben eine Zwei-Tage-Uhr, um auch die kleinen Feuchtigkeitsschwankungen gut herauskommen zu lassen.

Zur einwandfreien Messung und Aufzeichnung der Windstärke ist eine besondere Anemometeranlage geschaffen. Es sind drei Anemometer vorhanden, eins am oberen Ende des Flaggenstockes am Bug, eins entsprechend am Heckflaggenstock und eins ganz an der Spitze des Fockmastes in 31 m Höhe. Alle drei, die also dem Winde völlig frei ausgesetzt sind (von den unteren jeweils das der Luvseite), registrieren fortlaufend auf einem Chronographen im Laboratorium. Aus der so gemessenen Stärke des scheinbaren Windes ergibt sich der wahre mit Hilfe der stündlichen Beobachtung der Windrichtung und der stets bekannten Fahrtrichtung und -geschwindigkeit des Schiffes. Die Auswertung des wahren Windes geschieht mit Hilfe eines von der Deutschen Seewarte gelieferten „Winddreiecks“.

Der Niederschlag wird ebenfalls registriert in einem Hellmannschen Regenschreiber, welcher auf der Schanze seinen Platz gefunden hat und mit einem Windtrichter versehen wurde. Aus Platzmangel war es nicht möglich, ihm eine kardanische Aushängung zu geben; es ist auch fraglich, ob sie besonders zweckmäßig wäre. Ein zweites Instrument stand ursprünglich auf der Back, mußte aber weggenommen werden, als die Wanten der neuen Raatakelage angebracht wurden; ein anderer geeigneter Platz war nicht aufzufinden. Zur gegenseitigen Kontrolle dient übrigens ein einfacher Regenschreiber, den Dr. Schumacher für seine Verdunstungsmessungen an der Reling der Schanze kardanisch aufgehängt hat.

3. Strahlungsmessungen. Die Sonnenstrahlung ist Energiequelle und letzte Ursache aller Vorgänge in der Atmosphäre und Hydrosphäre. Strahlungsmessungen wurden daher, bei ihrer Wichtigkeit für das Arbeitsgebiet der Expedition, in das Programm aufgenommen. Auf hoher See wurden erst auf einigen wenigen See-reisen in jüngster Zeit Messungen der Intensität der Sonnenstrahlung durchgeführt, es liegt also auch hier für die Expedition ein fast un-bearbeitetes Gebiet vor. An Instrumenten sind vorhanden: das Michelson-Aktinometer, geeicht am meteorologischen Observatorium Pots-dam, und das Universal-Aktinometer von Hartmann und Braun nach Linke, geeicht vom Geophysikalischen Institut Frankfurt a. Main. Die Instrumente werden auf das kardanische Stativ des Spiegeltheodoliten gesetzt.

Leider sind an Bord unseres kleinen Schiffes die Verhältnisse für diese feinen Messungen nicht günstig. Die Hauptschwierigkeit ist, die Sonne genügend lange „festzuhalten“, d. h. sie senkrecht in die Öff-nung des Instruments scheinen zu lassen, was trotz der kardanischen Aufhängung bei stärkerem Schlingern und besonders bei den vorkom-menden Steuerschwankungen des Kurses (rasche Azimutänderungen) oft nicht gelingt. Die einzelnen Messungen müssen aus diesem Grunde oft wiederholt werden, wodurch sich die Reihen über relativ lange Zeit hinziehen. Dazu kommt die Schwierigkeit, auf dem kleinen Schiff einen geeigneten freien, gegen direkten Wind geschützten Platz zu finden und besonders von der störenden Rauchfahne freizukommen.

Auf der Überfahrt nach Südamerika konnten nur zwei Reihen an zwei Tagen gemessen werden. Auf Profil I war wegen schlechten und stürmischen Wetters und heftigen Schlingerns keine einzige Messung möglich, auf Profil III nur an einem Tage mit vier Reihen. Auf Profil II auf 28 bis 30° Breite konnten mehr Messungen gemacht werden, im ganzen zwanzig Reihen an elf Tagen. Die niederen Breiten werden das hauptsächlichste Arbeitsgebiet für Strahlungsmessungen sein.

Zur Registrierung der Gesamtstrahlung (Himmels- und Sonnenstrahlung) ist an der B.B.-Seite des Achterdecks ein Strahlungsschreiber kardanisch aufgestellt, der nach Angaben von Dr. Ro-bitzsch in Lindenberg gebaut wurde. Bei der Überfahrt nach Buenos Aires hat er in den Tropen und Subtropen mehrere brauchbare Reihen geliefert. Auf den südlichen Profilen ist er wegen des meist starken Schlingerns nur wenig benutzbar. Teilweise mußte er wegen der überkommenden Seen ganz entfernt werden. Viel Störungen erleidet er auch durch die Rauchfahne und Takelage.

Für die Messung der nächtlichen Ausstrahlung ist der Tulipan vorhanden. Mit diesem Instrument werden nicht Augenblicks-werte beobachtet, sondern der Tulipan wird nach Sonnenuntergang frei gegen den Himmel exponiert (auf dem Schlingertisch) und vor Sonnenaufgang abgelesen, so daß man den Summenwert der Ausstrahlung während der ganzen Nacht erhält. Geeignete klare Nächte sind naturgemäß sehr selten, bisher wurde mit dem Instrument in fünf Nächten auf Profil II gemessen.

II. Beobachtungen in den höheren Luftschichten.

Die aerologischen Aufstiege zur Erforschung der höheren Luftschichten gehören zu dem meteorologischen Hauptarbeitsgebiet. Die systematische Durchführung dieser Messungen über eine Zeit von zwei Jahren ist zweifellos von großer Bedeutung für die meteorologische Wissenschaft. Aus früherer Zeit liegen aerologische Beobachtungen aus dem Expeditionsbereich, besonders von dem Südatlantischen Ozean, nur sehr wenige vor. Die Aufgabe ist also sehr lohnend. Sie ist, wie schon anfangs ausgeführt, von größter Wichtigkeit für die Erkenntnis des meteorologischen Grundproblems: der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation; denn die auf dem weiten Gebiet des Atlantischen Ozeans erzielten Ergebnisse werden wertvolle Schlüsse auf den Gesamtkreislauf der Atmosphäre überhaupt ermöglichen. Gerade die gleichmäßige Verteilung der aerologischen Aufstiege über den Ozean, ferner die lange Dauer über alle Jahreszeiten und die große Zahl der Messungen ist das wesentliche bei der Erfassung dieser Aufgabe. Zufälligkeiten, wie sie vereinzelt Messungen so stark anhaften, werden hierdurch erkannt. Der Umstand, daß Kenntnisse erworben werden über die unperiodischen Schwankungen im Zustand der freien Atmosphäre, ist ein großer Vorteil der langen Expeditionsdauer. Es hat sich mehr und mehr erwiesen, daß die Veränderlichkeit der Windverhältnisse auch in den Tropen wesentlich größer ist als bisher angenommen, die Winde in allen Höhen schwanken beträchtlich; so gibt es einen Antipassat im alten Sinne nicht. Art und Größe dieser Schwankungen festzustellen und vielleicht Gesetzmäßigkeiten zu finden (in Beziehung zur Wetterlage), ist eine wichtige Aufgabe.

1. Pilotballonaufstiege. Aufstiege mit Pilotballonen zur Erforschung der Höhenwinde lassen sich — das ist ein großer Vorteil der Methode — immer durchführen, unabhängig vom Verhalten des Schiffes. Es werden in der Regel zwei Aufstiege am Tage gemacht. Ein Hindernis sind die Wolken; es gilt daher, alles darauf einzurichten, um günstige Momente in der Bewölkung auszunutzen, d. h. die Aufstiege müssen möglichst schnell, mit großer Steiggeschwindigkeit der Ballone, ausgeführt werden, um möglichst große Höhen zu erzielen.

Aus diesem Grunde werden große Gummiballone verwendet, welche so gefüllt werden, daß sie mit einer Steiggeschwindigkeit von mindestens 250 m, meist aber mit 400 m in der Minute, steigen, daß aber trotzdem die Höhe, in welcher sie platzen, sehr hoch liegt. Aus diesem Grunde ist auch von einer eigenen Entwicklung des Wasserstoffs abgesehen worden, weil hierdurch viel Zeit verloren geht; der Wasserstoff wird von der Heimat regelmäßig nachgeliefert in komprimiertem Zustand in großen Stahlflaschen, aus welchen die Füllung der Ballone in wenigen Minuten geschieht.

Das Anvisieren des Ballons geschieht mit dem von der Deutschen Seewarte gelieferten Spiegeltheodoliten¹⁾. Das Instrument, an dem

¹⁾ Siehe A. Wegener und E. Kuhlbrodt, Der Spiegeltheodolit für Pilot- und freie Registrierballonaufstiege auf See; Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 50, 1922, Seite 241—244; ferner A. Wegener und E. Kuhlbrodt, Pilotballonaufstiege auf einer Fahrt nach Mexiko März bis Juni 1922. Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte 40, Nr. 4, S. 13—19: Anweisung für Pilotballonaufstiege auf See.

inzwischen noch einige Verbesserungen angebracht wurden, bewährt sich vorzüglich. Gemessen werden Höhenwinkel des Ballons über der Kimm und Azimut in bezug auf die Schiffsachse. Kurs und Geschwindigkeit des Schiffes sind bekannt. Bei jeder Beobachtung wird gleichzeitig der Kompaß abgelesen; das ist nicht nur notwendig, wenn das Schiff auf Station auf der Stelle manövriert, sondern auch in Fahrt, da die Steuerschwankungen auf unserem kleinen Schiffe bei schlechtem Wetter erhebliche Beträge erreichen.

Die Steiggeschwindigkeit der benutzten großen Ballone ist nicht genau bekannt. Aus diesem Grunde wurden Basisgeräte (Entfernungsmesser) der Marine mitgenommen. Mit diesen wird fortlaufend die Entfernung des Ballons gemessen, aus welcher sich dann die jeweilige Höhe ergibt.

Über den Umfang der bisherigen Pilotballonaufstiege gibt die folgende Tabelle Auskunft:

Strecke	Zeit 1925	Zahl der Aufstiege	Mittlere Höhe	Zahl der Aufstiege		Maximalhöhe
				> 5000 m	> 10000 m	
Probefahrt nach Teneriffa:	24. I. bis 10. II.	13	5220	4	3	14 700
Kanal — La Plata	21. IV. bis 24. V.	50	5020	19	11	16 800
Profil I	4. VI. bis 12. VII.	58	1500	4	—	8 320
„ II	28. VII. bis 5. IX.	69	4160	20	9	16 200
„ III	19. IX. bis 25. X.	42	3400	11	4	12 800

Die bei weitem meisten Aufstiege endeten mit Eintauchen in Wolken oder Verschwinden hinter niedrigeren Wolken. Die erreichten Höhen sind also in erster Linie eine Funktion der Bewölkung. Die ungünstigen Bewölkungs- und Witterungsverhältnisse der südlichen Profile spiegeln sich deutlich in den obigen Zahlen ab, so konnten auf Profil III an sieben Tagen wegen dichten Nebels keine Aufstiege gemacht werden. Die bei den Ballonvisierungen gewonnene sehr häufige Feststellung der Wolkenhöhen ist übrigens ihrerseits eine wertvolle Beigabe.

Es kann nicht unerwähnt bleiben, daß die allgemein sehr störende starke Rauchfahne des Schiffes auch schon vielen Pilotaufstiegen ein vorzeitiges Ende bereitet hat.

Wenn die Bewölkung rasch wechselt oder die Winde sehr stark sind, ist die Erreichung größerer Höhen mit Pilotballonen oft nicht möglich. In diesen Fällen ist zur Ergänzung der Aufstiege die „Schießmethode“ vorgesehen, bei welcher die Winde in den weiteren Höhen mit dem an Bord vorhandenen Geschütz „erschossen“ werden. Es wird besonders präparierte Rauchmunition hochgeschossen in Wolkenlücken und die entstehende intensive, hervorragend sichtbare Rauchwolke ganz entsprechend wie bei den Ballonen mit Spiegeltheodolit und Basisgerät avisiert. Diese Methode, mit welcher die Höhenwinde bis über 7000 m in ganz kurzer Zeit gemessen werden, gelangte aus Gründen, auf die hier nicht eingegangen werden soll, erst in wenigen Fällen zur Anwendung, soll aber künftig bei den betreffenden Wetterverhältnissen laufend angewandt werden.

Zur Ergänzung der aerologischen Messungen dienen die Wolkenzu-beobachtungen, besonders die der hohen Cirruswolken. Die Ci-Wolken werden systematisch, sofern überhaupt möglich — nur solche Wolken, die einen genügend scharfen Umriß haben, sind zur Beobachtung geeignet — durch Anpeilen mit dem Spiegeltheodoliten und Entfernungsmesser nach Zugrichtung und -geschwindigkeit gemessen. Bisher wurden an 40 solcher Wolkenmessungen ausgeführt.

2. Drachenaufstiege. Um auch die Temperatur- und besonders die Schichtungsverhältnisse in den unteren Kilometern der freien Atmosphäre zu erforschen, werden nach Möglichkeit Drachenaufstiege gemacht. Zum Antrieb der Drachenwinde dient ein seefest gekapselter Bergmann-Elektromotor. Die Geschwindigkeitsregulierung wurde anfangs durch eine Friktionsscheibe vermittelt. Dies führte jedoch bald, wie übrigens von fachkundiger Seite schon vorhergesagt worden war, zu so vielen Versagern und machte einen solchen ohrenbetäubenden Lärm, daß bei dem ersten Aufenthalt in Buenos Aires ein Widerstandsvorgelege zur Regulierung der Tourenzahl eingebaut wurde. Seitdem funktioniert der Windenantrieb gut. Die Winde selbst ist ein Modell der Firma Eulitz-Berlin in sehr solider Ausführung. Als Drachen werden ausschließlich die sog. Schirmdrachen, gebaut von O. Schreck-Niederschöneweide, verwendet. Sie haben den großen Vorteil, daß sie, zerlegt, leicht unterzubringen sind. Ihre Stabilität ist sehr gut, solange der Stoff intakt ist. Gebrauchsfertig aufgestellt lassen sich Drachen an Bord des kleinen Schiffes nicht unterbringen. Sie müssen nach jedem Aufstieg auseinandergenommen und in einer Last verstaut werden. Das erhöht natürlich den Verschleiß und hat außerdem den Nachteil, daß man niemals einen auf Stabilität schon erprobten Drachen in die Luft bringt, weil bei dem Neuaufstellen und Spannen leicht eine Unsymmetrie in den Verspannungen eintreten kann. Von der am Achterdeck aufgestellten Drachenwinde bis zum Achterstevan mit dem Flaggenstock sind 8 m. Auf diesem kleinen Fleckchen müssen Drachen hochgehen und landen. Die schon auf dem „Planet“ und von Hergesell angewandte Methode, den Drachen an einer Gaffelrolle hochzuziehen, leistet beim Aufstieg und, umgekehrt angewandt, auch beim Landen gute Dienste. Auf Einzelheiten der Drachentechnik an Bord kann hier nicht eingegangen werden.

Auf der Überfahrt nach Buenos Aires konnten neun Aufstiege gemacht werden. Davon waren die ersten beiden noch im Bereiche der von Schott als die „Marokkanische“ bezeichneten Region. Erst in der Nähe der Kap-Verdischen Inseln kamen wir in das NE-Passatgebiet. Mit südlichem Kurse, der aus nautischen Gründen keine zeitraubenden Abweichungen erlaubte, wurde der Wind größtenteils totgefahren, und das relativ kleine Gebiet war rasch durchquert, ohne daß ein Drachenaufstieg zustandekommen konnte. Nur ein Registrierballonaufstieg, bei dem jedoch keine große Höhe erreicht wurde, zeigt die typische Temperaturverteilung im NE-Passat bis 5000 m. Der speziellen Erforschung dieses Gebietes werden die drei letzten Profile der Expedition dienen.

Vier Drachenaufstiege fanden sodann im Bereiche des SE-Passates statt, der bis etwa 22° S-Breite sich geltend machte, drei weitere in der veränderlichen südamerikanischen Küstenregion.

Das Profil I in der Region der „braven Westwinde“ war für Drachenexperimente recht ungeeignet. Von den sieben, auch nur teilweise gelungenen Aufstiegen drängen sich vier ganz im Westen zusammen, während auf der übrigen weiten Strecke nur noch drei Auf-

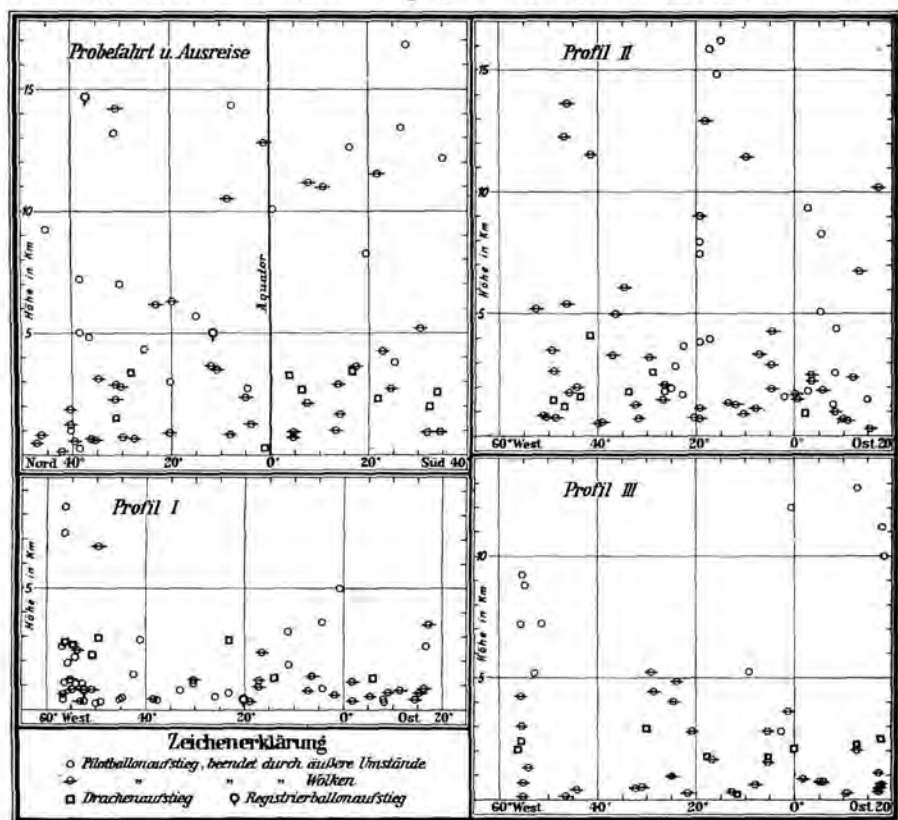


Abb. 5. Aerologische Arbeit bis Ende des Profils III.

stiege Ergebnisse brachten. Die immer wieder unternommenen Versuche führten leider zu einem ziemlich bedeutenden Materialverlust.

Auf Profil II herrschten wesentlich bessere Verhältnisse, jedoch zwang der geringe Bestand an Apparaten zu sehr vorsichtigem Arbeiten. Teilweise war auch so wenig Wind, daß nicht einmal mit Gegenanfahren ein Drachen hochgebracht werden konnte. Einige Tage mußten dadurch ausfallen, daß die beschädigte Gaffel durch eine neue ersetzt wurde. So ergab dieses Profil nur sieben Aufstiege.

Das dritte, auch wieder in der Westwindzone gelegene Profil lieferte neun Aufstiege mit sehr interessanten Ergebnissen.

3. Registrierballonaufstiege. Eine weitere aerologische Beobachtungsmethode, die im Verlaufe der Expedition beson-

ders in den Subtropen und Tropen zur Anwendung gebracht werden wird, ist die der Registrierballonaufstiege. Damit soll vor allem die Höhenlage der Stratosphäre und überhaupt der Temperaturverlauf bis zu großer Höhe bestimmt werden. Hergesell hat diese Methode vom fahrenden Schiff aus bereits in den Jahren 1905/06 erfolgreich angewandt. Auf der Vorexpedition wurde ein Registrierballonaufstieg in der Nähe der Kanaren bis zu 14,7 km Höhe gemacht, während der Überfahrt nach Buenos Aires ein zweiter in den Tropen, der jedoch nur 5000 m Höhe erreichte. Auf den südlichen Profilen im Bereiche der Westwinde hat sich bis jetzt keine Gelegenheit geboten, diese Versuche mit einiger Aussicht auf Erfolg unternehmen zu können. Grundbedingung dafür ist nämlich, daß die Bewölkungs- und Windverhältnisse eine Verfolgung mit dem Schiffe und dadurch ein Wiederfinden gestatten.

Die graphischen Darstellungen (Abb. 5) zeigen die auf den einzelnen Profilen bei den Pilotballon-, Drachen- und Registrierballonaufstiegen erreichten Höhen; sie geben eine anschauliche Vorstellung über den Umfang der bisherigen aerologischen Messungen.

DIE DEUTSCHE ATLANTISCHE EXPEDITION

AUF DEM VERMESSUNGS- UND FORSCHUNGSSCHIFF

„METEOR“

II. B E R I C H T

(Profil IV und V)

MITGETEILT DURCH DIE

NOTGEMEINSCHAFT DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT

F. SPIESS: Bericht des Expeditionsleiters.

G. WÜST: Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen.

A. SCHUMACHER: Ozeanographische Sonderuntersuchungen.

E. HENTSCHEL: Bericht über die biologischen Arbeiten.

O. PRATJE: Bericht über die geologischen Arbeiten.

H. WATTENBERG: Bericht über die chemischen Arbeiten.

J. REGER und E. KUHLBRODT: Bericht über die meteorologischen Arbeiten.

Aus den Lotungsberichten des Kommandos.

Hierzu 6 Bildertafeln und 6 Textabbildungen.

Die Berichte schließen mit Profil V in Kapstadt Anfang April 1926 ab.

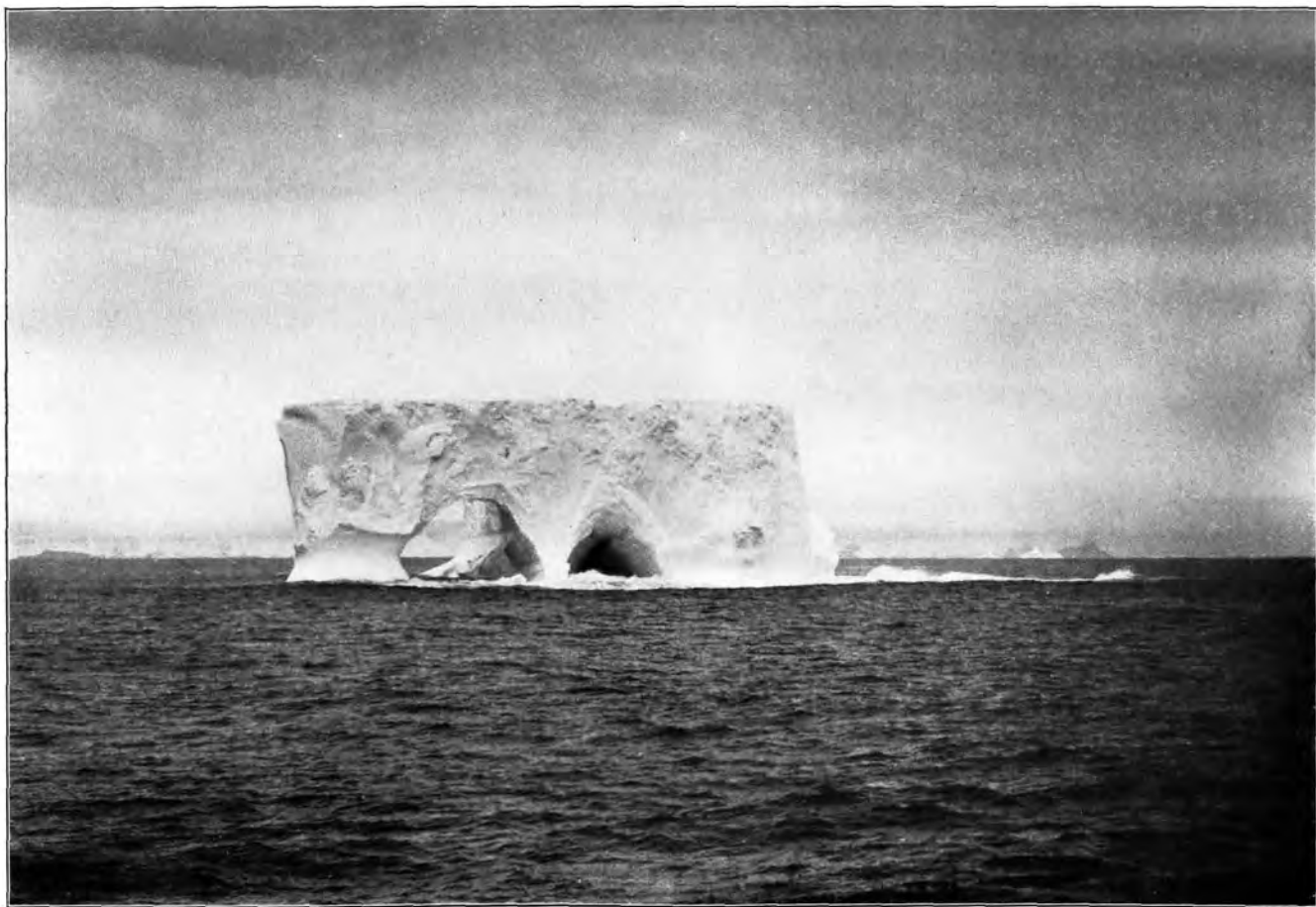


Fig. 6. „Meteor“ vor dem Romanche-Gletscher im Beagle-Kanal (links Gletschertor mit Wasserfall, rechts Gletscherzunge).
Phot. Löwisch.



Fig. 7. Westende des Nordostarmes des Beagle-Kanals. Blick nach W. (In der Mitte das chilen. Vermess.-Schiff „Porvenir“.)

Phot. Löwisch.



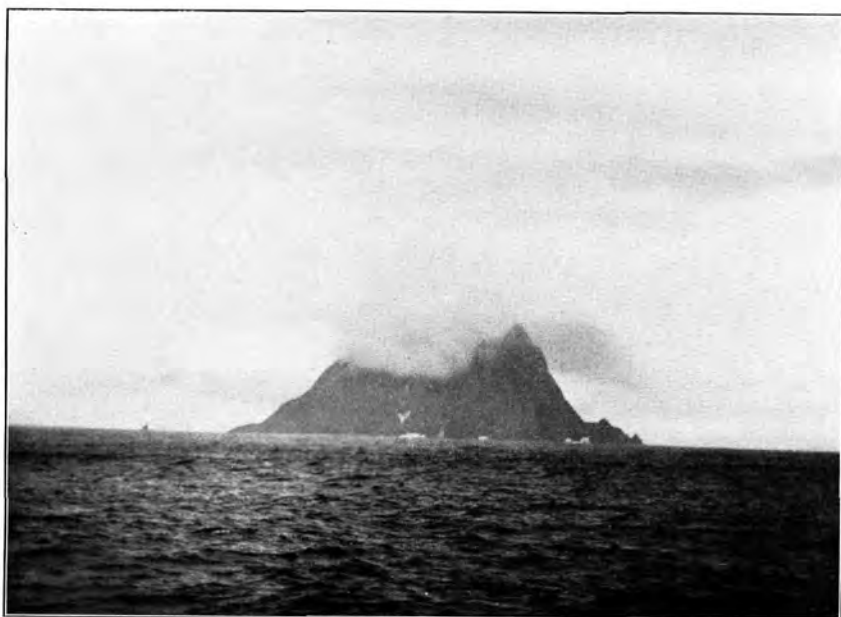
Phot. Löwisch.

Fig. 8. Antarktischer Eisberg. Im Hintergrund die Südshetland-Inseln mit gestrandeten Eisbergen.



Phot. Wattenberg.

Fig. 9. Deception-Insel (Südshetland-Inseln) mit Kraterbucht Port Foster. Links Walstation mit Kochschiffen und „Meteor“, rechts Parasitärkrater.



Phot. Wattenberg

Fig. 10. O'Brien-Insel (Asplandgruppe der Südshetland-Inseln).



Phot. Wattenberg.

Fig. 11. Mount Paget auf Südgeorgien mit regeneriertem Gletscher, von der Cumberland Bucht aus.



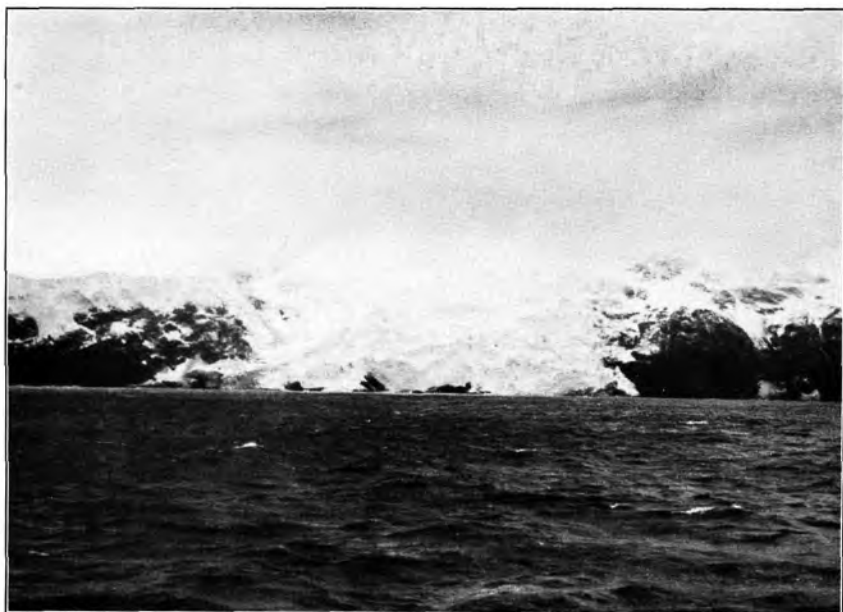
Phot. Wattenberg.

Fig. 12. Roßgletscher (Südgeorgien) mit Wetterwand, vom Moltke-Hafen aus.



Phot. Wattenberg.

Fig. 13. Bouvet-Insel, Nordseite (in der Mitte Kap Valdivia).



Phot. Wattenberg.

Fig. 14. Bouvet-Insel, Posadowsky-Gletscher.

Bericht des Expeditionsleiters.

Von F. Spieß, Fregattenkapitän und Kommandant.

Mit Beendigung der Profile IV und V liegt ein zweiter, wichtiger Reiseabschnitt hinter uns, der ebenso wie der erste Abschnitt, Profil I—III, über den oben in Heft 1 dieser Zeitschrift berichtet wurde, eine Fülle wertvollen Beobachtungsmaterials auf allen wissenschaftlichen Gebieten ergab. Gleichzeitig wird dieser Abschnitt in bezug auf Natureindrücke und landschaftliche Schönheiten zweifellos von allen Fahrten des Expeditionsschiffes an erster Stelle stehen, führte er doch durch die Kanäle des Feuerlandes, nach den Südshetland-Inseln, Südgeorgien, der Bouvet-Insel und in das antarktische Eismeer. Da der erste Expeditionsbericht über die Ausrüstung des Schiffes und die Arbeitsmethoden ausführliche Angaben bringt, wird es sich im folgenden darum handeln, den Verlauf der Reise zu schildern sowie über die Tätigkeit auf den einzelnen Arbeitsgebieten und die vorläufigen wissenschaftlichen Ergebnisse in dem bisher vom „Meteor“ untersuchten Gebiet des Südatlantischen von 28° bis 55° S, mit zwei Vorstößen, bis zu den Südshetland-Inseln und südlich der Bouvet-Insel bis 64° S zu berichten.

Die Arbeiten auf Profil IV von Kapstadt bis Rio Grande.

„Meteor“ hatte nach Erledigung von Profil III vom 27. Oktober 1925 ab einen 14 tägigen Aufenthalt in Kapstadt, währenddessen Überholungsarbeiten am Schiff und an den wissenschaftlichen Maschinen vorgenommen wurden. Nachdem 430 Tonnen Kohlen, Proviant und Material übernommen waren, verließ „Meteor“ am Spätnachmittag des 11. November den gastlichen Ort, dessen malerische Berge im letzten Abendrot leuchtend grüßten. Ein starker Südoststurm, der bekannte berüchtigte „South-Easter“, bei dem das durch starke Kohlendecksladung vorlastige Schiff schlecht manövrierte, ließ eine Kompensierung und Deviationsbestimmung der Kompassse in der Tafelbucht nur in beschränktem Maße durchführen. Auf See wurde schlechtes Wetter angetroffen. Der Wind hatte über S nach W gedreht und immer mehr aufgefrischt, so daß die Kohlendeckslast auf Back und Achterdeck über Stag ging und schleunigst in die Bunker getrimmt werden mußte. Das Wetter war kalt und trübe, wie am Tage der Indienststellung des „Meteor“ vor einem Jahre, dem 15. November 1924, dessen ich durch eine Ansprache an die Besatzung gedachte.

Der Fahrtverlust bei dem anhaltenden Weststurm war so erheblich, daß ich mich schon nach wenigen Tagen gezwungen sah, vorbeugende Maßnahmen zu treffen, um bei dem, im Gegensatz zu einem früheren Brennversuch, unerwartet hohen Kohlenverbrauch an bester in Kapstadt genommener Natalkohle das Profil IV durchführen zu können.

Bei der Aufstellung des Reiseplans war seinerzeit, auf Grund des vorhandenen Beobachtungs- und Kartenmaterials über die vorherrschenden Windrichtungen und -stärken, als günstigste Fahrtrichtung für das auf 34° bis 35° S verlaufende Profil IV diejenige von Osten nach Westen angesehen worden. Es konnte erwartet werden, daß diese Breite im südlichen Frühsommer außerhalb der starken Westwindzone liegen würde. Zur Vornahme von geologischen, biologischen und erdmagnetischen Untersuchungen hatte ich auf Profil IV beabsichtigt, die Insel Tristan da Cunha anzulaufen, was von den Kapstädter Behörden begrüßt wurde, da die einsame Insel seit über einem Jahr von keinem Schiff besucht worden war und „Meteor“ sich erboten hatte, Post, Proviant und Ausrüstungsgegenstände für die verlassenen, etwa 100 Insulaner mitzunehmen. Wir fanden jedoch im östlichen Drittel des Profils IV in der Randzone der Westwinddrift noch sehr starke Störungen von den Randwirbeln der südlichen Zyklonen her. Diese Störungen bedingten westliche Gegenwinde, welche für diese Jahreszeit wider Erwarten stark ausgeprägt waren. So entschloß ich mich, das Profil um zwei Breitengrade nördlicher zu verlegen und etwa auf dem größten Kreise Rio Grande do Sul anzusteuern, was gegen die Fahrt auf dem Breitenparallel nach Buenos Aires eine Ersparnis von 600 sm bedeutete. Das bedingte zwar den Verzicht auf das Anlaufen von Tristan da Cunha, aber in der Breite von etwa $32\frac{1}{2}^{\circ}$ S mußten, namentlich im östlichen Teile des Profils, bei zyklonalen Störungen weniger stark ausgeprägte Westwinde und wahrscheinlich Ostwinde erwartet werden, die den Gebrauch der Segel ermöglichten.

Diese Nordwärtsverlegung des Profils IV erwies sich, wie in dem ozeanographischen Bericht näher ausgeführt wird, von geringem Nachteil. Leider war die beabsichtigte interessante topographische Untersuchung, ob der Rio Grande-Rücken mit der mittelatlantischen Schwelle zusammenhängt, auf diese Weise nicht möglich, da die Verbindungsschwelle in etwa 35° liegen muß. Die Wahrscheinlichkeit ihres Vorhandenseins ist jedoch aus den verschiedenen hydrographischen Verhältnissen nördlich und südlich der Verbindungsschwelle auf den entsprechenden Stationen des Profils I und IV in etwa 28° bis 30° W zu erkennen. Der starke Kohlenverbrauch zwang schon nach dem ersten Drittel des Profils zu Einschränkungen bei den ozeanographischen Beobachtungen, die in einer weiteren Auseinanderlegung der Beobachtungsstationen und in einer Zusammenlegung der ozeanographischen Serien auf den einzelnen Stationen bestanden. Im Bericht über die ozeanographischen Arbeiten folgen hierüber nähere Angaben. Auf Ankerstationen zu Strommessungen mußte unter diesen Umständen verzichtet werden. Zur weiteren Kohlenersparnis wurde die Rudermaschine abgestellt und das Handruder in Gebrauch genommen und tagsüber die elektrische Maschine nur alle 40 Minuten zur Ausführung von Echolotungen angestellt. Die einzelnen Echolotungen rückten für diese Zeit auf 4 bis 5 sm gegen sonst 2 bis 3 sm auseinander. Die erwarteten günstigen Verhältnisse traten ein. Auf der zweiten Hälfte des Profils wurden durchweg östliche Winde angetroffen, so daß von den erwähnten Einschränkungen Abstand genommen und die Stationen nicht nur alle planmäßig durchgeführt, sondern bei Annäherung an den

amerikanischen Kontinentalschelf wieder in geringerem Abstand vorgenommen werden konnten. Dank den erwähnten Maßnahmen wurden 19 bis zum Meeresboden reichende Stationen mit 41 Serien in wissenschaftlich befriedigender Weise durchgeführt, wozu auch das im allgemeinen günstige Wetter beitrug. (Abb. 17.)

Die Witterungsverhältnisse auf Profil IV waren folgende: Die mittlere Bewölkung betrug 7,4. In der ersten Hälfte des Profils bis 15° W war das Wetter überwiegend trübe. Von den 26 Reisetagen waren 17 mit Niederschlag, der eine Gesamtmenge von 71 mm ergab, besonders ergiebig in 4° O mit 16 mm in 15 Stunden und zwischen 11° und 15° W mit 34 mm in 27 Stunden. Die Windstärke betrug im Gesamtmittel 9,3 m/sek, im ganzen waren sechs Sturmtage zu verzeichnen. Von 14° O bis 10° W traten nur Westwinde mit einer mittleren Stärke von 10,5 m/sek auf, von 10° W bis zur amerikanischen

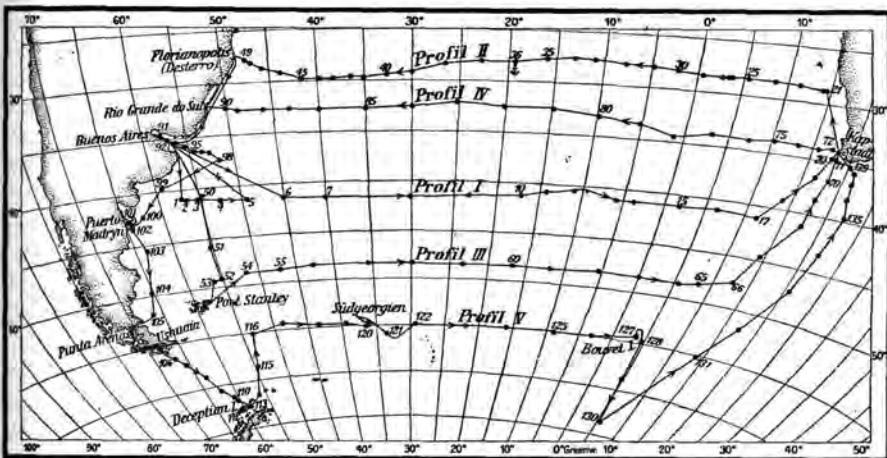


Abb. 17. Die Profile des „Meteor“ im Südatlantischen mit den Stationen 1—139.

Küste überwiegend östliche Winde von 8 m/sek mittlerer Stärke. Die Lufttemperatur betrug im Mittel $16,8^{\circ}$, das Minimum auf 4° W $11,6^{\circ}$, das Maximum auf 49° W $22,2^{\circ}$. Der Luftdruck ergab als Maximum 770 mm auf 25° W und als Minimum 745 mm auf 5° O. In der Nacht des 12. November nach Verlassen von Kapstadt mußte bei Windstärke 9 bis 10 beigedreht werden. Auf einigen Stationen gestattete die ruhige See das Aussetzen eines Bootes zu korrespondierenden Temperatur- und Feuchtigkeitsbestimmungen sowie Sichttiefenmessungen. Für diese wurde ein besonderes Schaurohr angefertigt, das vom Boot aus ins Wasser versenkt wird und es ermöglicht, die weiße Sichttiefenscheibe, ungestört durch das Tageslicht und Wasserreflexe, möglichst weit, bis über 40 m Wassertiefe, zu verfolgen.

Am 21. November brachten die Echolotungen auf dem Walfischrücken die Überraschung einer Tiefenzunahme auf 5600 m und am nächsten Tage in einem Abstand von nur 150 m einen Anstieg bis zu 1475 m. Eine ähnliche Erhebung auf dem Walfischrücken war schon

nördlich auf Profil II gefunden worden. Der Kurs auf Rio Grande do Sul gestattete ein Aufsuchen der in der Seekarte als fraglich bezeichneten „Nelsonbank“. Wir erhielten erst nach dem Passieren dieser Position ein Sonnenbesteck, das ergab, daß „Meteor“ die fragliche Bank auf nur 2 m passiert hatte. Es war jedoch keinerlei Tiefenabnahme bemerkt worden. Im übrigen ergaben die auf den Stationen vorgenommenen Drahtlotungen wieder eine gute Übereinstimmung mit den Echolotungen, und zwar ein Mehr von durchschnittlich 2,75 %. 16 Grundproben wurden erzielt, von denen eine wiederum die Länge von 93 cm erreichte; die durchschnittliche Länge betrug 58 cm. Bei den Schlammungen ergab sich wieder die schon auf den früheren Profilen beobachtete Abhängigkeit der Korngrößen von dem Bodenrelief.

Verdunstungsmessungen wurden an 22 Tagen ausgeführt und 15 mal wurden stereophotogrammetrische Wellenaufnahmen gemacht. Außer den meteorologischen Terminbeobachtungen und Registrierungen wurden an zwei Tagen drei Reihen von Strahlungsmessungen mit dem Universalaktinometer und folgende aerologische Beobachtungen vorgenommen:

I. 46 Pilotballonaufstiege von 4000 m mittlerer Höhe, die Maximalhöhe betrug 14 400 m, und acht Aufstiege waren höher als 8000 m.

II. An neun Tagen Messung von Zirruswolken.

III. Zehn Drachenaufstiege von 1650 m mittlerer Höhe und 3300 m Maximalhöhe.

An chemischen Untersuchungen wurden 362 Sauerstoff-, 403 Wasserstoffionenkonzentrations-, 248 Phosphorsäure- und 75 Kohlenstoffbestimmungen ausgeführt und 164 Edelmetallproben entnommen.

Die biologischen Netzfänge wurden aus Gründen der Zeitersparnis nicht weiter ausgedehnt als auf Tiefen von 1100 m; von Schlauchpumpenfängen mußte ganz abgesehen werden. Neu eingeführt wurden 11 Sedimentiersversuche zur Planktongewinnung aus je 4 Liter Wasser, und zwar aus 0 m, 50 m, 100 m und 200 m Tiefe. Im ganzen wurden ausgeführt: 88 Untersuchungen von Zentrifugenplankton, 14 Fänge mit der Deckwaschpumpe, 26 Schließnetzfüge und 3 Fänge mit dem Apsteinnetz.

Das Vogelleben auf Profil IV war in erster Linie durch die weißen Albatrosse und die Kaptauben, an der afrikanischen Küste besonders zahlreich, gekennzeichnet. Wale waren selten. Fliegende Fische wurden nur ein einziges Mal am 7. Dezember beobachtet; an demselben Tage wurde ein Hai mit der Angel gefangen, der von „Lotsenfischen“ und zwei sich mit ihrer Saugscheibe am Körper des Hai festhaltenden „Schiffshaltern“ begleitet war. Blasenquallen wurden vereinzelt, vom 5. bis 7. Dezember in einem zusammenhängenden, doch schwachen Schwarm beobachtet. Treibender Tang fand sich nur an der afrikanischen Küste. „Meteor“ lief nach Beendigung der 90. Beobachtungsstation am 8. Dezember in Rio Grande mit seinen neuen, nach einem nordamerikanischen Projekt sehr gut ausgebauten Hafenanlagen bei prächtigstem Wetter ein.

Von Rio Grande nach Buenos Aires.

Obgleich der Besuch des „Meteor“ in Rio Grande nicht erwartet wurde, war die Aufnahme durch die angesehene deutsche Kolonie und durch die Behörden der Stadt sehr gastlich und herzlich und das Interesse für die Arbeiten der Expedition groß. Nach einem dreitägigen Aufenthalt, während dessen Kohlen ergänzt und das Schiff neu gemalt wurde, ging „Meteor“ am 12. Dezember nach Buenos Aires in See, wo größere Mengen Nachschubs an wissenschaftlicher und militärischer Ausrüstung bereits eingetroffen waren und wo das Weihnachtsfest gefeiert werden sollte. Die Fahrt von Rio Grande nach Buenos Aires wurde, ebenso wie die Fahrt nach Beendigung des Profils II von Florianopolis zum La Plata, dazu benutzt, die in der Seekarte als „fraglich“ bezeichneten Untiefen bei Albardao-Leuchtturm, die Pacheco-Bank und die Laplace-Bank bei Kap Santa Maria abzuloten. Die Klärung der Frage, ob diese Bänke vorhanden sind, ist von großem Interesse für die nach Montevideo und Buenos Aires verkehrenden Dampferlinien. Bei guten Bestecks wurde ebenso wie bei der ersten Untersuchung auf den in der Seekarte angegebenen Positionen keine Untiefe gefunden. Auch in der Durchfahrt zwischen der Insel Lobos und dem Festlande, Punta del Este, in der La Plata-Mündung wurden keine Tiefen unter 21 m angetroffen.

In der Nacht des 13. Dezembers erlebten wir in der La Plata-Mündung das gewaltige Schauspiel eines echten Pampagewitters. Der Himmel stand am ganzen westlichen Horizont von Süden bis Norden fast ohne Unterbrechung voll von Blitzen und ein wolkenbruchartiger Regen sammelte in den schleunigst aufgegeiten Segeln große Wassermengen an. Der Pampero, der nach Angabe des bei Recalada-Feuerschiff an Bord genommenen Lotsen und nach allen Anzeichen zu erwarten war, zog in südöstlicher Richtung vorüber. „Meteor“ lief am 14. Dezember zum vierten Male in Buenos Aires ein und machte im Puerto Nuevo fest. Während dieses Aufenthaltes wurden durch das Entgegenkommen des argentinischen Unterrichts- und Landwirtschaftsministers den Wissenschaftlern und Offizieren freie Eisenbahnreisen bis zur Dauer von zehn Tagen in das Innere des Landes ermöglicht, welche die Expeditionsteilnehmer in verschiedenen Gruppen nach der Sierra de Córdoba, in das Trockengebiet von San Juan und Mendoza mit seinen künstlich bewässerten Weingärten, nach Tucuman bis in die Anden und zu dem meteorologischen Höhenobservatorium Quiaca, 3800 m hoch, ferner nach Portrerillos in den Vorkordilleren führten. Hierbei wurde auch dem Observatorium Tucuman ein Besuch abgestattet. Um die Zusammenstellung und Vorbereitung, sowie um die Anregung zu diesen Reisen hatten sich ein ehemaliger deutscher Seeoffizier und ein deutscher Gelehrter in Buenos Aires verdient gemacht. Abgesehen von den unvergeßlichen Einblicken in die Natur des Flachlandes, der Sierra und der Kordilleren, sowie in den großzügigen, den Reichtum des Landes ausmachenden, landwirtschaftlichen Betrieb auf einigen deutschen Estancias, waren die Reisen namentlich für den Geologen und den Biologen wissenschaftlich ertragreich. Die verschiedenen Weihnachtsfeiern an Bord und an Land, zu denen die deutschen Lands-

leute in der Heimat und in der Fremde in rührender Weise unserer gedacht hatten, fanden bei einer tropischen Hitze und einer in der Hafengegend besonders lästigen Fliegenplage statt. Am 28. Dezember verließ „Meteor“ zum letzten Male den Hafen von Buenos Aires, nachdem der Nachschub, Kohlen und alle Lasten voll Material und Proviant genommen waren; handelte es sich doch bei Profil V bis nach Kapstadt um eine Reisedauer von 11 Wochen.

Die Arbeiten auf Profil V.

Von Buenos Aires nach Punta Arenas über Puerto Madryn.

Am Tage vor dem Auslaufen hatte bei einem starken Gewitter mit Pamperosturm ein Blitz die im Südhafen liegenden Öltanks in Brand gesteckt und eine gewaltige Feuersbrunst entfacht. Der Feuerschein und eine hohe in den Himmel ragende, breite schwarze Rauchsäule war in den nächsten Tagen bis zur La Plata-Mündung hinaus zu beobachten. Beim Auslaufen aus dem La Plata wurden sechs ozeanographische Stationen im Mündungsgebiet und darüber hinaus nach See zu noch vier Stationen gemacht, um einen Überblick zu gewinnen, wieweit und in welchem Maße sich der Einfluß des Rio de La Plata-Wassers in hydrographischer, chemischer, biologischer und geologischer Beziehung bemerkbar macht. Es wurde bis über die 4000 m-Linie nach Osten vorgestoßen und eine Station auf $37^{\circ} 21' S$ und $51^{\circ} 53' W$ verlegt. Dieser Kurs, der über den Steilabfall des Kontinentalschelfs vor der La Plata-Mündung führt, bildete bezüglich unserer topographischen Arbeiten eine Ergänzung der vom „Meteor“ über den Schelfabfall bereits bei den früheren Profilen gelegten sechs Echolotlinien, so daß nunmehr, im Verein mit den bisher bekannten Tiefen, ein ziemlich vollständiges topographisches Bild des Kontinentalabfalls zwischen 30° und $40^{\circ} S$ gewonnen wurde. Auf dem Wege nach Puerto Madryn, wo ein Zusammentreffen mit dem Schulkreuzer „Berlin“ beabsichtigt war, wurden noch zwei Schelfstationen erledigt und mit Kreuzer „Berlin“, sobald funkentelegraphische Verbindung bestand, Peilversuche mit dem Funkpeiler gemacht. Die Witterungsverhältnisse zwischen der La Plata-Mündung und Punta Arenas waren folgende: Die mittlere Tagestemperatur nahm von der La Plata-Mündung, wo sie noch mehr als 22° betrug, mit zunehmender Breite stetig ab. Vor Puerto Madryn war sie bereits auf 14° gesunken und stieg dort wieder auf 22 bis 25° . Am 6. Januar wurde auf der Reede die Maximaltemperatur von 30° erreicht. Vor dem Eingang zur Magellanstraße war die mittlere Temperatur nur noch 10° , sie stieg in Punta Arenas am 13. Januar auf ein Maximum von 14° und sank hier nachts auf $6,7^{\circ}$. Die Winde waren sehr rasch wechselnd in der Richtung und hatten eine mittlere Stärke von etwas über 6 m/sek. Kurz vor Puerto Madryn kam lebhafterer Südost auf, der bald in Südwest von 12 m/sek Stärke überging. Am Eingang zu der Magellanstraße wehte stürmischer Nordost von 12 m/sek. Die Bewölkung betrug im Durchschnitt 5, mit wenig Niederschlag.

Zwischen der La Plata-Mündung und Puerto Madryn war das Tierleben verhältnismäßig reich. Küstenvogel, Wale, Seelöwen, ein Hai

und treibende Tange wurden beobachtet. Sehr bezeichnend waren die vielen Gliedertiere, die von den Winden an Bord getragen wurden, wie Schmetterlinge, Libellen und besonders Spinnen mit fliegendem Gespinnst, „Altweibersommer“, der das Tauwerk der Takelage mit weißen Schleiern überzog.

In Puerto Madryn wurde ein fröhliches Wiedersehen mit den Kameraden vom Kreuzer „Berlin“ gefeiert, der die Westküste Südamerikas bereist hatte. Die aus 14 Deutschen bestehende Kolonie ließ es sich nicht nehmen, die Besatzungen der beiden Kriegsschiffe mit dem landesüblichen Asado (Hammelbraten am Spieß) zu bewirten. Von Puerto Madryn, das an dem großen Golfo Nuevo, einem idealen Kriegshafen, in einer sandigen, vegetations- und reizlosen Landschaft liegt, wurde ein Ausflug in das üppige, landschaftlich schöne Chubuttal unternommen. Am 7. Januar nahm „Meteor“ eine Bestimmung der Funkbeschildigung seiner Funkpeilanlage nach dem vom Kreuzer „Berlin“ gegebenen Funkpeilzeichen und gleichzeitigen optischen Peilungen des Schiffes vor. Da nach den Tiefenzahlen der Seekarte angenommen werden mußte, daß der Golfo Nuevo, der in seiner Mitte Tiefen bis zu 165 m aufweist, durch eine flachere Barre vom Ozean abgeschlossen wird, wurde in der Mitte des Golfes und draußen vor der Einfahrt im gleichen Abstände von der Barre je eine ozeanographische Station gemacht, denn ein abgeschlossenes Becken, in dem eine Wassererneuerung nur in beschränktem Umfange stattfindet, mußte ozeanographisch, geologisch und chemisch interessante Ergebnisse liefern. Beim Auslaufen wurde jedoch in der Durchfahrt durch die Enge eine bisher nicht bekannte tiefe Rinne in der Barre erlotet; infolgedessen sind die erwarteten Erscheinungen auch nicht gefunden worden. Hervorgerufen durch die über dem Lande lagernde, bei Landwind häufig auftretende Staubschicht wurde bei Sonnenuntergang stellenweise eine zweimalige, übereinanderstehende Spiegelung der niedrigen Küste des Golfo Nuevo beobachtet.

Während der Fahrt nach der Magellanstraße wurden auf dem Schelf drei planmäßige Stationen durchgeführt. Auf der Fahrt nach der Magellanstraße wurden dauernd treibende Riesentange beobachtet und am 8. Januar trieben dichte Schwärme etwa 2 cm langer, rot gefärbter Krebse (Decapoden) an der Wasseroberfläche.

Am 11. Januar kam Kap Virgines in Sicht. Die Einfahrt in die Magellanstraße und die Fahrt durch die erste und zweite Enge enttäuschen durch die Flachheit und Vegetationslosigkeit der Berge und die Eintönigkeit der weit auseinanderliegenden Ufer, bis dann nach Passieren der zweiten Enge im Kanal Nuevo die schneebedeckten Gebirge des Feuerlandes mit ihrem hochalpinen Charakter, darunter der Monte Sarmiento in der Ferne, in Sicht kommen. Nachdem noch mit dem Flutstrom von 4 sm Stärke die erste Enge passiert worden war, wurde abends in der Santiagobucht mit Rücksicht auf den Gezeitenstrom geankert und mit dem nächsten Einsetzen der Flut am folgenden Morgen die zweite Enge bei einem mitsetzenden Strom von 3 sm durchfahren. Während der Fahrt durch die Magellanstraße wurden in engen Abständen Echolotungen vorgenommen und in der Mitte der Famine Reach eine Grundprobe zur geologischen Untersuchung ge-

nommen. In diesem Teil der Magellanstraße traten „weiße“, d. h. größtenteils weißgefärbte Delphine auf, die in den übrigen Feuerlandkanälen nicht vorkommen. In der Magellanstraße und dem Beaglekanal wurde eine Reihe von Untersuchungen über das Oberflächenplankton durchgeführt. Mittags wurde auf der Reede von Punta Arenas bei sonnigem, warmem Wetter geankert und hier während der Tage des Aufenthalts eine Erprobung des Tiefseepegels vorgenommen.

In Punta Arenas fand das Schiff und die Expedition durch die chilenischen Behörden und die deutsche Kolonie eine derartig gastliche und herzliche Aufnahme, wie sie auf der ganzen bisherigen Reise nirgends zu verzeichnen war. Die deutschen Landsleute, die chilenische Marine und Armee, die wissenschaftlich interessierten Kreise wetteiferten in festlichen Veranstaltungen für den „Meteor“. Eine viertägige Autotour führte die Expeditionsteilnehmer in die großartige Landschaft der Südpatagonischen Kordillere, und war reich an wissenschaftlich interessanten Eindrücken. Das Feuerland-Museum in der Schule des Salesianer-Ordens bot unter sachkundiger Führung, namentlich im Hinblick auf die weitere Reise, viel Interessantes und Lehrreiches. Mit dem Observatorio Meteorologico Salesiano in Punta Arenas wurde engere Verbindung aufgenommen und Abmachungen getroffen bezüglich Überlassung der synoptischen Beobachtungen an die Expedition.

Durch die Feuerlandkanäle nach den Südshetland-Inseln.

Zur Fahrt nach der ersten Station des Profils von Kap Hoorn nach den Shetland-Inseln beabsichtigte ich den Weg durch die landschaftlich großartigen, wenig bekannten und mangelhaft ausgeloteten Kanäle des Feuerlandes zu wählen und hier Echolotungen vorzunehmen. Hierbei wurde ich durch den Admiral der chilenischen Marinestation in Punta Arenas in der zuvorkommendsten Weise unterstützt. Er stellte nicht nur die neueste chilenische Seekarte des schwierigsten Teiles der Kanäle zur Verfügung, sondern auch als Lotsen den ortskundigen Kommandanten des Vermessungsschiffes „Porvenir“, Korvettenkapitän Arroyo, der sich für die dreitägige Reise bis Ushuaia am Beaglekanal auf „Meteor“ einschiffte und eine vorzügliche Hilfe war. Nach beendeter Kohlen- und Wasserübernahme lichtete „Meteor“ am 18. Januar mittags Anker und dampfte durch die Magellanstraße nach Süden; von weitem grüßte der schneebedeckte Monte Sarmiento. Bei Kap Froward wurde in die Magdalenenbucht abgebogen. Immer enger schließen sich die steilen Berge zusammen. Die Ufer sind mit hohen grünenden Bäumen bestanden, Eis und Schnee leuchten auf den Hängen darüber und die Gletscher senden zahlreiche Wasserfälle in die Tiefe. Bei Anbruch der Dunkelheit wurde zusammen mit „Porvenir“ in der kleinen Shollbay an dem Magdalenenkanal geankert, wo im Kriege S. M. S. „Dresden“ ein Versteck vor dem sie jagenden Gegner gefunden hatte. Am nächsten Morgen bei Anbruch der Dämmerung wurde die Fahrt durch den Magdalenenkanal fortgesetzt. Ein prachtvolles Bild bot bei Sonnenaufgang das unmittelbar am Magdalenenkanal ansteigende schneebedeckte Massiv des Monte Sarmiento, dessen 2235 m hoher, bisher unbezwungener Gipfel hoch über

den Wolken, im Morgenrot leuchtend, in Sicht kam. Bei Kap Turn, wo eine deutlich sichtbare Stromscheide das Schiff aus dem Ruder laufen ließ, bogen wir in den schmalen Cockburnkanal mit seinen vielen Windungen und seinem Gewirr von Inseln ein. Immer wieder wiederholt sich der Eindruck, daß man in eine von hohen Bergen eingeschlossene Bucht hineinsteuert, bis sich hinter einer Huk die weitere Fahrinne auftut. In der gemeinsamen südlichen Einfahrt zum Cockburn- und Barbarakanal, in die gewöhnlich vom Pazifischen her schwerer Seegang steht, trafen wir spiegelglatte See, wie wir überhaupt in den Feuerlandkanälen ungewöhnlich günstiges Wetter, vielfach Sonne und Windstille, bei erheblichen Temperaturschwankungen und nur gelegentlichen Niederschlägen (Regen und Schnee), hatten. Auf den von der Ozeanbrandung abgewaschenen und zerklüfteten Klippen sonnten sich zahllose Seehunde und Pinguine. Die sonstige Tierwelt in den Kanälen bestand hauptsächlich aus Enten und Tauchern, darunter die mit den Flügeln rudernde „Dampferente“; treibender Tang, „Kelp“, der in lebendem Zustand die Untiefen erkennen läßt, wurde viel angetroffen. Für die Fahrt durch den Brecknock- und Ballenerokanal stand eine neue chilenische Seekarte zur Verfügung. Man fährt in landschaftlicher Mannigfaltigkeit zwischen den vielen größeren und kleineren, höheren und flacheren Inseln hindurch, bis dann in dem schmalen fjordartigen O'Brienkanal, in dessen Hintergrund sich die gewaltige schneebedeckte, 2000 m hohe Darwin-Kordillere erhebt, der landschaftlich großartigste Teil der Feuerlandkanäle beginnt. In der kleinen malerischen und von steilen Felswänden eingeschlossenen Fortuna-Bay wurde abends zu Anker gegangen. Die Ufer sind bewaldet, sogar weiße Sternblumen und Farnkräuter kommen vor, während Schnee und Eis bis in geringe Höhen herabdringen und das Rauschen zahlreicher Kaskaden zu vernehmen ist. Hier wurde geologisch interessantes Material gesammelt und bei Sonnenuntergang auf der Darwinkette ein prachtvolles Alpenglühfen beobachtet. Als am 20. Januar um 3 Uhr morgens Anker gelichtet wurde, war das Wetter ungünstig. Bei diesiger Luft fuhr das Schiff mehrfach durch Regenböen, und die Gipfel der Darwinkette waren von dichten Wolken verdeckt. Trotzdem war die Fahrt durch den ersten Teil des Beaglekanals (Tafel 5) mit seinen in das Wasser vorstoßenden Gletschern, dem Garibaldi-, Italia- und Romanhegletscher, von seltener Schönheit. An einer besonders steil abfallenden Felswand, an die das Schiff auf nächste Entfernung heranlaufen konnte, wurde eine Drahtlotung vorgenommen, um zu untersuchen, ob das Echolot die richtige Tiefe oder den kürzesten Abstand von der steil abfallenden Böschung anzeigt. Die Echolotung ergab die gleiche Tiefe wie die Drahtlotung, die größer war als der Querabstand von der Felswand betrug. Die Grundprobe ergab feinen blauen Schlick. Hierauf wurde die Stirnwand des Romanhegletschers (Tafel 4) auf nahe Entfernung passiert, wobei das Schiff durch das vom Gletscher abgebröckelte lose Eis, das die ganze Hälfte des Kanals bedeckte, hindurchfahren mußte. Der Gletscher bot aus nächster Nähe einen gewaltigen Anblick. Aus einem Eistor auf halber Höhe stürzte ein breiter Gletscherbach, während der Gletscherhals, von tiefblauen Spalten durchsetzt, die Eismassen bis zum Kanal-

ufer vortrieb. Darüber lagerte eine gewaltige breite Eismasse. Während „Meteor“ zu photographischen Aufnahmen bei dem Gletscher stoppte, lösten sich hoch oben gewaltige Eisplatten, die unter dröhnendem Gepolter zerschellend in die Tiefe stürzten, während rings die hohen Berge vom Donner widerhallten. Das Schauspiel wiederholte sich mehrere Male. Nachmittags besserte sich das Wetter, so daß die für Vertonungen zum Küstenhandbuch wichtigen und landschaftlich schönsten Ansichten mit photographischen und Filmaufnahmen festgehalten werden konnten. Durch den geraden breiten Teil des Beaglekanals bis Ushuaia, der sehr gut vermessen ist, machte die Navigierung keine Schwierigkeit. Nachmittags ging „Meteor“ auf der Reede von Ushuaia zu Anker, dem schmucken südlichsten Städtchen der Erde, das im Norden von einem Kranz steiler, bis 1800 m hoher Berge mit hochalpinen Formen umgeben ist, darunter der prächtige Monte Olivia. Hier fand eine Besichtigung der großen argentinischen Sträflingsanstalt statt.

Um 4 Uhr vormittags am 21. Januar lichtete „Meteor“ Anker und fuhr im Kielwasser des „Porvenir“ durch den schmalen malerischen Murrayfjord, an dem, ebenso wie an dem Beaglekanal, einige kleine Estancias liegen, während in den übrigen Feuerlandkanälen selten mehr als ein paar Pfähle von verlassenen Eingeborenenhütten zu sehen waren. In der breiten zum Pazifischen führenden Ponson-Bay trennten sich die beiden Schiffe unter militärischen Ehrenbezeugungen. Unter Segel, bei frischem Wind und überraschend gutem Wetter wurde um 6,30 Uhr nachmittags Kap Hoorn passiert, dessen steiler, hoher und von der Brandung zernagter Felsen bei Sonnenuntergang einen imposanten Anblick bot. Die Temperatur hatte jetzt auf $8,8^{\circ}$ abgenommen, seit Buenos Aires also eine mittlere Abnahme von $0,7^{\circ}$ für den Breitengrad. Auf der ganzen Fahrt durch die Feuerlandkanäle wurden Echolotungen vorgenommen. Sie ergaben eine auffallend große Tiefe der Kanäle, im allgemeinen dicht bis an die Steilufer heran.

Von Kap Hoorn nach den Shetland-Inseln wurden sechs eng beieinanderliegende Stationen gemacht zur Erfassung des Wasseraustausches zwischen dem Pazifischen und Atlantischen Ozean. Wir standen in Funkverbindung mit der deutschen Bark „Pecking“, die auf der Reise nach Chile Kap Hoorn gerundet hatte und uns auf Anfordern fortlaufend ihre Barometerstände gab. Der Leiter der Walfangstation auf Deception Island, einer der Süd-Shetland-Inseln, hatte uns auf Anfrage gemeldet: „Viele Eisberge, seit drei Tagen Nordoststurm“. Die Fahrt dahin war trotzdem außerordentlich vom Wetter begünstigt. Von Kap Hoorn ab setzte eine gleichmäßige, aber ziemlich rasche Abnahme der Temperatur ein bis auf $0,8^{\circ}$ im Mittel bei Süd-Shetland. Erkennbar, aber wegen des Wechsels in der Witterung weniger regelmäßig, war auch die Abnahme des Luftdrucks nach Süden zu. Von 755 mm in der Breite von Buenos Aires fiel er auf ein Minimum von 734 mm unter $58,5^{\circ}$ S. Die Westwindzone reichte südlich Kap Hoorn bis $61\frac{3}{4}^{\circ}$. In den vier Tagen bis zu den Süd-Shetland-Inseln herrschte eine mittlere Windgeschwindigkeit von 9 m/sek. Meistens konnten alle Segel gefahren werden. Nur am 23. Januar erreichte der Wind die Stärke von 20 m/sek und erschwerte die Durch-

führung einer Beobachtungsstation erheblich. Die Nächte waren durchweg noch so hell, daß bei verschärftem Ausguck trotz zahlreicher Eisberge die Fahrt durchgehalten werden konnte.

Am Morgen des 24. kam in etwa 60° S der erste Eisberg in Sicht, dem bald andere folgten. Sie nahmen mit Annäherung an die Inseln an Zahl und Größe ständig zu. Die meisten zeigten bereits bizarre Abschmelzformen (Tafel 6), Grotten, Torbögen und Pfeiler und schön ausgeprägte Brandungskehlen, Blaueisstreifen und -bänderungen. Nur einzelne waren noch als unzerstörte Tafel Eisberge erhalten. Es wurden durchschnittlich Höhen von 45 m, einzelne bis zu 70 m und einer mit 100 m, und Längenausdehnungen von 500 m, in einem Fall 900 m gemessen. Auf einzelnen wurden kleine Kolonien von Pinguinen beobachtet. Die Architektur und die Farbenpracht dieser im Sonnenschein strahlenden Eispaläste mit ihren grünlich-blauen Schatten und ihren kobaltblau leuchtenden Grotten und Toren waren von unvergeßlicher Schönheit. Mit dem Eintreten in die Eisbergdrift sank die Oberflächentemperatur rasch von $+ 2,6^{\circ}$ auf $+ 1^{\circ}$. Die ozeanographischen Stationen durch die Drakestraße bis zu den Süd-Shetland-Inseln und im Bereich derselben zeigten, ebenso wie die Echolotungen, interessante Ergebnisse. Dicht vor dem Anstieg zum Sockel der Inseln wurde noch die nicht erwartete Tiefe von 5000 m gelotet. Die Untersuchung der Organismen zeigte südlich von Kap Hoorn schnell antarktische Formen und eine sehr starke Bevölkerung. Mit Annäherung an die Inseln mehrte sich die Zahl der beobachteten Walfische.

Mit Tagesanbruch am 25. Januar, als das Schiff auf 5000 m eine Station machte, wurde das völlig vereiste, 1000 m hohe Gebirge der Livingston-Insel auf eine Entfernung von 63 Seemeilen gesichtet. Es wurde ein Tag, wie er nur äußerst selten in dieser Gegend getroffen wird. Bei schwachem Wind und Seegang, blauem Himmel und Sonnenschein war die Luft außerordentlich klar. So kamen die Gipfel von Smith Island auf 90 Seemeilen in Sicht. Mehrere Walfischfänger wurden, zum Teil beim Schießen, auf sehr große Entfernungen gesichtet. Bald lag in blendendem Weiß die ganze Inselkette der Süd-Shetlands vor uns, die von zahllosen gestrandeten Eisbergen mit den wunderbarsten Formen ringsum blockiert sind. Nach Erledigung einer Schelfstation steuerten wir die beste Ansteuerungsmarke, die jetzt völlig eisfreie charakteristische Tafel-Insel an, und von hier aus die breite Nelsonstraße, die uns nach der im Süden der Inseln verlaufenden Bransfieldstraße führte. Die Inselkette bildet, was uns auch von Ortskundigen bestätigt wurde, eine Wetterscheide. Nördlich herrschte das schönste Wetter, während in der Bransfieldstraße Sturm, Schneeböen, Nebel und zahlreiche Eisberge die Navigierung außerordentlich erschwerten. Das südlich gelegene Festland, Grahamland, war dauernd hinter dichten Wolken versteckt. Erst bei Anbruch der Abenddämmerung bekamen wir Deception Island, von Eisbergen umsäumt und in Schneewolken gehüllt, aus dem Nebel in Sicht. Scharen von Kaptauben und Möven suchten die Insel auf, ein sicheres Zeichen von nahendem Sturm.

Deception Island ist ein Vulkan im Fumarolenstadium, in dessen riesigem Krater eine schmale, durch unter Wasser liegende Felsen un-

reine Einfahrt zwischen steilabfallenden 300 m hohen Wänden mündet. Bis auf 30 bis 50 m führt die tiefste Fahrrinne an die Felswände heran, und nach dem Passieren der Enge öffnet sich breit die weite tiefe Kraterbucht, Port Foster (Tafel 7). An ihrer Ostseite, unmittelbar hinter der Einfahrt, bietet sich das in der gewohnten Einsamkeit des Eismeeres überraschende Bild des geschäftigen Deception-Hafens, mit fünf großen Trankochschiffen, die verankert und wegen der häufigen starken Fallwinde mit dem Heck an Land gut vertäut sind, und einer großen Kochstation an Land mit ihren Fabrikhäusern und Wohnbaracken. 1500 Menschen, einschließlich Schiffsbesatzungen, finden hier im Sommer reichlich lohnende, wenn auch harte und schmutzige Arbeit. Um 10 Uhr abends ankerte „Meteor“ auf 80 m Wasser zwischen zwei Kochschiffen. Von einem derselben, dem D. S. „Ronald“, auf dem der Kommando schon von den Falkland-Inseln her bekannte Wal-Zollbeamte wohnt, hatte „Meteor“ Wetter- und Eistelegramme erhalten und während der Fahrt im Nebel durch die Bransfieldstraße sich für kurze Zeit Funkpeilzeichen geben lassen. Die Wasseroberfläche des kleinen, von steilen Schneebergen eingeschlossenen Hafens war bedeckt mit tausenden von Kaptauben und Möven, welche hier reichliche Nahrung an den Abfällen der Walwertung finden, die durch penetranten Geruch den Genuß der landschaftlichen Schönheit dieser südlichsten Sommersiedlung der Welt sehr beeinträchtigt.

Am 26. Januar wurden bei anhaltendem Ostnordost- bis Ostsüdost-Sturm und bei einer Tagestemperatur von $+4^{\circ}$ sowie häufigem Schneetreiben Exkursionen auf Deception Island unternommen, die geologisch und biologisch interessante Ergebnisse hatten. Die heißen, am Ufer aufsteigenden Dämpfe und die geologische Beschaffenheit des Gesteins weisen allenthalben auf junge vulkanische Tätigkeit hin, wie auch der 30 Jahre hier tätige Kapitän der „Ronald“ von starken Erdstößen, namentlich im Sommer 1923, berichtete. Der großzügige Betrieb und die restlose Verarbeitung der Wale in der Kochstation an Land und auf den Kochschiffen wurde besichtigt. Täglich liefen mehrere Walfänger ein und lieferten ihre Fänge ab, um sofort wieder auszulaufen. Der Fangertag ist in den Süd-Shetlands schon jetzt höher als der durchschnittliche Jahresertrag in den letzten 20 Jahren. Von den beabsichtigten erdmagnetischen Bestimmungen mußte im Hinblick auf die dauernde Bewölkung und das überall stark magnetische Gestein Abstand genommen werden. Leider werden auf der in 63° S gelegenen Walfangstation keine meteorologischen Beobachtungen angestellt. Für die Zeit des Walfangs könnten im Laufe der Jahre außerordentlich wertvolle Beobachtungen gesammelt werden. Die Tierwelt zeigte Kaptauben, Riesen-Sturmvögel, Möven, Seeschwalben und zum ersten Male die taubenartigen, schneeweißen Scheidenvögel (*Chionis alba*), Pinguine und Seelöwen.

Am 27. Januar ging „Meteor“ um 3 Uhr vormittags, als der dichte Nebel sich etwas gelichtet hatte, Anker auf, um in der Mitte von Port Foster an der tiefsten Stelle des Kraterbeckens eine Station zu machen, die einen auffällig starken Kohlensäuregehalt zeigte. Die Grundprobe ergab vulkanische Asche, und biologisch machte sich der Einfluß der

nahen Walstation bemerkbar. Bei aufklarendem Wetter steuerten wir von Deception Island durch die Bransfieldstraße nach Nordosten, auch diesmal, ohne Grahamland in Sicht zu bekommen. In der Mitte und an der tiefsten Stelle der Bransfieldstraße angestellte Untersuchungen ergaben, daß es sich bei ihr um ein vollkommen abgeschlossenes Becken handelt, in das das kalte Wasser von Grahamland steil herabsinkt, eine Bodentemperatur von $-1,5^{\circ}$ erzeugend. Ein von Norden kommender warmer Strom reicht nicht weiter als 400 m hinab, d. i. bis zu der Schwelle, welche die Bransfieldstraße nach Nordosten abschließt. Wir steuerten dann die Bridgman-Insel an, die durch Luftspiegelung schon auf sehr weite Entfernung in Sicht kam, bis nachmittags dichter Nebel auftrat, der uns zwang, die Insel in einem Bogen zu umsteuern und bei der großen Anzahl von Eisbergen die Fahrt herabzusetzen. Die Annäherung an Eisberge war nachts zum Teil an dem registrierenden Oberflächenwasserthermometer festzustellen. Tags darauf beim Ansteuern der hohen schneebedeckten O'Brien- und Aspland-Inseln (Tafel 7) wurde durch Sonnenbestecke festgestellt, daß die beiden Inseln um 30 Längenminuten = 10 Seemeilen weiter westlich liegen, als in der britischen Admiraltätskarte angegeben. Die gleiche Feststellung hatte seinerzeit Charcot bezüglich der Bridgman-Insel gemacht, während O'Brien- und Aspland-Insel von ihm nicht aufgesucht worden sind. Auch die Höhenangaben der beiden Inseln in der Seekarte entsprechen nach unseren Messungen nicht den Tatsachen. Leider erlaubte uns unser Arbeitsprogramm genauere topographische Aufnahmen der Inseln nicht. Auf der die Bransfieldstraße nach Norden abschließenden Schwelle wurde auf 300 m Tiefe eine Station gemacht, welche die vorerwähnten Beobachtungen über das Bransfieldbecken bestätigten. Bei den Süd-Shetlands hatten wir bei östlichen Winden die häufigsten Nebel auf dem ganzen Profil V. Nur ein einziger Tag blieb dort ohne Niederschlag, dichte Schneegestöber waren häufig.

Von den Süd-Shetland-Inseln nach Süd-Georgien.

Auf der Rückfahrt zu der Breite des Profils V, 55° S, war der Temperaturanstieg relativ langsam. Das absolute Minimum von $+0,3^{\circ}$ wurde auf 62° S erreicht und von da blieb die Temperatur bis 55° S auf $4,5^{\circ}$. Am 29. Januar wurde unter $59\frac{1}{2}^{\circ}$ S wieder das Gebiet der Westwindzone erreicht. Von Kap Hoorn über Süd-Shetland und zurück zum 55° Breitengrad war fast ständig trübes Wetter mit einer mittleren Bewölkung von 9. Der nächste Abschnitt des Profils V führte zunächst nach Norden, auf welcher Strecke in etwa $57\frac{1}{2}^{\circ}$ S der letzte Eisberg gesichtet wurde. Auf diesem Kurse wurde die Rhinebank angesteuert, aber bei einwandfreiem Besteck nicht gefunden. Auch weiter nördlich wurden Anzeichen einer solchen Bank nicht festgestellt und bis $54^{\circ} 30'$ eine Verbindungsschwelle im „Südantillenbogen“ zwischen Süd-Georgien, den Shag-Rocks und Staaten-Insel nicht gelotet. Auf ihr Vorhandensein weiter nördlich ist aber aus den hydrographischen Verhältnissen mit großer Wahrscheinlichkeit zu schließen. Auf dem Weitermarsch wurde die Südostecke von Süd-Georgien angesteuert und auf dieser Strecke die bisher nicht bekannte

Tiefe von 5000 m gelotet, sowie ein außerordentlich bewegtes Bodenrelief, das, zwischen 2000 m und 700 m schwankend, mehrere Höhenzüge und Täler, entsprechend der komplizierten Konfiguration von Süd-Georgien, aufweist.

Am Morgen des 4. Februar standen wir vor der Ostküste dieser Insel; hier bot sich uns bei schönstem Wetter ein großartiges farbenprächtiges Landschaftsbild. Aus dem blauen, von weißen Schaumköpfen belebten Meere steigen unvermittelt die tiefbraunen, steilen Wände, die zum Teil einen schwachen grünlichen Vegetationsschimmer tragen, in die Höhe. Zwischen ihnen drängen in mehrere Kilometer breiter Front die gewaltigen Gletscher bis zum Meere vor. Die auf diesen deutlich gezeichneten braunen Moränenbänder lassen die Anzahl ihrer Seitengletscher erkennen, die man in ihrem ganzen Verlauf bis zu den Schneefernen hinauf verfolgen kann. Alles überragt eine Kette zackiger, vereister Gipfel, die zum Teil noch in Kumuluswolken versteckt waren; darüber standen am blauen Himmel feingezeichnete, linsenförmige Föhnwolken. Man glaubte sich auf ein Hochplateau oder einen riesigen Gebirgssee mitten in den Hochalpen versetzt. Allmählich wurde die ganze Hochgebirgskette frei, und Formen wie die des Matternhorn wechseln mit langgestreckten kühnen Graten. Der starke Weststurm hatte sich auf der Ostseite der Insel in einen Lee- wirbel mit Ostwind verwandelt, der, wie ein Drachenaufstieg ergab, in etwa 300 m Höhe nach einer turbulenten Schicht auf Westwind umsprang. Viele Walfische, darunter ein erlegter, mit Luft aufgepumpt und mit einer Flagge gekennzeichnet, sowie einzelne Fangboote wurden gesichtet. Nachmittags lief „Meteor“ in die weite Cumberlandbucht ein mit ihren beiden breiten Armen, die durch steile Schneeberge, darunter der über 2000 m hohe Mount Paget (Tafel 8), abgeschlossen werden und in die sich mehrere große Gletscher ergießen. An der Nordseite der Ost-Cumberlandbucht öffnet sich ein durch einen Gebirgszirkus eingeschlossener Talkessel, der gegen alle Winde geschützte King Edward Cove, in dem „Meteor“ vor der Walkochstation Grytviken ankerte. Es ist die einzige Fangstation im Südmeer, die das ganze Jahr hindurch bewohnt ist, verbunden mit einer Reparaturwerkstatt und einem Schlipp für Fangboote. Ein Vertreter des Gouverneurs der Falkland-Inseln, eine Funkentelegraphiestation und Poststation, die Leitung einer argentinischen Walgesellschaft und eine argentinische meteorologische Station haben hier das ganze Jahr über ihren Sitz. Sogar eine schöne kleine, aus Holz gebaute Kirche liegt abseits der Fabrik- und Wohngebäude in einem von grünem Moos und rieselnden Bächen geschmückten, anmutigen Tal. „Meteor“ nahm an dem Bollwerk die kürzlich von Buenos Aires durch einen Segler für uns hergebrachten 250 t Kohlen und frisches Wasser. Verschiedene Exkursionen in die Berge und nach dem Moränefjord, reich an botanischen und geologischen Ergebnissen, wurden bei warmem Frühlingswetter unternommen. Ferner wurden mit Booten Ausflüge in die West-Cumberlandbucht gemacht, bei denen der Lyell- und Neumayer-Gletscher besucht und ersterer bestiegen und große Kolonien von See-Elefanten und Pinguinen angetroffen wurden. Wir haben das Grab Shackletons und das Gedenkkreuz für den dritten Offizier des

Forschungsschiffes „Deutschland“ aufgesucht. Mit der meteorologischen Station wurde für die Weiterfahrt der Austausch von Wetternachrichten vereinbart, der leider schon nach wenigen Tagen versagte. Ferner wurde mit drei jungen Wissenschaftlern der „Discovery“ Fühlung genommen, die hier ausgeschifft sind und sich in einem gut eingerichteten Laboratorium mit hydro-biologischen und -chemischen Untersuchungen befassen. Auf einem Beobachtungspunkt der „Carnegie“ wurden erdmagnetische Bestimmungen und am Tage des Auslaufens eine Kompensierung und Deviationsbestimmung der Kompassse vorgenommen. Die Walfangstation zeigte dasselbe Bild wie in Deception Island. Besonders gewaltige Blauwale bis zu 25 m Länge wurden in großer Zahl in den Tagen unseres Aufenthaltes eingeschleppt; die Station verarbeitete an einem Tage bis zu 17 Wale.

Am 8. Februar ging „Meteor“ Anker auf und nach Moltke-Hafen in See, um dort auf dem Beobachtungspunkt der Schrader'schen Expedition astronomische Beobachtungen vorzunehmen, die unter Umständen von Wert für die Beurteilung der Wegner'schen Theorie hätten sein können. Bei Dunkelwerden wurde die Royalbucht unter Sturm und Regen erreicht und im Moltke-Hafen geankert. Der seit einigen Tagen wehende starke Südostwind ließ schwere See in die Royalbucht hineinstehen, und an den folgenden Tagen stand an der ganzen Küste des Moltke-Hafens hohe Brandung. Trotzdem wurde an der einzig möglichen Stelle, am Sandstrand von „Scheveningen“ bei dem Whalertal, etwa eine Stunde mühsamen Weges von den Expeditionsgebäuden entfernt, unter Schwierigkeiten eine Landung unternommen, indem von dem außerhalb der Brandung verankerten Kutter aus das Dingi mit einer Leine durch die Brandung gefiert und ebenso wieder zum Kutter geholt wurde. Eine Untersuchung der Station der Deutschen Südpolarexpedition ergab folgendes: Das große Wohnhaus ist bis auf den Boden abgebrannt, die anderen Gebäude stark zerstört, das Gitterwerk der Drehkuppel der Sternwarte noch gut erhalten. Die gemauerten Beobachtungspfeiler sind umgeworfen, bis auf einen, der für die beabsichtigte Längen- und Breitenbestimmung vorgesehen wurde, die Wasserstandsmarken, Fixpunkte, sind noch vorhanden und in gutem Zustande, das Podest für den Gezeitenselbstschreiber gut erhalten. In einer zerbrochenen Flasche wurde ein von Dr. Schrader unterschriebenes Dokument, sowie eine Zeitung aus dem Jahre 1882 gefunden. Auf dem Rückwege an Bord wurde der Krokisiusberg erstiegen, um die beiden dort von der Südpolarexpedition niedergelegten Extremthermometer abzulesen. Die Stelle, durch rote Farbe sowie einen umgefallenen Flaggenmast gekennzeichnet, wurde gefunden, aber keine Thermometer, dafür eine Blechdose mit Karten der Herren Dr. Felix König und Dr. W. v. Goeldel, der beiden Mitglieder der Filchner'schen Expedition. Der dauernd bewölkte Himmel gestattete an diesem, sowie an dem folgenden Tage keine Vorname von astronomischen Beobachtungen, jedoch konnten am nächsten Tage abermals unter großen Landungsschwierigkeiten auf dem noch erhaltenen Pfeiler erdmagnetische Bestimmungen vorgenommen werden. Vom Boot aus wurden, wie auch schon bei Grytviken mit einem von dem Leitenden Ingenieur und dem Chemiker konstru-

ierten Apparat im Wasser elektrische Potentialmessungen angestellt. Desgleichen wurden von der Oberfläche und vom Grunde Wasserproben zur biologischen Untersuchung genommen und biologische Netzfänge ausgeführt. Da die Wetteraussichten, was auch die folgenden Tage ergaben, keine Besserung versprachen und die Zeit zur Fortsetzung des Profils drängte, sowie der weitere Kohlenverbrauch den Vorstoß von der Bouvet-Insel nach Süden verkürzte, entschloß ich mich, noch am gleichen Abend in See zu gehen. Beim Auslaufen wurde eine Lotungslinie an der Südseite der Royalbucht gelegt, hierbei der gewaltige Roßgletscher und Weddellgletscher dicht passiert und noch einmal das großartige Panorama der Royalbucht bewundert. In 4 km breiter Front schiebt sich der gewaltige Roßgletscher (Tafel 8) bis zur Royalbucht hinab, von steilen Felswänden eingeschlossen und überragt von der „Wetterwand“, dem „Matterhorn“ und dem „Pik“. Deutlich sind die vier breiten, braunen Moränenbänder zu unterscheiden und bis hinauf zu den Tälern, wo die Seitengletscher ansetzen, zu verfolgen. An den Ufern wurden zum Teil sehr große Pinguin- und See-Elefanten-Kolonien beobachtet. Auf dem Gelände der Schraderschen Station lag eine große Schar See-Elefanten, hier war auch ein Brutplatz von Eselspinguinen und am Köppenberg ein Brutplatz von Riesensturmvögeln angetroffen worden. Bei einbrechender Dunkelheit bot die Bergkette von Süd-Georgien vor einer schwarzen Wolkenwand noch einmal einen großartigen Anblick; vor der Küste wurde nachts der erste größere Eisberg seit den Süd-Shetland-Inseln gesichtet.

Von Süd-Georgien nach der Bouvet-Insel.

Die Witterungsverhältnisse auf dem 55. Breitengrad waren besonders bemerkenswert, sie sind von dem Meteorologen, Professor Reger, wie folgt charakterisiert worden: In der Zeit vom 31. Januar bis 21. Februar, während die Breite von ungefähr 55° mit einem sechstägigen Aufenthalt in Süd-Georgien durchfahren wurde, ist ein mittlerer Luftdruck von 755 mm aufgezeichnet, der für die Breite abnorm hoch ist. Westlich von Süd-Georgien war eine Periode hohen Drucks mit einem Maximum von 765 mm unter 42° W und östlich von Süd-Georgien abermals eine Hochdruckperiode mit einem Maximum von 767 mm unter 33° W beobachtet worden. Dann begann der Luftdruck rasch zu fallen und erreichte ein Minimum mit 727,5 mm in 8° W. Der tiefste Druck wurde bei Nordnordoststurm erreicht, beim Steigen des Drucks Südsüdost- und später Südwind beobachtet. Das Schiff hatte also unmittelbar die Mitte des Sturmwirbels passiert, was auch durch den 10 Stunden dauernden Minimaldruck von 727,5 mit schwachen umlaufenden Winden bestätigt wird. Die mittlere Tagestemperatur auf 55° S war 2,9°; westlich von Süd-Georgien betrug sie + 4,6°, östlich + 1,7°. Das Maximum mit + 8° wurde am 4. Januar in Grytviken, das Minimum mit + 0,2° auf 32° W inmitten vieler Eisberge und auf 19° W bei Schneeböen beobachtet. Bei der Bouvet-Insel wurde die hohe mittlere Tagestemperatur von + 2,4° gemessen, während sie seit Süd-Georgien nur + 0,7° im Mittel betragen hatte. Auch in den Windverhältnissen sind deutlich zwei

Perioden zu unterscheiden, die erste Hochdruckperiode mit südlichen bis westlichen Winden von 8 m/sek, dann bei starkem Druckfall schwache Südwestwinde, bis am 17. Februar ein kurzer Nordnordoststurm, der einzige auf Profil V, einsetzte. Die zweite Periode brachte mit steigendem Druck Südost- und Südwinde mit 10 m/sek, die in der Nähe der Bouvet-Insel stürmisch wurden. Die mittlere Bewölkung betrug 9, fast alle Tage waren gleichmäßig trübe, bis auf zwei heitere Tage auf Süd-Georgien. Der gesamte Niederschlag belief sich auf etwa 7 mm, westlich von Süd-Georgien bis 27° W fand kein Niederschlag statt. Erst am 14. Februar setzte er bei fallendem Druck ein. Die größte Niederschlagsmenge fiel am 17. Februar im Zentrum der Zyklone mit 3,4 mm; später waren täglich Schnee-, Graupel- und Hagelböen zu beobachten, die aber wenig meßbaren Niederschlag brachten.

Am 11. Februar früh wurden die Clerke-Rocks, die aus zwei Gruppen von kleineren Felseninseln bestehen, gesichtet. Von hier wurde nach Süden ausgeholt, um die Verbindungsschwelle zwischen Süd-Georgien und der Süd-Sandwichgruppe zu finden; sie ist auf unserem Zickzackkurs mit einer Tiefe von 2400 m neu entdeckt worden, während südlich und nördlich davon Tiefen zwischen 4000 und 6000 m gelotet wurden.

Westlich, nördlich und nordöstlich der Sandwichgruppe wurden sehr zahlreiche und große Eisberge gesichtet. Da Neumond war, waren die Nächte sehr dunkel, aber sichtbar, so daß wir mit dem auf der Back aufgestellten Signalscheinwerfer mit Erfolg nach Eisbergen suchen konnten. Die Versuche, mit dem Echolot Eisberge zu finden, haben ergeben, daß das Echo von Eisbergen wegen der querabgerichteten Empfänger nicht gehört wird, wenn die Eisberge noch voraus peilen, sondern erst, wenn sie querab und achterlich stehen. Von großer Mannigfaltigkeit waren wiederum die Verwitterungsformen, die teilweise dem Aufbau eines komplizierten Gebirges ähneln; dann wieder beobachteten wir kulissenartig aufgebaute Eissäulen, die eine Bühne freiließen, welche durch eine tiefe Grotte oder einen Torbogen als Hintergrund abgeschlossen wurde. Mehrere Eisberge wurden mit dem stereophotogrammetrischen Wellenaufnahmeapparat aufgenommen, um sie in allen Einzelheiten ausmessen zu können. Einige Eisschollen, die in großer Zahl in Lee der Eisberge treiben, zeigten Spuren von Moränenschutt, von dem mit dem Boot Proben zur geologischen Untersuchung an Bord genommen wurden.

Östlich von Süd-Georgien nehmen die Tiefen sehr rasch zu. Auf einer Beobachtungsstation auf 6700 m hatten wir leider seit Beginn der Expedition den ersten Abreißer. Der Aluminiumbronzedraht der achteren Serienmaschine riß etwa auf 4000 m ab und acht Wasserschöpfer gingen verloren. Die vordere Serienmaschine wurde in Betrieb genommen und die Trommel der achteren mit 8000 m Gußstahldrahtlitze neu bewickelt.

Nördlich der Süd-Sandwichgruppe, nur 60 sm von ihr entfernt, fanden wir in glänzender Bestätigung einer von S u e ß ausgesprochenen Vermutung eine Vortiefe von 8050 m, welche die größte Tiefe im Südatlantischen darstellt und zweckmäßig den Namen „S ü d-

Sandwichtiefe“ erhält. Nur sechs Längengrade = 200 sm weiter westlich loteten wir eine vulkanische Erhebung auf 1680 m.

Das Profil wurde dann mit den planmäßig vorgesehenen Stationen auf 55° S bis zur Bouvet-Insel fortgeführt. Auf dieser Strecke trafen wir überraschend wenig, in der Nähe der Insel gar keine Eisberge. Alle Beobachtungen über das Vorkommen von Eisbergen wurden während der ganzen Reise in einer Eiskarte niedergelegt. Bei dem Aufsuchen der Bouvet-Insel wurde zunächst die Position der fraglichen „Lindsay-Insel“ angesteuert, ohne hier eine Tiefenabnahme zu finden. Auf 1° W jedoch wurde bereits eine Erhebung mit 1600 m Tiefe erreicht, die auf 0° Länge bis auf 420 m anstieg, worauf die Tiefe wieder rasch auf 5000 m abnahm. Es handelt sich hier um ein sehr bewegtes vulkanisches Gebiet, das außer der Bouvet-Insel noch mehrere Erhebungen aufweist. Am 20. Februar 8 Uhr vormittags bekamen wir die in dichte Wolken gehüllte Bouvet-Insel auf 25 sm Entfernung in Sicht. Unser Besteck ergab, daß die von „Valdivia“ angegebene Position der Insel innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der astronomischen Beobachtungen auf See richtig ist, und zwar fanden wir in der Länge eine Übereinstimmung auf 2 sm, in der Breite auf 0,7 sm. Im Gegensatz zu den Wahrnehmungen früherer Expeditionen fanden wir die steilen, braunen, teilweise schwefelgelb gefärbten Abhänge und Basaltfelsen der Insel an der West-, Nord- und Ostseite meist frei von Schnee und Eis (Tafel 9) bis auf zwei im Westen und den im Norden bis zum Meere hinabreichenden Posadowsky-Gletscher. Der Eispanzer begann erst auf den sanfter zum Gipfel ansteigenden Höhen. In geschützten Rinnen war mit dem Glas auf eine Entfernung von etwa tausend Metern deutlich Vegetation, wahrscheinlich Moose und Flechten, zu erkennen. Während an der Ost- und Westseite dicht unter Land Klippen, teilweise nur an der hohen Brandung erkennbar, bemerkt wurden, scheint die Bucht an der Nordseite, westlich von Kap Valdivia, in die der Posadowsky-Gletscher (Tafel 9) mündet, rein zu sein und Ankermöglichkeiten zu bieten, wenn auch unsere Lotungen dicht unter der Küste an der West- und Nordseite noch sehr große Tiefen ergaben. Bei dem seit zwei Tagen herrschenden schweren Südweststurm mußte von vornherein von einer Landung an der Südküste, wo die einzig mögliche Landungsstelle sein soll, Abstand genommen und an der Nordküste in Lee eine Landung versucht werden. Aber auch hier war wegen der hohen, um die ganze Insel stehenden Brandung, namentlich bei der Steilheit der Felsenküste ein Ausbooten unmöglich. Die Lotungen in der Nähe von Kap Valdivia ergaben als Grundproben Basalte und Tuffe. Rings um die Insel wurden keinerlei Treibeis oder Eisberge gesichtet. Mehrere Walfische hielten sich nahe der Insel auf. Auf einem Felsen des Nordwestkaps saßen zahllose Vögel, Pinguine, Kaptauben und Möven, und in der Nähe dieses Kaps wurde in einer Grotte der in regelmäßigen Stößen aufsteigende Dampf einer Fumarole oder des auf heißem Gestein verdampfenden Brandungswassers beobachtet. Während des ganzen Tages blieb der höher gelegene Teil mit dem „Pik“ in Wolken gehüllt, die öfters Schnee- und Hagelböen herabsandten. Im Norden der Insel wurde eine Schelfstation gemacht und dann mit Nordkurs der Abfall des Bouvetsockels bis zur 2000-m-Linie

abgelotet. Danach ist die Verbindung des Bouvetsockels mit der auf Profil III auf derselben geographischen Länge geloteten Bouvetbank (1600 m) nicht so eng, wie wir vermutet hatten. Gleichwohl dürften beide dem System der Atlantischen Schwelle und ihrer östlichen Fortsetzung zuzuordnen sein. Unter Berücksichtigung der von „Valdivia“ und „Carnegie“ beim Suchen nach der Thompson-Insel gesteuerten Kurse wurde dann bei einer Sichtigkeit von 8 bis 10 sm nach dieser, immer noch in der englischen Admiralitätskarte und dem Seehandbuch aufgeführten fraglichen Insel gesucht. Auf der Seekartenposition wurden 1580 m und 8 sm weiter südlich 1030 m gelotet und keinerlei Klippen oder Brandung gesichtet. Dann wurde der planmäßige Vorstoß nach Süden begonnen.

Vorstoß von der Bouvet-Insel bis 63° 50' S und Rückfahrt nach Kapstadt.

Der Vorstoß auf ungefähr 5° O nach Süden war außerordentlich vom Wetter begünstigt. Die Wetterlage während dieser Periode wird von Professor Reger wie folgt gekennzeichnet:

Luftdruck: Nachdem der Luftdruck südlich der Bouvet-Insel am 22. Februar rasch auf 760 mm gestiegen war, fing er weiter nach Süden zu langsam und ruhig zu fallen an und erreichte am 24. Februar mittags seinen tiefsten Wert mit 746 mm. Während der südlichsten Lotstation zeigte das Barometer steigende Tendenz und behielt diese auf dem folgenden Nordkurs bei bis zum 26. Februar in 60° S. Von hier fiel es in mehreren Wellen bis auf 732 mm in 50° S in der Nacht vom 2. zum 3. März. Dann setzte weiter nach Norden zu ein rascher Anstieg bis 764 mm am 5. März in 43° S ein. Es folgte nochmals eine geringere Welle mit fallendem Drucke, danach stieg das Barometer am 7. März abends südlich von Kap Agulhas wieder auf 764 mm. Es hat den Anschein, als hätten wir in 50° S die Sohle der großen südlichen Tiefdruckrinne passiert.

Temperatur: Die Temperatur änderte sich kaum merkbar zwischen dem 55. und 64. Breitengrad im Sinne einer geringen Abnahme der mittleren Tagestemperatur von 2,4° auf 1,2°. Die niedrigste Temperatur mit 0,7° wurde am 25. Februar nachts in etwa 64° S gemessen, aber auch unter 60° S am 23. Februar war das Thermometer schon auf 0,8° gesunken. Auf dem Nordkurse begann bei 55° S die Temperatur zunächst langsam auf 6° in 46° S zu steigen (am 4. März abends), dann setzte ein rascher, aber auch ziemlich gleichmäßiger Anstieg bis 15° ein in 40° S am 6. März abends. Hier ging im Agulhasstrom die Temperatur der Luft, zusammen mit der Wassertemperatur, sprunghaft auf 19°.

Wind: Während des Südkurses herrschten ziemlich schwache, überwiegend westliche Winde. Als dann bei Nordkurs die Tiefdruckrinne gequert wurde, kam eine Periode mit NO-Winden, die besonders bei stärkerem Druckfall ziemlich stürmisch wurden. Am 27. Februar erreichte der ONO 15 m/sek Geschwindigkeit. In der Tiefdruckrinne selbst, am 2. März, drehte der Wind über N nach NW und später nach W herum und war meist ziemlich lebhaft. Am 3. März herrschte Sturm (16 m/sek). In dem Agulhasstrom am 7. März kam es schließ-

lich zum Einbruch eines SW-Sturmes (17 bis 18 m/sek) von kurzer Dauer (6 Stunden). Die mittlere Windgeschwindigkeit auf diesem Längsprofil während der 14 Tage betrug $8\frac{1}{2}$ m/sek.

Bewölkung und Niederschlag: Das Wetter war überwiegend trübe, Sonne nur selten zu sehen. Die mittlere Bewölkung betrug fast 9. Meist bedeckte eine niedrige Wolkendecke den Himmel. Am 2. März herrschte den ganzen Tag Nebel. An 9 Tagen von den 14 Fahrttagen fiel Niederschlag, bei 63° S als Schnee, weiter nördlich mit Regen vermischt und vom 2. März an in 52° S nur noch als Regen. Die Tagesmengen waren gering, nur am 1. und 2. März in der Tiefdruckrinne fielen zusammen 12 mm. Die Gesamtniederschlagsmenge in den 14 Tagen beträgt 16 mm.

Auf dem Kurs zum südlichsten Punkt konnten häufig Segel gesetzt werden. Die Nächte waren kurz und dank der Mondphase (Vollmond—abnehmender Mond) hell und sichtbar, so daß trotz zahlreicher Eisberge die Fahrt stets durchgehalten werden konnte. Der erste Eisberg südlich der Bouvet-Insel wurde in 56° S angetroffen, dann nahm ihre Zahl Tag für Tag zu, erreichte aber bei weitem nicht diejenige der bei den Süd-Shetlands und nördlich der Süd-Sandwichgruppe angetroffenen. Diese Tatsache und die Formen starker Verwitterung, die Folgen einer längeren Drift, ließen darauf schließen, daß die Festlandeisgrenze noch weit entfernt sein mußte, wie denn auch bis 64° S keinerlei Treibeis oder gar Packeis angetroffen wurde. Nach den klimatischen Verhältnissen, die bei der Bouvet-Insel und südlich davon herrschten, handelte es sich in diesem Jahre um einen besonders milden Sommer mit besonders günstigen Eisverhältnissen, die ich möglichst auszunutzen bestrebt war. Die Ausdehnung des Vorstoßes nach Süden war somit abhängig von der Kohlenfrage. Täglich wurde unter Berücksichtigung der Wetter- und Windverhältnisse neu berechnet, wie weit noch unter Herangehen an die äußerste Grenze des noch verbliebenen Fahrbereichs nach Süden gedampft werden konnte. Die Lotungen ergaben südlich von der Bouvet-Insel ein gleichmäßig tiefes Becken von 5 500 m Tiefe, das kurze Zeit vor der südlichsten Beobachtungsstation auf $63^{\circ} 43' S$ allmählich auf Tiefen von 4000 m überging. Die in dem englischen Segelhandbuch als fraglich bezeichneten Pegoda-Rocks wurden bei einer Sichtigkeit von 15 bis 20 sm in einem Abstand von 7,5 sm passiert und nicht gesichtet. Die gelotete Tiefe betrug 5370 m. Auch das Forschungsschiff „Quest“ hat vergeblich nach diesen Klippen gesucht. Von der südlichsten Beobachtungsstation wurde noch bis $63^{\circ} 50' S$ vorgestoßen, um die geologisch wichtige Frage zu klären, ob man nur einen Höhenrücken oder den Anstieg zum antarktischen Kontinent gefaßt habe. Die Lotungen ergaben, daß die Tiefen dauernd unter 4500 m blieben, und eine gleichmäßige, allmähliche Abnahme, so daß in dieser Breite der Anstieg des Kontinentalsockels anzunehmen ist, wie ihn auch Groll in seiner Tiefenkarte hier angedeutet hat. Auf $63^{\circ} 50' S$ mußte ich mich schweren Herzens entschließen, den Vorstoß abubrechen, wenn nicht die Durchführung des wichtigen Schlußteils von Profil V, von 64° S nach Kap Agulhas, der Aufschluß über den Wasseraustausch zwischen dem Indischen und Atlantischen Ozean geben soll, oder gar die nautisch-seemännische Reserve für die sichere Rückfahrt nach Kapstadt oder Port Elizabeth in Frage gestellt

werden sollte. Obwohl in Südgeorgien volle Bunker und Kohlendecklast (50 t) genommen und von Anfang an die auf Profil IV erprobten Kohlensparmaßnahmen (Handruder und Einschränkung der Echolotungen) eingeführt worden waren, zwangen starke nordöstliche Winde, die das Schiff außerordentlich hemmten, auf dem Profil nach Kap Agulhas noch vier der planmäßig vorgesehenen Stationen ausfallen zu lassen, damit das Schiff mit einem Kohlenvorrat von 15 Tonnen, d. h. einer aus seemännischen Gründen unerläßlichen Reserve von nur einem Fahrtag den Hafen von Kapstadt erreichen konnte.

Die ozeanographischen und topographischen Beobachtungen von der Bouvet-Insel nach Süden und zurück zum Kap Agulhas ergaben, daß ein Ausläufer der mittelatlantischen Schwelle das Vordringen des Antarktischen Bodenstromes zur Kapmulde hemmt. Die hydrographischen und biologischen Verhältnisse ebenso wie die nautischen Strom- und die meteorologischen Beobachtungen im Wirbelgebiet des Agulhasstromes ergeben außerordentlich viel Interessantes. Während der ganzen Fahrt bis zum südlichsten Punkt wurden wir von den auf Profil V angetroffenen Sturmvögeln begleitet. Bemerkenswert ist, daß während der ganzen Zeit das funkentelegraphische Zeitsignal von Nauen einwandfrei gehört wurde. Auf 55° S wurde an einem Tage der Pressedienst von Oxford und bei dem Vorstoß auf 5° O bis 63° S der deutsche Zeitungsdienst von Nauen abgenommen. Die Beobachtungen über die funkentelegraphischen Reichweiten und Abhör-genauigkeiten, die neben Witterungsverhältnissen auch geographischen Bedingungen unterworfen sind, wurden zusammengestellt und kartographisch festgelegt.

Auf der südlichsten Station herrschte so ruhiges Wetter, daß bei glatter See und hellem Mondschein das Dingi zu Temperatur- und Verdunstungsmessungen, sowie elektrischen Potentialmessungen ausgesetzt werden konnte. Die letzten und gleichzeitig die beiden größten Eisberge auf der ganzen Reise wurden auf der Rückfahrt zum Kap Agulhas in 53° S angetroffen. Der eine Eisberg war noch als vollkommen unzerstörte Tafel erhalten und hatte bei einer Höhe von 75 m eine Längenausdehnung von annähernd 1 km.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen auf Profil V.

Während die einzelnen Berichtersteller über ihre Tätigkeit auf ihren Arbeitsgebieten auf Profil V und über die vorläufigen Ergebnisse in den folgenden Abschnitten berichten werden, seien nachstehend die wissenschaftlichen Beobachtungen dieses Abschnittes rein zahlenmäßig zusammengestellt. Sie zeigen, daß dank den weitschauenden Vorbereitungen und der durchdachten Ausrüstung, die Professor Merz der Expedition angedeihen ließ, und dank der zielbewußten und nie erlahmenden Arbeitsfreudigkeit und Hingabe aller Expeditionsteilnehmer ein außerordentlich reiches Beobachtungsmaterial gewonnen wurde. Im Verein mit dem auf den Profilen I—IV gesammelten Material bietet es umfangreiche und wertvolle Unterlagen für die Lösung der Fragen der räumlichen ozeanischen Zirkulation, des Wasseraustausches mit den Nachbaroceanen, der quantitativen Verteilung der Organismen, der chemischen Eigenschaften, der Topographie und Geologie des

Meeresbodens und der Meteorologie der niederen und höheren Luftschichten im Südatlantischen aus der Zone zwischen 28° S und 64° S.

Im einzelnen sind auf Profil V von Buenos Aires über Süd-Shetland-Inseln, Süd-Georgien, Bouvet-Insel, südlichsten Beobachtungspunkt bis Kapstadt folgende Beobachtungen ausgeführt worden:

Ozeanographie: 49 ozeanographische Stationen mit 770 korrespondierenden Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt. In dem bisher spärlich mit ozeanographischen Beobachtungen bedachten Gebiet der Profile I—V hat „Meteor“ von 2780 Tiefenpunkten korrespondierende Werte von Temperatur und Salzgehalt, die meist durch Doppelmessungen belegt wurden, und eine große Zahl von Oberflächenbeobachtungen beigebracht. An Verdunstungsmessungen wurden auf Profil IV 22 und auf Profil V 43, an stereophotogrammetrischen Wellenaufnahmen auf den beiden Profilen 65 gemacht.

Biologie: Untersuchungen von 175 Zentrifugenproben und 53 Sedimentierproben, 59 Fänge mit dem Schließnetz, 1 Fang mit dem Apsteinernetz und 33 Deckwaschpumpenfänge.

Geologie: 67 Lotungen mit der Lukaslotmaschine, die 64 Grundproben ergaben, 38 Grundproben wurden mit der 20 mm-Stoßröhre, 22 mit dem Tiefseegreifer und 7 mit dem Leger-Greifer erzielt.

Die besonders interessanten mit den Echolotungen gewonnenen Ergebnisse sind in dem vorstehenden Reisebericht und in dem Bericht über die geologischen Arbeiten behandelt (s. auch unten S. 273).

Chemie: Von den chemischen Untersuchungen auf Profil V erstrecken sich auf: Wasserstoffionenkonzentration 768, Sauerstoff 600, Phosphorsäure 222, Kohlensäure 44. Außerdem wurden 378 Edelmetallproben entnommen.

Meteorologie: Die Bodenbeobachtungen lieferten neben den wie bisher regelmäßig durchgeführten Terminbeobachtungen und Registrierungen drei Reihen Strahlungsmessungen am 7. Januar 26 im Golf von Puerto Madryn, die zugleich einen Vergleich zwischen den Aktinometern Michelson und Lincke ergaben; weitere Messungen waren nicht möglich.

An aerologischen Beobachtungen sind zu verzeichnen:

1. Pilotballonaufstiege: Auf der Strecke Buenos Aires—Punta Arenas 20 Visierungen mit einer mittleren Höhe von 8860 m und einer größten von 20 250 m. Hiervon überschritten 14 Aufstiege 5000 m, 7 Aufstiege 10 000 m. Dieses besonders gute Ergebnis ist auf günstiges Wetter zurückzuführen. Auf dem eigentlichen Profil V gelangen ferner 57 Visierungen mit einer mittleren Höhe von 3130 m und einer größten von 14 800 m; 11 Aufstiege überschritten hierbei 5000 m, 4 Aufstiege 10 000 m Höhe. Dieses südlichste Profil hatte die bisher größte mittlere Bewölkung.

2. Reihen von Zirrus-Messungen an 8 Tagen.

3. 25 Drachenaufstiege; die mittlere Höhe ist 1900 m, die größte 3510 m. 16 Aufstiege überschritten 1500 m Höhe. 4 Aufstiege wurden südlich des 60. Breitengrades gemacht; ein Aufstieg, zwischen Süd-Georgien und Bouvet-Insel, fand annähernd im Zentrum einer Zyklone statt bei dichtem Nebel und Schneegestöber.

Zweiter Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen.

(Beobachter: Dr. Boehnecke, Dr. Meyer, Dr. Schumacher, Dr. Wüst.)

Von G. Wüst.

Die ozeanographischen Arbeiten auf den Profilen IV und V wurden, wie im ersten Bericht geschildert, nach dem von Professor Merz entworfenen Plan durchgeführt; doch waren durch die vorgefundenen Verhältnisse einige Abweichungen geboten. Indem hinsichtlich der Instrumente und Methoden auf den ersten Bericht verwiesen wird, sei im folgenden ein kurzer Überblick über den Verlauf der Untersuchungen und über ihre vorläufigen Ergebnisse gegeben.

Die ozeanographischen Arbeiten auf Profil IV.

Unmittelbar nach Verlassen von Kapstadt begannen in 34° auf dem Kontinentalabfall die ozeanographischen Arbeiten bei Station 72. Noch am selben Tage wurde am Fuße des Steilabfalls Station 73 erledigt. Zur Erfassung der Grenzswirbel des Konvergenzgebietes wurden die folgenden Stationen bis 5° O etwas enger gelegt, als im Plane vorgesehen, was nach den Ergebnissen der ersten Profile wünschenswert erschien.

Die ersten 8 Stationen wurden wie bei den früheren Profilen in 3 Serien mit je 8 bis 10 Wasserschöpfern absolviert. Jedoch wurden die Arbeiten in diesem ersten Reiseabschnitt erschwert durch die wider alles Erwarten ungünstigen Wetterverhältnisse, welche auch das Vorwärtskommen des Schiffes sehr hinderten. Da eine Besserung des Wetters in 34° S nicht eintrat, zwangen nautische Erwägungen (vgl. Bericht des Expeditionsleiters) zu einer Nordwärtsverlegung des weiteren Profils auf 33° S und zu gewissen Einschränkungen der wissenschaftlichen Arbeiten. Für die ozeanographischen Arbeiten ergab sich die Notwendigkeit, bis zur Überwindung der kritischen Kohlenlage die Stationen so weit auseinanderzulegen, als es wissenschaftlich noch zulässig erschien (5 Längengrade = 250 Seemeilen), wobei auf die volle Erfassung der kleineren, morphologisch bedingten Störungen in der Schichtung der Wassermassen verzichtet wurde. Zwecks Zeitersparnis wurden von Station 80 ab die Arbeiten, selbst bei Tiefen von 4000 m und darüber, in zwei Serien erledigt, indem auf jeder der beiden Serien dem Draht eine größere Zahl von Schöpfern — bis zu 12 Stück — anvertraut wurden. Hierdurch gelang es, die Stationen in vier bis fünf Stunden zu erledigen.

Die ozeanographischen Verhältnisse der Störungszone des amerikanischen Kontinentalabfalls konnten durch ein Engerlegen der Stationen wieder voll erfaßt werden. Insgesamt sind auf Profil IV 19 bis zum Boden reichende Stationen ausgeführt worden, auf denen insgesamt 420 korrespondierende Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt aus der Tiefe gewonnen wurden, Doppelmessungen nicht eingerechnet.

Die Nordwärtsverlegung des Profils, durch welche in der zweiten Hälfte die Stationen bis auf 4 bis 5 Breitengrade an Profil II heran-

rücken, erweist sich deshalb von geringerem Nachteil, weil die nach Süden auftretende Lücke geschlossen wird durch das einzige, vom Südatlantischen vorliegende Querprofil, das A. Merz und L. Möller für 35° bis 37° S vorwiegend auf Grund der älteren Beobachtungen der Gazelle- und Challenger-Expedition konstruiert haben.

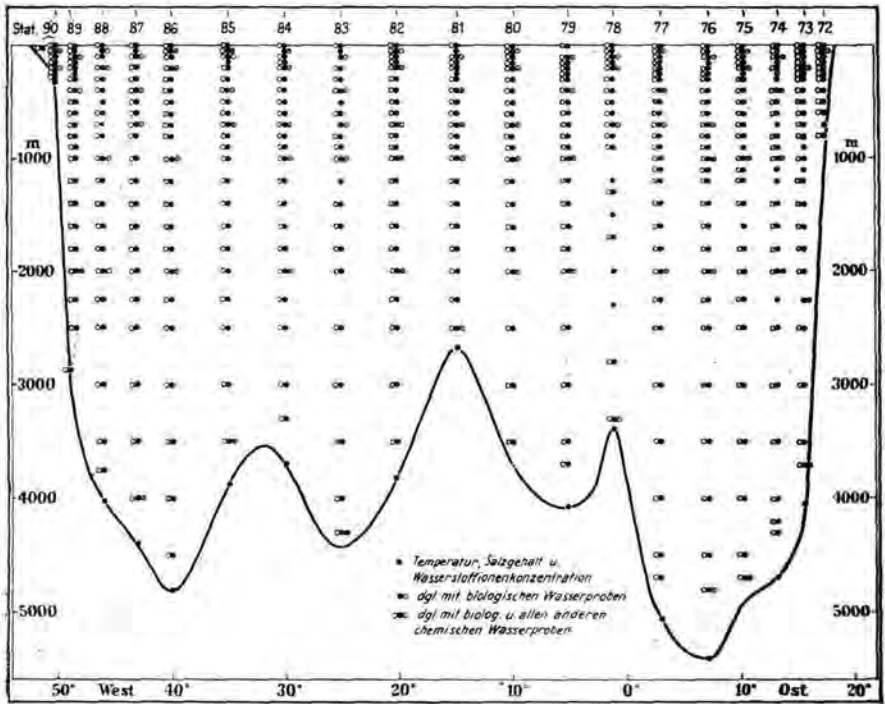


Abb. 18. Arbeiten auf Profil IV (33° S).

Die ozeanographischen Arbeiten auf Profil V.

Profil V zerfällt in 6 Abschnitte: das Längsprofil durch den La Plata und das auf dem patagonischen Schelf, das Querprofil durch die Drake-Straße und das durch den Atlantischen auf der geographischen Hauptbreite von 55° S, endlich den Südvorstoß von der Bouvet-Insel bis 64° S und das Längsprofil von da bis Kapstadt.

Im folgenden seien kurz die Gesichtspunkte aufgezeichnet, die für die ozeanographischen Arbeiten auf diesen Reiseabschnitten maßgebend waren.

Schon auf unseren früheren Fahrten hatten wir allein aus der Färbung des Wassers erkannt, daß sich in und vor der La Plata-mündung ein großartiger Mischungsvorgang von drei Wasserarten, dem meistens blauen Wasser des Brasilstromes, dem mehr grünlichen des Falklandstromes und dem schmutzigbraunen La Platawasser abspielt. Es entsprach dem gemeinsamen Wunsche des Biologen, Geologen, Chemikers und der Ozeanographen, daß der Expeditionsleiter bei der letzten Ausfahrt aus Buenos Aires außerhalb des eigent-

lichen Programms ein Längsprofil durch diesen großen Mündungstrichter, das bei seiner geringen Tiefe nur wenig Zeit beanspruchte, anordnete und es ausdehnte bis zum Fuße des Kontinentalabfalls, wo eine wichtige Anschlußstation ausgeführt wurde. Wir waren uns wohl bewußt, daß in einer von den Gezeitenströmungen beherrschten Flachsee die typischen mittleren Verhältnisse mit einer einzelnen Reihe nicht erfaßt werden können, jedoch bei dem vollständigen Mangel an Beobachtungen versprach auch ein solcher isolierter Schnitt wertvolle Hinweise. Es wurden 5 Schelfstationen (91 bis 95) in der Längsachse des La Plata ausgeführt, mit engabständigen Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt (0, 5, 10, 15, 20, 30 m u. s. f.), daran schlossen sich 3 Stationen am Kontinentalabfall, Station 96 bei 700 m Tiefe, Station 97 bei 2900 m Tiefe und Station 98 bei 4060 m Tiefe am Fuße desselben. Die letzte Station diente zugleich dazu, die Lücke zwischen Profil I und IV am Kontinentalfuß zu schließen und zugleich den Anschluß zu den Beobachtungen früherer Expeditionen auch hier herzustellen.

Auf den patagonischen Schelf entfallen weiterhin acht Stationen, die mit den La Platastationen ein ozeanographisches Längsprofil La Plata Kap Hoorn für den Schelf ergeben. Das Anlaufen von Puerto Madryn wurde benutzt zu einer Station in der Mitte des Einbruchkessels des Golfo Nuevo (167 m), der nur durch eine schmale Pforte mit dem Meere in Verbindung steht. Eine zweite Serie wurde dicht vor der Pforte außerhalb des Beckens gewonnen.

Die Fahrt durch die Kanäle des Feuerlandes führte uns zum Kap Hoorn, und wir konnten in Abänderung des ursprünglichen Routenplanes das Querprofil Feuerland—Süd-Shetland-Inseln an der engsten Stelle der Drakestraße durchführen, und mit 6 Stationen in engem Abstand (40 bis 120 sm) Material gewinnen zur Lösung der Frage des Wasseraustausches zwischen Pazifischem und Atlantischem. Wieder wurde in drei Serien gearbeitet, wie das im ersten Bericht für Profil III geschildert ist; nur mit der Erweiterung, daß auch unterhalb 2500 m zur besseren Erfassung des Bodenstromes alle 250 m beobachtet wurde. Das Anlaufen der Deceptioninsel gab Gelegenheit, die ozeanographischen Verhältnisse in abgeschlossenen Becken der Antarktis zu studieren. Diesem Zweck diente eine Station im Krater der Deceptioninsel und eine weitere in der Mitte des Bransfield-Meeress. Eine Serie auf dem Shetland-Schelf und drei Serien in der Mitte der Drakestraße stellen die Verbindung her zu dem eigentlichen

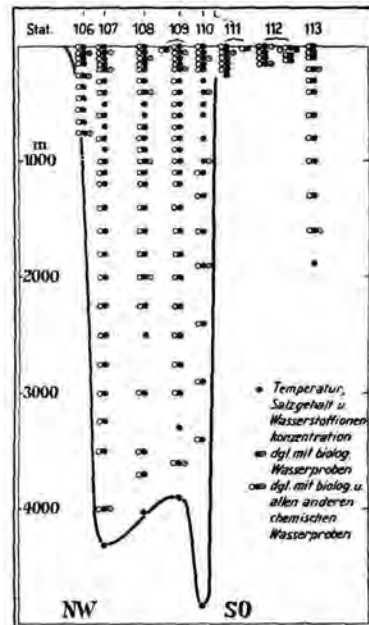


Abb. 19. Arbeiten auf dem Querprofil durch die Drakestraße.

Querprofil V, das in 55° S unweit der Burdwood-Bank begonnen wurde.

Auf den 1. Abschnitt des Hauptprofils bis Südgeorgien entfallen 5 Stationen (116 bis 120) mit einem mittleren Abstand von 150 sm. Nach Verlassen der Insel diente ein Vorstoß nach Südosten zur Aufhellung der Frage des submarinen Zusammenhanges zwischen

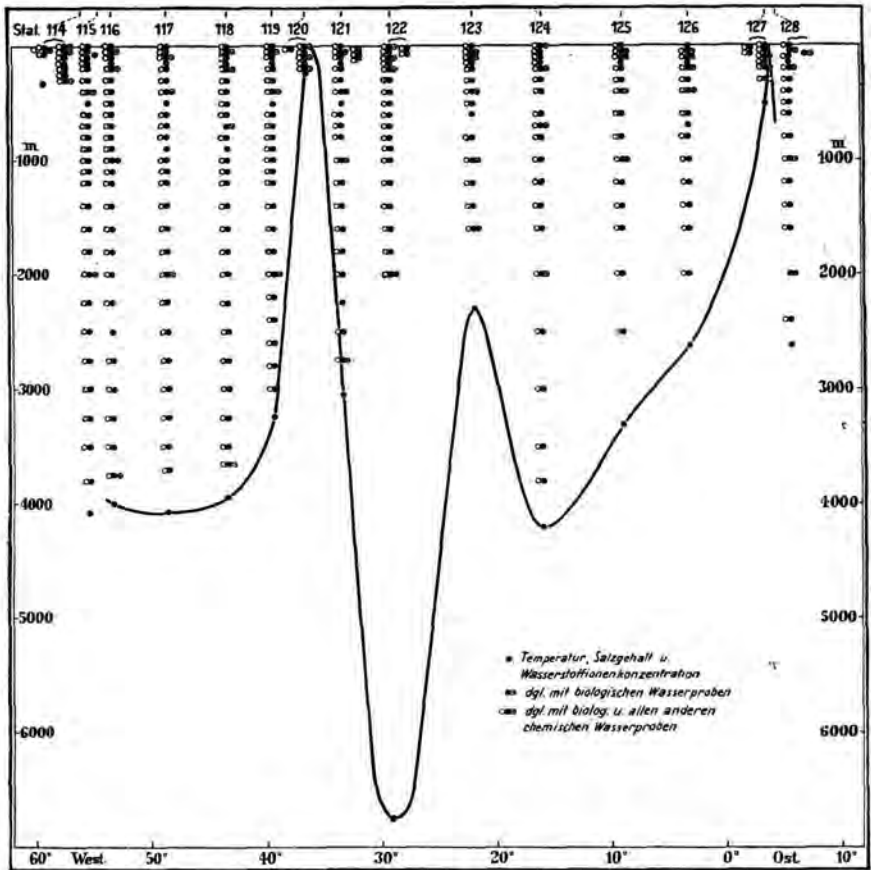


Abb. 20. Arbeiten auf Profil V (55° S).

Südgeorgien und den Süd-Sandwich-Inseln. Station 121 kam hierdurch an der Südostecke des südgeorgischen Sockels bei 3000 m auf 56° S zur Durchführung. Die nächste Station 122 lag auf 6700 m Wassertiefe in $55^{\circ} 12' S$ und $29^{\circ} 13' W$, also wieder auf der geographischen Hauptbreite. Leider brach bei der tiefsten Serie die Drahtlitze, was zu einem Verlust von 8 Wasserschöpfern mit zugehörigen Thermometern führte. Die äußeren Bedingungen (Drahtwinkel, Wetter) waren für die Durchführung der Serie nicht ungünstig. Die Instrumente waren nach der Auslösung mit langsamer Fahrt um 2100 m, d. h. der unterste Schöpfer von 6500 m auf 4400 m wieder aufgeholt,

und es wurde schon das bereits oft verwendete Ende Litze wieder auf die Trommel gewickelt, als ohne ersichtlichen äußeren Anlaß der Bruch der Litze auf der Trommel eintrat. Bei den folgenden Stationen wurde die vor der Brücke ebenfalls Steuerbord aufgestellte „vordere Serienmaschine“, die mit 8000 m Aluminiumbronzelitze bewickelt ist, in Betrieb genommen. Auch von ihr ließen sich die ozeanographischen Arbeiten im allgemeinen ohne größere Schwierigkeiten durchführen, da auf das Vorschiff des „Meteor“ selbst bei schwerem Wetter keine Sturzseen und nur selten Spritzer während des Stationsaufenthaltes überkamen. Auf den folgenden Stationen wurden die ozeanographischen Arbeiten mit erhöhter Vorsicht ausgeführt und insbesondere bei den tiefen Serien eine geringere Anzahl von Instrumenten der Gefahr des Abreißen ausgesetzt. Dies wurde durch eine andere Anordnung der Serien erreicht:

Serie I: 0 bis 1000 m mit 10 Wasserschöpfern und 18 Thermometern.

Serie II: von 1000 bis 2500 m Tiefe mit 6 Wasserschöpfern und 12 Thermometern.

Serie III: von 3000 m Tiefe bis zum Boden in der Regel mit 4 Wasserschöpfern und 8 Thermometern.

Häufig wurden die obersten 100 m oder 200 m auf Wunsch des Biologen in besonderer Serie untersucht, wobei aus 100 m oder 200 m mit dem großen Schöpfer 4 Liter Wasser zwecks Gewinnung biologischer Sedimentierungsproben heraufgeholt wurden; bei dieser Gelegenheit fierten wir zur besseren Erforschung des kalten Unterstromes Wasserschöpfer mit Thermometern auf 25 m und 75 m Tiefe aus. Bei den ziemlich gleichbleibenden ozeanographischen Verhältnissen des Reiseabschnittes Südgeorgien—Bouvet-Insel konnten, wie im Plane vorgesehen, die Stationen etwas weitabständiger (200 bis 250 sm) gelegt werden.

Hatten wir bis Station 125 meist günstige Wetterbedingungen, so wurden bei Annäherung an die Bouvet-Insel die ozeanographischen Arbeiten mehr und mehr durch starke Winde und hohen Seegang erschwert.

Günstig gestalteten sich wieder die äußeren Bedingungen (Wetter, Eis, Seegang) bei dem Vorstoß nach Süden, auf dem aus nautischen Gründen zur Vornahme der Stationen nur nachts gestoppt wurde.

Der letzte Reiseabschnitt diente der Erforschung des Wasseraustausches zwischen Indischem und Atlantischem Ozean. Trotz der Erschwernisse, die sich aus den stürmischen Wetterbedingungen und der Kohlenlage auch für die ozeanographischen Arbeiten ergaben und die dazu zwangen, den geplanten Bogen in den Indischen etwas abzukürzen, gelang es, mit zehn Stationen ein geschlossenes, bis zum Boden reichendes Längsprofil zu gewinnen, das zur Lösung dieser Frage ein reiches Beobachtungsmaterial darbietet.

In Summa sind auf dem gesamten Profil V zwischen Buenos Aires und Kapstadt 49 ozeanographische Stationen mit 770 korrespondierenden Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt (Ober-

flächen- und Doppelmessungen nicht eingerechnet) zur Ausführung gelangt.

Die bisherige Arbeitsteilung ist beibehalten worden. Die praktische Durchführung der ozeanographischen Serien lag in erster Linie in den Händen der Herren Dr. Boehnecke und des Berichterstatters; als Mitarbeiter fungierten hierbei die Herren Dr. Schumacher und Dr. Meyer. Von fast allen Wasserproben ist schon während der Fahrt der Chlorgehalt durch Doppeltitrierungen ermittelt worden. Das umfangreiche Material an Wasserproben konnte nur dadurch bewältigt

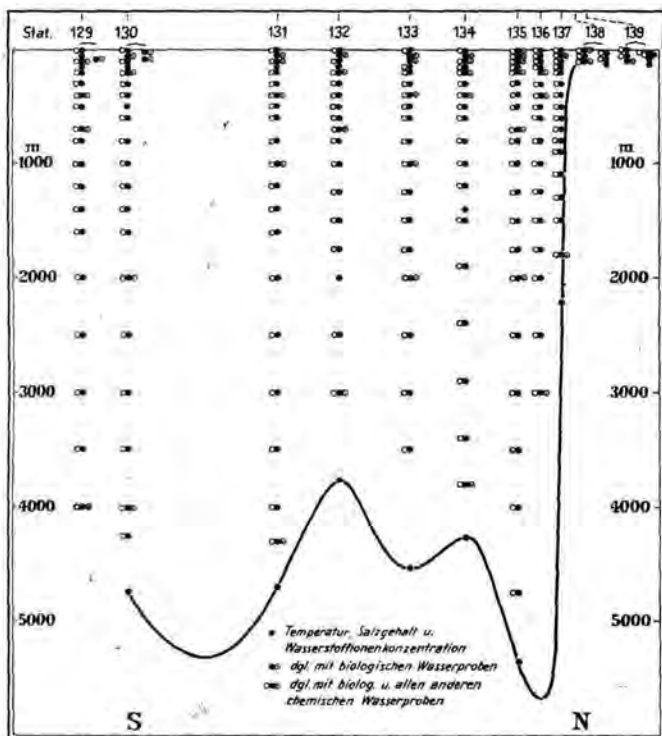


Abb. 21. Arbeiten auf dem Profil von 64° S bis Kapstadt.

werden, daß sich Herr Dr. Meyer fast ausschließlich dieser Aufgabe hingab und hierbei durch den Laboranten, Obergefreiten Runge, tatkräftig unterstützt wurde. An Stelle des erkrankten bisherigen Zeichners wurde der Obergefreite Laubenthal der Ozeanographie als Zeichner neu zugeteilt.

Zu Beginn des Profils V wurde ein neues Fernthermometer mit Schutzrohr aus nicht rostendem Kruppstahl an Stelle des zerfressenen Messingrohres im Saugrohr des Schiffes eingebaut. Das Instrument wurde an Bord neu geeicht und ergab während des Profils V fortlaufende Registrierungen. Herr Dr. Boehnecke hat die Auswertung dieser Registrierungen übernommen und durch regelmäßige Vergleiche mit dem Quecksilber-Thermometer festgestellt, daß

die an die Registrierungen anzubringenden Korrekturen Veränderungen unterliegen, die bisher nicht aufzuklären waren. Wenn daher auch die Registrierungen nicht den erwünschten Grad von Genauigkeit besitzen, so sind sie doch von Wert für das rasche Erkennen von plötzlichen Temperatursprüngen und Grenzschichten im Meere.

Die vorläufigen Ergebnisse¹⁾.

Bei der Fülle des neuen Beobachtungsmaterials ist es naturgemäß nicht möglich, schon von der Expedition aus ein nur einigermaßen abgerundetes Bild der ozeanographischen Befunde zu geben. Es sei mir gestattet, nur kurz die in den einzelnen Profilen festgestellten Schichtungen zu erörtern und hieraus die ersten Schlüsse auf die Zirkulationsvorgänge zu ziehen. Hierbei sei auch noch einmal auf das inzwischen bearbeitete Profil III eingegangen.

Profil III.

Die ersten Stationen des Profils (Nr. 50 bis 54) liegen, wenn wir von der Schelfstation 53 absehen, am Fuße des Kontinentalabfalls zwischen 40° S und 50° S und geben ein Bild der meridionalen Komponenten der Zirkulation in diesem Mischgebiet der Wassermassen antarktischer und atlantischer Herkunft. Wie schon im ersten Berichte erwähnt, ist der Nordatlantische Tiefenstrom, entgegen der ablenkenden Kraft der Erdrotation offenbar durch Einwirkung des Rio Grande-Rückens nach rechts gedrängt, besonders stark am submarinen Steilabfall des südamerikanischen Kontinents entwickelt. In 39° S, in dem Konvergenzgebiet von Falkland- und Brasilstrom unterliegt der Nordatlantische Tiefenstrom fast unvermittelt einer starken Vermischung mit kälterem Wasser antarktischer Herkunft, und zwischen 40° S und 50° S sind hier am Kontinentalabfall die Tiefen von 400 bis 2400 m erfüllt mit einer ziemlich homothermen Wassermasse (von $2,1^{\circ}$ bis $2,6^{\circ}$), die in ihrer feineren Struktur deutlich Kennzeichen eines ausgiebigen vertikalen Austausches besitzt. Im Salzgehalt treten längs des Kontinentalabfalles die gleichen Vorgänge, wenn auch abgeschwächt, in Erscheinung. Die in etwa 1500 bis 3500 m lagernde, fast homohaline (34,70 bis 34,78 ‰) Zwischenschicht des Nordatlantischen Tiefenstromes wird überlagert von salzarmen Wassermassen, die den in etwa 40° S stärker sinkenden Antarktischen Zwischenstrom speisen. Eine auffallende Erscheinung dieses Längsschnittes ist, daß die südlichste Station (Nr. 54) in allen Schichten unterhalb 2500 m höhere Werte der Temperatur und des Salzgehaltes aufweist, als die drei Breitengrade nördlicher gelegene Station 51. Wir vermuten hierin eine Stauwirkung des Südantillen-Bogens, der sich zwischen den Falkland-Inseln und Südgeorgien den tieferen Partien des Nordatlantischen Tiefenstromes entgegenstellt.

Das eigentliche Querprofil auf der geographischen Hauptbreite von $48\frac{1}{2}^{\circ}$ S zeigt in einem bisher noch nicht festgestellten Aus-

¹⁾ Die mitgeteilten Beobachtungswerte von Temperatur und Salzgehalt sind als vorläufige anzusehen; es fehlt in ihnen die Reduktion der Solltiefe auf die wahre Tiefe, in welcher die Messung geschah.

maße einen Parallelismus von Bodenrelief und thermischer Schichtung. Von der größten Tiefe (6100 m), die ganz im Westen unmittelbar am Fuße des kontinentalen Steilabfalles gelegen ist, steigt der Boden stetig und allmählich zur Atlantischen Schwelle auf, die zum ersten Male in 20° W mit 2420 m, zum zweiten Male in 10° W mit 2300 m gipfelt. Dann senkt sich der Meeresboden auf 4000 m zu den Ausläufern der Kapmulde, um in 5° O und 9° O zu den beiden, offenbar dem Bouvet-Plateau aufsitzenden Erhebungen, der Bouvet-Bank (1600 m) und der Meteor-Bank (560 m) aufzusteigen. Diesem wiederholten Wechsel von Hoch und Tief entspricht in einer geradezu überraschenden Weise ein Auf- und Absteigen der Isothermen, insbesondere in den obersten 2500 m, wie folgende Tabelle veranschaulichen möge:

Tab. 1. Beziehungen zwischen Relief und Tiefenlage der Isothermen in Profil III ($48\frac{1}{2}^{\circ}$ S).

Gebiet	Argentinische Mulde		Atlantische Schwelle			Kapmulde	Meteorbank	Kapmulde
	1. Auf- ragung	Ein- senkung	1. Auf- ragung	Ein- senkung	2. Auf- ragung			
Station	56	58	östl. v. 59	60	östl. v. 61	63	65	66
Tiefenlage (m) der Isotherme für								
$2,4^{\circ}$	2550	1660	500	1000	20	{ 280*	{ 140*	{ 380*
$2,0^{\circ}$	2800	2160	1700	2100	1500	{ 1060	{ 560	{ 1000
$1,0^{\circ}$	3600	3150	2400	2900	2300	{ 2040	—	{ 2040
Tiefenlage (m) des Meeresbodens	5770	4930	2420	3800	2300	3000	—	3180
						3985	560	4500

* Temperaturinversion.

Wir finden Ansammlungen relativ warmen Wassers über den Tiefseemulden und anscheinend ein Aufsteigen kälteren Wassers über den Erhebungen. Wir deuten das dahin, daß die Wassermassen des Nordatlantischen Tiefenstroms, wie wir das schon in den früheren Profilen angedeutet fanden, über den Tiefseemulden eine besonders große Mächtigkeit erreichen.

Der Einfluß des Reliefs auf die Stromentwicklung, auf den bereits A. Merz¹⁾ aus den Gazelle- und Challenger-Beobachtungen hingewiesen hat, ist besonders in diesem Mischgebiet der fünfziger Breiten mit seinen geringen vertikalen Dichtedifferenzen stark ausgeprägt. Wir befinden uns hier in der Zone, in welcher der Nordatlantische Tiefenstrom emporsteigt. Fanden wir bei Profil I ($41\frac{1}{2}^{\circ}$ S) das intermediäre Temperaturmaximum, das diesen Strom kennzeichnet, in 2000 m bis 2200 m Tiefe im Westbecken und in etwa 1800 m im Ostbecken, so ergeben sich auf $48\frac{1}{2}^{\circ}$ S dafür folgende Tiefenlagen:

¹⁾ A. Merz: Die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Meteor“. I. Bericht. Sitz. Ber. Akad. Wiss. XXXI. Berlin 1925, S. 569.

Tab. 2. Tiefenlage der intermediären Temperaturmaxima in Profil III ($48\frac{1}{2}^{\circ}$ S).

Gebiet	Argentinische Mulde		Atlantische Schwelle			Kapmulde	Meteorbank	Kapmulde
	56	58	östl. v. 59	60	östl. v. 61	63	65	66
Intermediäres Temperaturmaximum in	1000 1800	500 1600	500 700	500 700	700 1000	600 1000	600	800

Wir finden also zwei intermediäre Temperaturmaxima; diese doppelte Temperaturinversion verrät uns wohl eine Mischung des Nordatlantischen Tiefenstromes mit antarktischem Wasser.

In diesem Mischgebiet steigt der Nordatlantische Tiefenstrom auf zum Niveau von 500 bis 800 m, in welchem er seine letzten Ausläufer in die antarktischen Breiten entsendet. Mit dem Ansteigen und der Abhängigkeit seines Vordringens vom Relief mag es auch zusammenhängen, daß in unserem Profil über den großen Tiefen höhere und über den geringeren niedrigere Temperaturen an der Oberfläche auftreten, wie die folgende Tabelle zeigt.

Tab. 3. Beziehung zwischen Relief und Oberflächentemperatur in Profil III ($48\frac{1}{2}^{\circ}$ S).

Gebiet	Argentinische Mulde		Atlantische Schwelle			Kapmulde	Meteorbank	Kapmulde
	56	58	östl. v. 59	60	östl. v. 61	63	65	66
Oberfl.-Temperatur (C°)	6,66	3,03	2,80	3,87	2,49	2,68	3,04	3,88
Meeresboden in m . .	5770	4930	2420	3800	2300	3985	560	4500

Anmerkung: Die höheren Temperaturen bei Station 65 und 66 erklären sich aus der nördlicheren Lage (48° und $47\frac{3}{4}^{\circ}$ S).

Wie die Reliefwirkung in der Verteilung der Bodentemperaturen zum Ausdruck kommt, lehrt Tabelle 4.

Tab. 4. Bodentemperaturen im Profil III ($48\frac{1}{2}^{\circ}$ S).

Station	Argentinische Mulde		Kapmulde
	56	59	66
Bodentemperatur (C°)	+ 0,20	- 0,005	+ 0,50
Meeresboden in m . . .	5770	4350	4500

Die Zahlen zeigen zunächst einen bemerkenswerten Unterschied zwischen dem West- und Ostbecken. Die verhältnismäßig hohen Bodentemperaturen der Kapmulde deuten darauf hin, daß im Ost-

becken südlich unseres Profils ein Querrücken existiert, der das Vordringen des Antarktischen Bodenstromes hemmt. Diese bereits im ersten Berichte ausgesprochene Vermutung wurde durch die Lotungen des Profils V bestätigt. Innerhalb der Argentinischen Mulde zeigen die westlichen und östlichen Stationen auffällige Differenzen der Bodentemperaturen. Station 59, ganz im Osten der Mulde, besitzt in einer geringeren Tiefe eine um $0,21^{\circ}$ niedrigere Bodentemperatur als Station 56 im Westen. Auch diese Erscheinung steht in Zusammenhang mit den morphologischen Verhältnissen. Nur wenige Breitengrade südlich unseres Profils steigt zwischen 30° und 55° W der Meeresboden vom argentinischen Becken ziemlich unvermittelt zum Südantillenbogen an. Unsere Lotungen auf Profil V — insbesondere die Auffindung einer unterseeischen Schwelle zwischen den Südsandwich-Inseln und Südgeorgien — machen es im Verein mit den ozeanographischen Befunden der Profile III und V sehr wahrscheinlich, daß dieser nunmehr von den Südshetland-Inseln bis nach Südgeorgien festgestellte Südantillenbogen sich mit einer Schwellentiefe von annähernd 3000 m fortsetzt über die Shag-Rocks und in etwa 52° S — also in der Breite der Falkland-Inseln — den Anschluß an den Patagonischen Schelf findet. Die kalten Wassermassen des Antarktischen Bodenstromes können daher nur außerhalb dieses Bogens, also östlich von 25° W nach Norden vordringen, und erreichen so zuerst den östlichen Teil des Argentinischen Beckens. Bei ihrer Ausbreitung in den westlichen Teil werden sie infolge des Anstaus des Nordatlantischen Tiefenstroms mit diesem gemischt und etwas erwärmt.

Auch im Salzgehaltschnitt finden wir die geschilderten Zirkulationsvorgänge und ihre Beziehungen zur Gestaltung des Meeresbodens, wenn auch nicht so schön wie im Temperaturschnitt. Tabelle 5 zeigt die Abhängigkeit der Tiefenlage der salzreichen Zwischenschicht ($34,70$ bis $34,79$ ‰) vom Bodenrelief.

Tab. 5. Beziehungen zwischen Relief und Tiefenlage des Salzgehalts-Maximums im Profil III ($48\frac{1}{2}^{\circ}$ S).

Gebiet	Argentinische Mulde		Atlantische Schwelle			Kapmulde	
	Station	56	58	östl. v. 59	60		östl. v. 61	63
Lage des Salzgehalts-Maximums in m		2250	2000	1800	2000	1600	2000
Meeresboden in m		5770	4930	2420	3800	2300	3985

Gegenüber Profil I, wo wir das Maximum in 2500 bis 3000 m fanden, hat sich der Nordatlantische Tiefenstrom bei seinem Vordringen nach $48\frac{1}{2}^{\circ}$ S um rund 1000 m gehoben, was wir ja auch aus der Temperaturverteilung feststellen konnten. Das verschiedenartige Vordringen des Antarktischen Bodenstromes ergibt sich ebenfalls aus der Verteilung des Salzgehaltes. Das Salzgehaltsminimum, das den Antarktischen Zwischenstrom kennzeichnet, finden wir im Westen in 300 m, in der Mitte und im Osten in 50 bis 100 m Tiefe. Profil III

schneidet diesen Strom in einer Zone, in welcher er gerade beginnt, zu seiner typischen Tiefenlage (von ungefähr 1000 m) abzusinken.

Die letzten sechs Stationen des Profils III, die nach Verlassen der geographischen Hauptbreite auf dem Wege nach Kapstadt ausgeführt wurden, geben ein Längsprofil zwischen 48° S und 34° S nahe der Grenze beider Ozeane. Wir erkennen, wie bei Profil I, die Bedeutung des Agulhas-Stromes für die Schichtung der Wassermassen und für die Entwicklung des Antarktischen Zwischenstromes südlich von Afrika. Diesem starken Zustrome indischen Wassers in einer etwa bis 1500 m reichenden Oberschicht entspricht in den größeren Tiefen ein Vordringen des Nordatlantischen Tiefenstromes um die Südspitze Afrikas in umgekehrter Richtung.

Profil IV.

Profil IV führt in einer mittleren Breite von $33\frac{1}{2}^{\circ}$ S von Kapstadt nach Rio Grande und zeigt sowohl im Bodenrelief als auch in der Schichtung der Wassermassen eine große Ähnlichkeit mit dem etwa vier bis fünf Breitengrade nördlicher verlaufenden Querschnitt II. Es seien daher nur die Unterschiede zwischen diesen beiden Profilen hervorgehoben. Der wellenförmige Verlauf der Isolinien tritt bei Profil IV nicht so in Erscheinung, wahrscheinlich eine Folge des weiteren Abstandes der Stationen. Seine südlichere Lage bedingt ein stärkeres Hervortreten antarktischer Einflüsse im Zwischenstrom und im Bodenstrom. Der Nordatlantische Tiefenstrom ist wiederum am stärksten ausgebildet ganz im Westen des Profils, in der Rio Grande-Rinne, welche sich zwischen dem Kontinentalabfall und dem Rio Grande-Rücken einschiebt. Hier erreicht die Temperaturinversion den maximalen Betrag von $0,67^{\circ}$ (Station 88), weiter nach Osten klingt diese Erscheinung aus und kommt jenseits der Atlantischen Schwelle ganz zum Verschwinden. Nur bei den tiefsten Stationen der Kapmulde (Stationen 75 bis 77) ist, ähnlich wie bei Profil II, im Osten die Temperaturinversion in einem Betrage von $0,01^{\circ}$ bis $0,04^{\circ}$ vorhanden. Übrigens zeigt auch die tiefste Station des Profils I im Ostbecken eine schwache Temperaturinversion (Station 16 mit $0,04^{\circ}$). In diesem Sinne muß eine im ersten Berichte gemachte Bemerkung berichtigt werden.

Bei dieser Gelegenheit sei mir gestattet, darauf hinzuweisen, daß das Fehlen der Temperaturinversion bei vielen Stationen der Kapmulde, das wir beobachteten, nicht im Widerspruch steht zu dem von A. Merz aus den Gazelle- und Challenger-Beobachtungen geführten Nachweis einer Inversion. Der bezog sich für die Ostseite des Atlantischen lediglich auf die Breiten zwischen $4\frac{1}{3}^{\circ}$ N und $17\frac{1}{2}^{\circ}$ S (vgl. diese Zeitschrift 1922, S. 294). In Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen fehlt auch bei den in die Kapmulde fallenden Stationen der Gazelle- und Challenger-Expedition (Challenger-Station 137 und 139, Gazelle-Station 36) die Temperaturinversion.

Im Salzgehalt erstreckt sich die Inversion über die ganze Breite des Profils, im Westen etwa $0,70\text{‰}$, im Osten etwa $0,50\text{‰}$ betragend. Die Tiefenlage des Nordatlantischen Tiefenstromes ergibt sich aus folgender Zusammenstellung:

Tab. 6. Tiefenlage des Nordatlantischen Tiefenstromes in Profil IV ($33\frac{1}{2}^{\circ}$ S).

Gebiet	Argentinische Mulde		Atlantische Schwelle	Walfisch-Rücken	Kap-Mulde
	88	82	81	78	76
Tiefenlage (m) vom					
Intermed. Temp.-Maximum	2250	2250	—	—	2000
Intermed. Salzgehalts-Max..	2800	3000	2500	3100	3000
Meeresboden	3925	3740	2660	3240	5180

Der Vergleich mit den Nachbarprofilen lehrt, daß nahe Profil IV — etwa in 35° bis 37° S — der Nordatlantische Tiefenstrom seine tiefste Lage erreicht, soweit aus dem Salzgehalt zu schließen ist.

Die niedrigste Bodentemperatur beobachteten wir im Westbecken mit $0,06^{\circ}$ unmittelbar am Fuße des brasilianischen Kontinentalabfalls in 3925 m (Station 88). Außerhalb der Rio Grande-Rinne wurden Bodentemperaturen von $1,0^{\circ}$ bis $1,3^{\circ}$ festgestellt. In diesem stärkeren Vordringen des Antarktischen Bodenstromes ganz auf der Westseite des Profils sehen wir nicht allein die Wirkung der ablenkenden Kraft der Erdrotation, sondern auch morphologische Einflüsse. Auf die bedeutsame Rolle, die im Osten der Walfisch-Rücken und der neuentdeckte Atlantisch-indische Querrücken für die Entwicklung des Bodenstromes spielen, ist bereits hingewiesen worden. Aber auch die Argentinische Mulde scheint — nach der Temperatur- und Salzgehaltsverteilung in den Bodenschichten zu schließen — in höherem Maße als bisher angenommen, nach Norden abgeschlossen zu sein. Wir hatten diese Vermutung bereits im ersten Berichte ausgesprochen und gehofft, durch die Lotungen des Profils IV diese Frage lösen zu können. Jedoch wurde der vermutete engere Zusammenhang zwischen Rio Grande-Rücken und Atlantischer Schwelle in 33° S nicht gefunden. Die Schichtungen im Bodenwasser führen nunmehr zur Annahme, daß dieser Zusammenhang südlich unseres Profils existiert. Wir kommen damit aus ozeanographischen Überlegungen zu folgender Auffassung, die jedoch durch weitere Lotungen zu beweisen wäre: Der Rio Grande-Rücken ist durch eine Rinne von etwa 4700 m Maximaltiefe vom Kontinent getrennt und von seinem Südausläufer (3126 m) aus etwa durch die 3500-m-Isobathe in 38° S an die Atlantische Schwelle angeschlossen. Unter Hinweis auf den geologischen Bericht sei erwähnt, daß auch die geologischen Befunde (Kalkgehalte) diese Deutung zulassen.

Profil V.

A. Querprofil durch die Drakestraße.

Der Querschnitt zeigt eine bemerkenswerte Schichtung, die dem Zusammenwirken antarktischer, pazifischer und atlantischer Einflüsse ihre Entstehung verdankt. Die folgende Zusammenstellung möge die Hauptzüge der Temperatur- und Salzgehaltsverteilung veranschaulichen:

Tab. 7. Schichtung in der Drakestraße und im Bransfield-Meer.

Gebiet	Drake-Straße						Süd-Shetland- schelf		Bransfield- Meer	
	Nordseite 106		Mitte 108		Südseite 110		111		113	
Tiefe (m)	t°	S ^{0/100}	t°	S ^{0/100}	t°	S ^{0/100}	t°	S ^{0/100}	t°	S ^{0/100}
0	8,57	33,69 ^x	2,00	33,50 ^x	1,28	33,51 ^x	0,81	33,58 ^x	0,77	33,86 ^x
100	7,50	34,00	-1,02 ^x	34,03	-0,37 ^x	34,13	-0,84 ^x	34,20	-0,48 ^x	34,31
200	6,0	34,07	1,17	34,34	1,02	34,55	0,22	34,56	0,04	34,53
600	4,2	34,20	2,02	34,67	1,87	34,67	—	—	-1,08	34,59
1000	—	—	1,77	34,71	1,51	34,72	—	—	-1,54	34,60
2000	—	—	1,03	34,705	0,7	34,69	—	—	—	—
3000	—	—	0,54	34,70	0,4	34,67 ^x	—	—	—	—
Am Boden in Tiefe von	3,91 ^x	34,21	0,47 ^x	34,69 ^x	0,38 ^x	—	0,22	34,56	-1,66 ^x	34,62
	880 m		3910 m		4839 m		330 m		1775 m	

Innerhalb dieses Querschnittes finden wir drei Typen der vertikalen Verteilung dieser Faktoren. Auf der Nordseite sinkt die Temperatur von einem Maximum an der Oberfläche, wo sie den für diese Breiten erstaunlich hohen Wert von 8,57° erreicht, zu einem Minimum am Boden, während der Salzgehalt gleichmäßig von der Oberfläche zum Boden zunimmt. In der Mitte und an der Südseite beobachten wir in der Vertikalen einen mehrfachen Wechsel von kalt und warm, salzarm und salzreich. Unter eine relativ warme und salzarme Deckschicht, die nach Süden ausklingt, schiebt sich in 100 m von Süden her eine Zunge sehr kalten und etwas salzreicheren Polarwassers. Im Niveau von 600 m dringt offenbar aus niederen Breiten ein warmer und salzreicher Strom bis dicht an den Steilabfall der Südshetland-Inseln vor, diesen jedoch nicht ganz erreichend; er ist in der Temperatur etwa bis 2000 m, im Salzgehalt etwa bis 3000 m Tiefe nachzuweisen und entsendet über die Schwelle hinweg in 200 m Tiefe einen schwachen Ausläufer in das Bransfield-Meer. Dieses abgeschlossene Meeresbecken, dessen größte Tiefe wir auf unserem Kurse mit etwa 2000 m feststellten, ist unterhalb 300 m mit einem sehr kalten und fast homohalinen Wasser erfüllt, das offenbar an den Böschungen des Graham-Landes abgesunken ist. Der Temperaturunterschied korrespondierender Tiefen innerhalb und außerhalb des Beckens erreicht in 1000 m den hohen Betrag von 3,05°! Auch an den Böschungen des Südshetland-Schelfes sinkt kaltes Wasser ab, gleichfalls nach Norden, und erfüllt die großen Tiefen der Drakestraße. Neben diesen Bewegungskomponenten in der Schnittebene, die wir zur Erklärung der Schichtung herangezogen haben, existieren naturgemäß, und zwar in erheblichem Ausmaße, Bewegungen senkrecht zur Schnittebene. Aus dem starken Einfall der Isolinien nach Norden zum südamerikanischen Steilabfall muß auf beträchtliche ostwärts gerichtete Bewegungen in der nördlichen Hälfte der Drakestraße geschlossen werden, die pazifisches Wasser in ansehnlicher vertikaler Mächtigkeit in den Atlantischen verfrachten. Diese Bewegungen greifen auch auf die warme und salzreiche Zwischenschicht über, und wir müssen annehmen, daß in dem intermediären Maximum in der Drakestraße und den an-

grenzenden Teilen des Atlantischen Beimengungen pazifischen Wassers, das ähnlich wie im Nordatlantischen Tiefenstrom subtropischer Herkunft sein dürfte, enthalten sind.

Diese pazifischen Einflüsse machen sich in der Tiefe offenbar im gesamten „Südantillen-Meer“ geltend, das nach unseren Messungen als ein vom Atlantischen unterseeisch abgetrenntes, zum Pazifischen dagegen geöffnetes Meeresbecken aufzufassen ist. Einzelne tiefe Furchen von mehr als 4000 m, stellenweise sogar von mehr als 5000 m, ziehen sich vom Westen in dieses Teilgebiet hinein; in der Hauptsache jedoch weist es Tiefen von 3000 m bis 4000 m auf und wird durch den Südantillen-Bogen, dessen Schwellentiefe wir zwischen Südgeorgien und den Südsandwich zu 2400 m feststellten und im nördlichen Bogen auf annähernd 3000 m veranschlagen, von den großen Tiefen des Südatlantischen abgeriegelt.

B. Das Hauptprofil in 55° S.

Die ersten sechs Stationen gehören noch dem Bereich des Südantillen-Meeres an und zeigen sowohl in der Tiefenlage als in der Intensität der intermediären Maxima Beziehungen zu den Schichtungen in der Drakestraße. Die antarktischen Wassermassen dringen außerhalb des Südantillen-Bogens nach Norden vor durch die „Südsandwich-Tiefe“, die wir mit unseren 8050 m Tiefe erreichenden Lotungen unmittelbar nördlich der Südsandwich-Gruppe entdeckten.

Eine Auswahl aus unseren Beobachtungen möge in Tabelle 8 die Hauptzüge des Profils wiedergeben.

Tab. 8. Schichtung im Profil V (55° S).

Gebiet	Süd-Antillen-Meer		Süd-Sandwich-Tiefe		Südpolarbecken			
	117		122		West 124		Ost 131	
Station	117		122		124		131	
m	t°	S ‰	t°	S ‰	t°	S ‰	t°	S ‰
0	5,94	33,99*	1,44*	33,60*	1,07	33,85*	2,52	34,12*
100	3,10	34,10	-1,18	34,01	0,40	34,01	-1,10*	34,29
200	2,54*	34,12	0,13	34,45	1,37	34,32	0,76	34,59
600	2,63	34,36	0,91	34,68	1,96	34,67	0,61	34,69
1000	2,40	34,57	0,54	34,68	1,74	34,71	0,40	34,685
2000	1,75	34,71	0,10	34,67	0,73	34,695	-0,03	34,67
3000	0,96	34,71	(0,00)	(34,67)	0,15	34,66	-0,29	34,65
Am Boden	0,57*	34,66*	-0,17*	34,67*	-0,26*	34,66*	-0,44*	34,645*
in Tiefe von	3950 m		6670 m		4130 m		4698 m	

Der Typus der Schichtung entspricht dem der südlichen Stationen der Drakestraße. Jedoch bestehen in der Intensität der einzelnen Maxima und Minima innerhalb unseres Schnittes erhebliche Unterschiede. Ein großer Wärmeüberschuß zeichnet in allen Tiefen die westlichste Station aus und berechtigt in physikalisch-chemischer Hinsicht zur Abtrennung eines besonderen „Südantillen-Meeres“. Der Antarktische Zwischenstrom ist hier nur durch ein schwaches Temperaturminimum in 200 m Tiefe angedeutet, während im Salzgehalt das absolute Minimum hier

wie bei den anderen Stationen des Schnittes und in der Drakestraße an der Oberfläche liegt. Die warme und salzreiche Tiefenschicht ist gekennzeichnet durch das Temperaturmaximum in 600 m und ein ungewöhnlich tief liegendes Maximum des Salzgehalts in 2500 m. Die große vertikale Mächtigkeit der salzreichen Tiefenschicht und ihre tiefe Lage sind neben der Wärme weitere Charakteristika des „Südantillen-Meeres“.

Kommen in diesem die antarktischen Einflüsse nur schwach zur Entfaltung, so dringen außerhalb des Bogens die kalten Wassermassen um so ungehinderter vor. Salzgehalt und Temperatur besitzen hier in den oberflächlichen Schichten die geringsten Beträge, die wir in unserem Schnitt beobachteten. Der Nordatlantische Tiefenstrom entsendet nur noch schwache Ausläufer in etwa 600 m Tiefe, die großen Tiefen unterhalb 2500 m sind erfüllt mit eiskaltem Wasser (unter 0°). Dieses wird offenbar gebildet auf den Schelfen der Weddell-See und sinkt über den Böschungen ihrer Umrandung — wahrscheinlich hauptsächlich im Westen in etwa 65° S — zu den Tiefen ab.

Stärker treten wiederum die subtropischen Einflüsse im Südpolarbecken westlich der Bouvet-Insel hervor, jedoch werden hier in der warmen Tiefenschicht, deren Maximum wir mit $1,96^{\circ}$ in 600 m Tiefe ermittelten, bei weitem nicht die Beträge des „Südantillen-Meeres“ erreicht. Das Salzgehaltsmaximum treffen wir mit $34,71\text{‰}$ in 1000 m, also in einem 1500 m höheren Niveau als ganz im Westen.

Die östlichste Station unseres Querprofils zeigt ähnliche Verhältnisse wie die kalte Station in der Südsandwich-Tiefe. Das antarktische Bodenwasser ist jedoch hier noch mächtiger entwickelt; beobachteten wir doch bereits von 2000 m ab negative Temperaturen, die am Boden das Minimum mit $-0,44$ erreichen.

Unsere Lotungen in diesem Querschnitt brachten eine Fülle neuer Tatsachen ans Licht, auf die ausführlicher im nautischen und geologischen Bericht eingegangen ist. Ganz allgemein ergab sich ein wesentlich vielgestaltigeres Bodenrelief als bisher vermutet. In der Schichtung der Wassermassen (Verlauf der Isolinien und Tiefenlage der intermediären Maxima und Minima) sind, wenn wir von der Entwicklung des Bodenstromes absehen, enge Beziehungen zum Bodenrelief nicht zu erkennen. Hierin unterscheidet sich Profil V in bemerkenswerter Weise von dem nur $6\frac{1}{2}$ Breitengrade nördlicher gelegenen Querschnitt III.

C. Der Südvorstoß.

Von den Ergebnissen südlich der Bouvet-Insel sei jetzt nur folgendes erwähnt:

An der Oberfläche wurden die geringsten Werte des Salzgehaltes in 51° S beobachtet. Von hier aus steigt der Salzgehalt nach Süden, um erst jenseits 60° S wieder abzunehmen. Es trennt also ein Salzgehaltsmaximum in etwa 59° S die eisreichen hohen Breiten von den niederschlagsreichen 50er Breiten, wie folgende Tabelle zeigt:

Tab. 9. Oberflächensalzgehalt im Südpolar-Becken.

Station	130	129	131	132
Süd-Breite	64°	59°	55°	51°
S ‰	$33,88^{\times}$	$34,15$	$34,11$	$33,75^{\times}$

An der Speisung des Antarktischen Zwischenstromes sind also im Salzgehalte auch die Regengebiete der südlichen Westwindtrift beteiligt.

Der Antarktische Zwischenstrom leitet sich in seinen niedrigen Temperaturen aus dem Wasser her, das in etwa 50 bis 100 m Tiefe zwischen 54° und 64° S das Südpolaregebiet mit negativen Temperaturen erfüllt. Das Absinken dieses Wassers zum Zwischenstrom beginnt etwa in 51° S. Seinen geringeren Salzgehalt verdankt er, wie Tabelle 9 zeigt, auch den Regengebieten der südlichen Westwindtrift.

Die letzten Ausläufer des Nordatlantischen Tiefenstromes konnten wir bei unserem Südvorstoß nur bis etwa 58° S nachweisen, in der Temperatur in 300 m, im Salzgehalt in 600 m Tiefe.

Bei der südlichsten Station in 64° S fanden wir zwischen 200 und 900 m eine warme und salzreiche Zwischenschicht, die mit dem Nordatlantischen Tiefenstrom nicht zusammenhängt. Sie entspricht wohl der von Brennecke am Südrande des Weddellmeeres festgestellten Zwischenschicht, ist jedoch beträchtlich wärmer und etwas salzreicher als diese, wie folgende Gegenüberstellung lehrt:

Tab. 10. Schichtung im Süden des Südpolarmeeres.

Gebiet	Südlich Bouvet		Weddellmeer	
Station	„Meteor“-Station 130 64° S, 5° O		„Deutschland“-Station 57 70° S, $27\frac{1}{2}^{\circ}$ W	
m	t°	S ‰	t°	S ‰
0	$1,72$	$33,89^x$	$-1,77$	$33,85^x$
50	$-0,87^x$	$34,25$	$-1,77^x$	$34,33$
100	$0,14$	$34,58$	$-1,37$	$34,44$
200	1,13	$34,69$	$0,65$	$34,66$
400	$1,04$	34,70	0,68	34,68
600	$0,83$	$34,70$	—	—
1000	$0,47$	$34,69$	$0,32$	$34,68$
2000	$0,01$	$34,67^x$	$-0,10$	$34,67$
Am Boden in Tiefe von	$-0,28^x$	$34,68$	$-0,38^x$	$34,67^x$
	4500 m		4567 m	

Unsere Beobachtungen stehen mit der Annahme Brenneckes in Einklang, daß diese Zwischenschicht einer aus dem Indischen Ozean kommenden Küstenströmung ihre Entstehung verdankt. Indem wir diese Strömung näher ihrem Ursprungsgebiete schnitten, fanden wir sie naturgemäß stärker ausgeprägt als Brennecke weiter im Westen.

Infolge der Verschärfung der Chlorbestimmung konnten wir durch unsere Titrierungen den Nachweis erbringen, daß die Tiefen des Südpolarbeckens, die noch Brennecke unterhalb 400 m als vollständig homohalin ansehen mußte, eine unverkennbare Schichtung der Wassermassen aufweisen. Unsere Doppeltitrierungen führten bei den Stationen 129 und 130 zu folgendem Ergebnis:

Tab. II. Salzgehaltsschichtung im Südpolarbecken.

Tiefe m	Station 130 64° S, 5° O	Station 129 59° S, 5° E
400	34,70	34,70
600	34,70	—
700	—	34,695
800	—	34,695
1000	34,69	34,69
1200	34,685	34,68
1400	34,68	34,68
1600	34,67	34,675
2000	34,67	34,67
2500	34,67	34,67
3000	34,675	34,66
3500	34,66	34,66
4000	34,66	34,635*
4250	34,64*	—
Am Boden	(34,68)	(34,70)
in Tiefe von	4500 m	5530 m

Der Salzgehalt nimmt in der Tiefe langsam aber stetig ab und erreicht auf der einen Station in 4000 m, auf der andern in 4250 m mit 34,64 ‰ den geringsten Wert. Zum Boden hin scheint nach unseren Zahlen eine erneute Zunahme vorzuliegen, jedoch sind die mit der Stoßröhre aufgebraachten Wasserproben für diese Frage nicht beweiskräftig.

Unterhalb der warmen Zwischenschicht sinkt die Temperatur bei zunehmender Tiefe. Unterhalb 4000 m, wo $-0,33^{\circ}$ (Station 130) und $-0,53^{\circ}$ (Station 129) gemessen wurde, lassen unsere Beobachtungen eine leise Temperaturzunahme erkennen, was zu der eben erwähnten Salzgehaltzunahme stimmen würde.

Unsere Untersuchungen während des Südvorstoßes bringen neues Material zur Frage des Zusammenhangs der Atlantischen Schwelle mit Antarktika. Durch unsere beiden Lotungsprofile konnten wir zwar diese Frage nicht endgültig entscheiden. Wir fanden südlich der Bouvet-Insel ein Tiefseebecken von mehr als 5000 m und konnten beim Erreichen des südlichsten Punktes gerade noch eine Tiefenabnahme um 1000 m feststellen, welche vermutlich den Beginn des Anstieges zum Südpolarcontinent anzeigt. Jedoch bleibt die Möglichkeit offen, daß weiter westlich — etwa in der Mitte zwischen unserem und dem Lotungsprofil der „Scotia“ — eine Fortsetzung der Schwelle zum Festland existiert. Diese Frage kann endgültig nur durch ein Querprofil in etwa 64° S entschieden werden. Immerhin sprechen jetzt schon gewichtige Gründe gegen die Annahme eines solchen Zusammenhangs. Unsere Temperaturmessungen am südlichsten Punkte liefern neues Material zur ozeanographischen Prüfung dieser Frage.

Wir stellen in folgenden unsere Beobachtungen denen der „Scotia“ gegenüber:

Tab. 12. Temperaturschichtung im südlichen Südpolarmeer, südöstlich und südwestlich der Bouvetinsel.

Tiefe m	„Meteor“ 130 64° S, 5° E	„Scotia“ 421/422 68 1/2° S, 12° W
2500	- 0,15°	—
2743	—	- 0,28°
3000	- 0,34	—
3500	- 0,30	—
3658	—	- 0,33
4000	- 0,33	—
4500 (Grund)	- 0,28	- 0,28

Die beiden Temperaturreihen zeigen unterhalb 2500 m die gleiche Schichtung. Diese völlige Übereinstimmung macht es unwahrscheinlich, daß in dem dazwischenliegenden Gebiet eine das Südpolarbecken trennende Schwelle existiert.

D. Vom südlichsten Punkt bis Kapstadt.

Zum gleichen Ergebnis führt uns noch ein anderer Tatbestand. Auf dem Längsprofil nach Kapstadt fanden wir in etwa 52° S einen Rücken, der mehrfach in etwa 2800 m Tiefe gipfelt. Aus dem Vergleich der Tiefseetemperaturen zu beiden Seiten davon ergibt sich, daß diese Erhebung nach Westen im Zusammenhang steht mit der Atlantischen Schwelle. Wir nennen diese Fortsetzung der Atlantischen Schwelle den „Atlantisch-Indischen Querrücken“. Über seine Ausdehnung nach Osten läßt sich heute noch nichts Bestimmtes aussagen. Die bei Station 133 gefundene niedrige Bodentemperatur (0,21°) deutet darauf hin, daß dieser Rücken tiefere, etwa bis 4500 m reichende Durchlässe besitzt, welche Teile des Antarktischen Bodenstromes in die Kapmulde gelangen lassen.

Im weiteren Verlauf zeitigte dieses Längsprofil sehr interessante Ergebnisse über die Zirkulationsvorgänge südlich Afrikas, an denen drei Wasserarten — atlantische, indische und antarktische — teilhaben.

An der Oberfläche beobachteten wir die höchsten Werte von Temperatur und Salzgehalt nicht im Norden des Profils vor der Südspitze Afrikas, sondern etwa 300 sm südlicher an der linken Flanke des Agulhasstromes. Wir fanden diese Stromgrenze zwischen Westwindtrift und Agulhasstrom als scharfe Konvergenzlinie in etwa 41° S. Sie war als eine Stromkabelungslinie weithin sichtbar und fand ihren Ausdruck in einem ungewöhnlich scharfen Sprung der Oberflächentemperatur. Unsere elektrischen Registrierungen ergaben folgende Werte.

Tab. 13. Temperatursprung an der Stromgrenze Agulhasstrom-Westwindtrift.

6. 3. 1926. Zeit p. m.	6 ⁰⁰	6 ¹⁰	6 ²⁰	6 ³⁰	6 ⁴⁰	6 ⁵⁰	7 ⁰⁰
Oberflächentemperatur (C°)	14,1	13,4*	19,0	21,0	21,7	22,0	22,5

Innerhalb von 10 min — was einer Ortsveränderung von wenig mehr als 1 sm entsprach — sprang die Temperatur um 5,6°, in 50 Minuten

stieg sie um $9,1^\circ$! Zu beiden Seiten der Konvergenzlinie beobachteten wir östliche Stromkomponenten, in der Westwindtrift nordöstliche, im Agulhasstrom südöstliche Versetzungen, und erst bei Station 136 (38° S) trat starker Weststrom auf, der die Durchführung der ozeanographischen Serien außerordentlich erschwerte. Trotz der Luvlage wurden Draht und Instrumente von dem heftigen Strome unters Schiff getrieben, und es bedurfte fast acht Stunden, um die 5000 m tiefe Station nur bis auf 3000 m Tiefe zu absolvieren.

Somit bestätigen unsere Beobachtungen in jeder Hinsicht die Untersuchungen von A. Merz¹⁾, der aus den Stromversetzungen einen großartigen Wirbel südlich der Agulhasbank erschloß. In dieses Wirbelgebiet traten wir etwa an seinem südlichsten Punkte ein.

Tab. 14. Antarktischer Zwischenstrom und Nordatlantischer Tiefenstrom im Längsschnitt südlich Afrikas.

Gebiet		Westwindtrift			Agulhasstrom		
		132	133	134	135	136	137
Station							
Antarktischer Zwischen- strom	Temp. Minimum (C°) in Tiefe von m	1,15 150	1,83 200	2,77 1200	— —	— —	— —
	Salzgeh. Min. ($S^{0/100}$) in Tiefe von m	33,77 0	33,75 50	34,24 600	34,31 1000	34,44 800	34,45 700
Nord- atlantischer Tiefenstrom	Temp. Maximum (C°) in Tiefe von m	2,12 700	2,32 1000	2,86 1400	— —	— —	— —
	Salzgeh. Max. ($S^{0/100}$) in Tiefe von m	34,74 1500	34,76 2000	34,85 2900	34,82 2500	(34,73) (2500)	(34,75) (1800)

Das Polarwasser, das den Antarktischen Zwischenstrom speist, ist in der geringen Tiefe von 100—200 m ungewöhnlich weit nach Norden — nämlich bis 47° S (Station 133) — zu verfolgen. Dann sinkt es ziemlich unvermittelt zur Tiefe — zum eigentlichen Zwischenstrom — ab, und wir finden es in $43,5^\circ$ S (Station 134) in 1200 m Tiefe, schwach angedeutet durch ein intermediäres Minimum von $2,77^\circ$; weiter nach N kommt die Temperaturabnahme infolge seitlichen Einschubes des warmen Agulhaswassers ganz zum Verschwinden. Nur im Salzgehalt lassen sich die antarktischen Beimengen bis zum Kontinentalabfall nachweisen. Im Salzgehaltsminimum erreicht der Antarktische Zwischenstrom seine tiefste Lage mit 1000 m bei Station 135.

Der Agulhasstrom erweist sich im Querschnitt als eine tiefreichende Ansammlung warmen und salzreichen Wassers. Die Isothermen erreichen ihre tiefste Lage bei Station 136, von wo aus sie zum Kontinent ansteigen. Die rechte Flanke des Stromes ist also gekennzeichnet durch ein starkes Aufquellen kalten Tiefenwassers. Die Schrägstellung der Isolinien, die bis etwa 2500 m Tiefe nachzuweisen

¹⁾ A. Merz: Die Deutsche Atlantische Expedition usw. Sitzb. Akad. d. Wiss., Berlin 1925, XXXI, S. 573, Abb. 5.

ist, läßt auf starke westwärts gerichtete Bewegungen unmittelbar am Fuße des Kontinentalabfalls schließen.

Von dieser Warmwasseransammlung gehen offenbar auch in der Tiefe südliche Bewegungskomponenten aus, welche den Nordatlantischen Tiefenstrom verstärken. Er ist noch in $51\frac{1}{2}^{\circ}$ S in 700 m Tiefe mit einem Temperaturmaximum von $2,12^{\circ}$ und in 1500 m mit einem Salzgehaltsmaximum von $34,74\text{‰}$ von uns festgestellt; seine letzten Spuren reichen, wie bereits ausgeführt, bis 58° S. Die höchsten Werte wurden innerhalb dieses Stromes in etwa 3000 m zwischen 40° und 44° S beobachtet. Weiter nördlich — zum Kontinentalabfall hin — erreicht das Salzgehaltsmaximum — offenbar infolge der Tiefenwirkung des Agulhasstromes — nicht so hohe Werte. Aus diesen Verhältnissen gewinnt man den Eindruck, daß außerhalb des Wirkungsbereichs des Agulhasstromes — also südlich von 40° S — der Nordatlantische Tiefenstrom einen Ausläufer salzreichen und warmen Wassers zwischen 1500 und 3500 m Tiefe in den Indischen entsendet.

Ozeanographische Sonderuntersuchungen.

Von A. Schumacher.

A. Verdunstungsmessungen.

Die Verdunstungsmessungen wurden auf Profil IV und V in der im ersten Bericht (Ztschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1926 1 ff.) beschriebenen Weise fortgesetzt. Auf Profil IV (Kapstadt—Buenos Aires) beeinträchtigten starke Gegenwinde und grobe See während der ersten Hälfte der Reise die Beobachtungen etwas, später, nachdem der Kurs weiter nördlich verlegt worden war, hörten diese Störungen auf. Unerwartet günstig waren die Wetterbedingungen auf dem südlichsten Profil V, so daß in diesem bislang hinsichtlich der Verdunstung nicht bearbeiteten Gebiet fast täglich zuverlässige Messungen gewonnen werden konnten. Die Beobachtungen wurden stets über 24 Stunden ausgedehnt (meist von 8 a bis 8 a, mit kleinen Verschiebungen, die durch die morgendliche Deckreinigung bedingt sind). Die Bestimmung der Windgeschwindigkeit, der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft über dem Verdunstungswasser und der Temperatur des Verdunstungswassers erfolgt um 8 a, 11 a, 2 p, 5 p und 8 p, ferner meistens noch um 2 a. Der tägliche Gang der eben genannten Faktoren wird sich gut interpolieren lassen unter Verwendung der Aufzeichnungen des Fernregistrierthermometers und des Anemographen, die in unmittelbarer Nähe der Verdunstungsgefäße (am Flaggenstock) von den Meteorologen angebracht sind.

Von den beiden verwendeten Gefäßen (siehe den ersten Bericht, S. 46) war die einfach zylindrische Schale zunächst als „Normalgefäß“ vorgesehen, die Messungen in dem Gefäß von der bisher üblichen Form (zylindrische Schale mit langem zylindrischen Ansatz — noch für aräometrische Bestimmung des Salzgehaltes gedacht) sollten vor allem den Anschluß an die Messungen früherer Beobachter vermitteln und im

weiteren Verlauf der Expedition mehr und mehr eingeschränkt werden. Es zeigte sich jedoch, daß die Schwankungen von Temperatur und Feuchtigkeit bei der einfach geformten Schale weit größer sind als bei dem bisher gewohnten Gefäß. Dies ist natürlich für die Erlangung möglichst zuverlässiger Tagesmittel von Nachteil, außerdem entfernt sich der tägliche Gang dieser Faktoren bei dem neuen Gefäß viel weiter von dem Gang an der Wasseroberfläche als bei dem bisher benutzten. Zweckmäßigerweise wird daher auch auf „Meteor“ das von früheren Beobachtern verwendete Gefäß als „Normalgefäß“ benutzt werden. Ein grundsätzlicher unvermeidbarer Nachteil der Verdunstungsmessungen auf „Meteor“ besteht in der Störung der Beobachtungsbedingungen, die durch die wechselnden Kurse während der ozeanographischen Stationen bewirkt wird. Durch die verhältnismäßig häufigen Beobachtungstermine im Verein mit den Aufzeichnungen der benachbarten Registrierinstrumente wird versucht, diese Nachteile möglichst zu beseitigen.

Einzelwerte der Verdunstungsbeträge anzugeben, erscheint zwecklos, da eine genaue Diskussion der gewonnenen Werte unter voller Berücksichtigung der jeweiligen meteorologischen Bedingungen noch nicht möglich war.

Die seit dem ersten Bericht ausgeführten Messungen verteilen sich wie folgt:

Profil IV: Kapstadt—Buenos Aires	22	Messungen
Profil V: Buenos—Aires—Magellanstraße . . .	8	„
Kap Hoorn—Südgeorgien	11	„
Südgeorgien—Bouvet-Insel	9	„
Bouvet-Insel—Kapstadt	15	„

Gegen Ende des IV. Profils konnten an zwei Tagen vom Boot aus Anschlußmessungen der Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit dicht über der Meeresoberfläche vorgenommen werden, auf dem V. Profil an vier Tagen. Diese vier letzten Messungen verteilen sich über das ganze Profil; sie fanden statt in der Nähe der La Platamündung, südlich von Kap Hoorn unter 60° S, westlich von Südgeorgien und auf dem südlichsten von der Expedition erreichten Punkt. Die Messungen wurden in vier Höhen ausgeführt; vom Boot aus in 0,1 und 1,0 m, vom Schiff aus in 5 und 8 m Abstand vom Wasserspiegel.

Das Interferometer wurde weiterhin zur Aufarbeitung der bei den Verdunstungsmessungen aufgesammelten Wasserproben benutzt und arbeitet für diesen Zweck durchaus befriedigend. Hinsichtlich der Interferometrierung von Tiefenwasserproben ist auf Grund der neueren Erfahrungen folgendes zu sagen: Im ersten Bericht (a. a. O., S. 48) war in Anlehnung an C. P a p e ausgeführt, daß die theoretische Unsicherheit einer Ablesung am Interferometer bei Verwendung einer 4 cm langen Wasserkammer im Höchsthalle etwa $0,002\text{‰}$ Cl. betragen dürfte. Um innerhalb dieser theoretischen Fehlergrenze zu bleiben, müßte man jedoch eine schon an Land überaus langwierige Eichung durchführen. Denn es ist zu beachten, daß das Instrument mit den gegenwärtigen Abmessungen der Wasserkammern auf die eingemäßen mühelose Innehaltung einer Fehlergrenze berechnet ist, die

mindestens das Fünf- bis Sechsfache der eben genannten beträgt. Genauer hierüber wie überhaupt Einzelheiten der inzwischen in der Bordarbeit mit dem Interferometer gesammelten Erfahrungen mögen einem besonderen Bericht in einer Fachzeitschrift (Annalen der Hydrographie) vorbehalten bleiben. Besonders erwähnt sei nur, daß die Arbeiten mit dem Interferometer an Bord beträchtlich mehr Zeit erfordern als an Land. Einmal nötigt das Hin- und Herbiegen der Streifen im Interferenzbilde (infolge des Schlingerns) zu wiederholten Ablesungen (und damit auch zu wesentlich erhöhter Beanspruchung der Augen), ferner ist sehr häufig eine zeitraubende Reinigung des ganzen Interferometers erforderlich, weil bei etwas stärkerem Seegang oder bei Überliegen des Schiffes infolge Segelführung das Paraffinöl, das zum Abdichten der Wasserkammern unbedingt erforderlich ist, mit dem Temperierwasser in Verbindung gelangt, wodurch die Interferenzbilder unbrauchbar werden.

B. Stereophotogrammetrische Wellenmessungen.

Auf den beiden letzten Profilen konnten insgesamt 65 Aufnahmen gemacht werden, 23 auf Profil IV und 42 auf dem südlichsten Profil V. Die Aufnahmen wurden auf den letzten Profilen meist während der Stationen gemacht, weil dann das Schiff überaus ruhig mit dem Bug der anrollenden See entgegenliegt, so daß stärkere Spritzer erst bei recht hohem Seegang vorkommen. Die Aufnahmevorrichtung hat fast ohne jede Störung gearbeitet; nur in den südlichsten Breiten scheint der Verschluß einer Nebenkammer vorübergehend unter dem großen Temperaturunterschied zwischen dem Aufbewahrungsraum und der freien Luft gelitten zu haben.

Eine große Enttäuschung hinsichtlich der Wellenaufnahmen bereitete jedoch das auf Profil V vorherrschende ruhige Wetter, das alle anderen wissenschaftlichen Arbeiten sehr begünstigte. Dies Profil führte durch die für Wellenaufnahmen interessantesten Gebiete, die während der ganzen Expedition berührt wurden, z. B. das Schelfgebiet vor Patagonien und die Agulhasbank (hier war auf Gelegenheit zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Wassertiefe und Wellenform gerechnet worden), ferner besonders in die Kap Hoorn-Regionen. Der Apparat war daher vom Berichtersteller für das Profil V bewußt geschont worden. Auf dem Patagonischen Schelf blieb jedoch „Meteor“ — in diesem Zusammenhang muß man sagen „leider“ — von wirklich stürmischem Wetter völlig verschont, und bei der Annäherung an die Agulhasbank wirkte der für diese Meeresgegend charakteristische überaus rasche Wechsel zwischen sichtigem Wetter und Nebel für die Wellenaufnahmen sehr störend. Der Umschlag vom trockenen heiteren Wetter zum nässenden Nebel erfolgte mehrfach ganz unerwartet schnell während des Heißens der Aufnahmevorrichtung. Südlich von Kap Hoorn gelang es wenigstens, während des einzigen hier erlebten stürmischen Tages die See in mehreren Entwicklungsstufen an einem und demselben Ort aufzunehmen. Zu erwähnen sind noch die stereophotogrammetrischen Aufnahmen einer Anzahl Eisberge, die zu diesem Zweck auf geringen Abstand (200 m und weniger) angesteuert wurden.

Einige der auf der Überfahrt Wilhelmshaven—Buenos Aires gemachten Aufnahmen sind inzwischen von der Luftbild-Stereographik G. m. b. H., München, mit dem Stereoplanigraphen der Firma Carl Zeiss ausgewertet worden. Je nach der Höhe der Wellen und der dadurch bedingten Vereinfachung der Darstellung enthalten die Pläne (im Maßstab 1 : 500 gezeichnet) Schichtlinien von 10 zu 10 cm oder 20 zu 20 cm Abstand. Die Tiefe des trapezförmigen Meßfeldes beträgt bei der gewöhnlichen Ausbringung, unter der Fockrahe, rund 170 m, die Breite an der vorderen Grenze rund 60 m, an der hinteren Grenze etwa 190 m. Für die Aufnahmen solcher Wellen, bei denen auf einem Schiff von der Größe des „Meteor“ mit Rücksicht auf die Schiffsbewegungen mit dem Stereoapparat überhaupt gearbeitet werden kann, reichen diese Dimensionen des Meßfeldes aus. Die Größe der jeweils auszumessenden Wasserfläche beträgt beiläufig reichlich 2 ha.

Über technische Einzelheiten sei auch hier auf einen demnächst in den „Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie“ erscheinenden Aufsatz des Berichterstatters verwiesen.

Bericht über die biologischen Arbeiten.

Von E. Hentschel.

Die Profile I und III hatten die Westwindtrift nach ihrem biologischen Charakter sehr deutlich zur Anschauung gebracht. Die Profile IV und V liegen nördlich und südlich außerhalb dieses Gebietes und stehen deshalb in einem gewissen Gegensatz zu ihm. Dieser Gegensatz kommt unmittelbar anschaulich in dem Verhalten der treibenden Riesentange zur Geltung, die auf I und III so reichlich vorhanden waren, auf IV und V streng genommen fehlten. In der Tat fanden sich die Tange auf IV nur in unmittelbarer Nähe der afrikanischen Küste, auf Profil V wohl an den Küsten von Patagonien und Feuerland, sowie dicht bei Südgeorgien, doch auf offener See nur da, wo das Profil zuletzt, nordwärts verlaufend, zwischen 40° und 50° die Breiten der Profile I und III wieder durchschneidet.

Derselbe Gegensatz läßt sich bei dem mit der Zentrifuge gewonnenen Plankton darin erkennen, daß im Norden und Süden je ein bestimmter Organismenotyp entschieden vorherrscht, im Norden die Coccolithophoriden, im Süden die Diatomeen, während im Zwischengebiet, im Bereiche der Westwindtrift, beide sich mischen und nur undeutlich ein dritter Typus, der der nackten Geißeltierchen (Zooflagellaten, Chrysomonadinen, Gymnodinien), etwas mehr hervortreten scheint.

Naturgemäß stehen aber andererseits Profil IV und V in einem scharfen Gegensatz zueinander. Das warme Wasser des Nordens und das kalte des Südens, 20 Breitengrade voneinander entfernt, und in den für die Planktonproduktion bedeutsamsten Oberschichten durch die Westwindtrift gewissermaßen voneinander abgeschnitten, sind grundverschieden bevölkert. In dem schon erwähnten Gegensatz von Cocco-

lithophoridenplankton und Diatomeenplankton kommt das qualitativ, in der außerordentlich großen Planktondichte im Süden gegenüber dem Norden kommt es quantitativ zum Ausdruck. Während für die Tiefen oberhalb von 100 m auf Profil IV gewöhnlich 100 ccm Wasser zur Untersuchung kamen, genügten auf Profil V 30 ccm vollkommen.

Ein Unterschied liegt auch insofern vor, als die Bevölkerung des Profils IV in den oberen Wasserschichten viel gleichmäßiger erscheint als die von Profil V. Wenn schon auf diesem die Diatomeen im allgemeinen den Bevölkerungscharakter bestimmten, so herrschten sie doch nicht überall gleich stark vor. Ja, von Deception Island bis etwa zur Umbiegung der Fahrtlinie nach Osten ist die Diatomeenvegetation durch ein reiches Plankton von Geißeltierchen in den Hintergrund gedrängt. Am reinsten ausgeprägt erscheint sie östlich von Südgeorgien bis etwa halbwegs zur Bouvetinsel. Westlich von Südgeorgien tritt mit außerordentlich hohen Werten die einzige in diesen Südbreiten noch vorkommende Coccolithophoride (*Pontosphaera Huxleyi*) hervor.

Die notgedrungene Annäherung des Profils IV an das nördlich davon gelegene Profil II kommt naturgemäß in einer gewissen Ähnlichkeit der Planktonbevölkerung in beiden, zumal im Westen, zum Ausdruck. Und dennoch besteht ein deutlicher Unterschied in der Planktonverteilung. Auf dem südlichen Profil IV dringt eine verhältnismäßig reiche Planktonproduktion bis zu 1000 oder selbst 2000 m Tiefe hinab; auf Profil II tritt schon etwa bei 200 oder 300 m Tiefe große Armut ein. Die Annäherung der Westteile der beiden Profile aneinander hat also den Vorteil mit sich gebracht, daß eine scharfe biologische Grenze, deren Vorhandensein schon lange bekannt war, besonders sicher durch Unterschiede in der Planktondichte bestimmt werden konnte. Sie liegt hier bei etwa 30° S.

Das Plankton in größeren und größten Tiefen entspricht durchaus dem auf den anderen Profilen beobachteten, und die früher mitgeteilte Erscheinung einer Gesamtzunahme nach Süden trifft augenscheinlich auch für das Profil V noch zu. Von den bezeichnendsten Tiefenformen werden hier stellenweise auffallend hohe Werte erreicht. Sehr bemerkenswert ist ferner die Tatsache, daß auf diesem Profil das Tiefenwasser sehr reich an leeren Diatomeenschalen ist.

Wie auf dem Profil III machte sich auch auf V der Übertritt in den Bereich des Agulhasstroms sehr deutlich und plötzlich geltend. Die zahlreichen und untersuchten Proben von Küstenplankton aus den patagonisch-feuerländischen Gewässern und von den antarktischen Inseln gaben eine große Mannigfaltigkeit von Planktonbildern.

Dieselben Erscheinungen, welche hier auf Grund des Zentrifugenplanktons in großen Zügen dargelegt wurden, kamen naturgemäß auch bei den Netzfängen mehr oder weniger zur Geltung. Insbesondere der Diatomeenreichtum auf Profil V war sehr auffallend. Das Plankton bildete infolge davon in den Netzen oft dichte braune Massen. Wegen dieser hohen Planktondichte wurde auch das Verfahren der Sedimentation in Standzylindern auf dem ganzen Profil ausgiebig angewandt. Es wurden dazu Wasserproben von 4 Litern aus 0,50, 100 und 200 m Tiefe verwandt, in Küstengewässern auch solche von 1 bis 2 Litern.

Oft geben solche Proben schon für das Auge recht charakteristische Planktonbilder.

Aus den Ergebnissen der Oberflächenbeobachtungen ist das Verhalten der treibenden Tange bereits erwähnt worden. Der Ähnlichkeit der beiden Profile in diesem Punkte stehen in den meisten anderen naturgemäß bedeutende Unterschiede gegenüber. Nur das regelmäßige Vorkommen der weißen Albatrosse (*Diomedea*) war noch beiden — wie auch dem Zwischengebiet — gemeinsam. Das Vogelleben auf dem Südprofil war durch verschiedene antarktische Sturmvogelarten, z. B. die Riesensturmvögel, ausgezeichnet. In der Nähe von Land traten Pinguine oft massenhaft auf. Bei den Walfaktoreien fanden sich ungeheure Scharen von Vögeln, wie Möven, Kaptauben und andere Sturmvögel. Während auf Profil IV Wale selten waren, wurden auf Profil V, das ja bekannte Walstationen berührte, häufig große Wale, meist Blauwale und Buckelwale, gelegentlich auch kleinere Arten und Delphine beobachtet. Wirbellose Tiere der Oberfläche kamen auf Profil V abseits der Küsten so gut wie gar nicht vor. Auf Profil IV traten Blasenquallen (*Physalia*) Ende November vereinzelt, vom 5. bis 7. Dezember in einem zusammenhängenden, doch nicht starken Schwarme auf. Nur einmal (7. Dezember) wurden fliegende Fische gesehen. In den Küstengebieten des südlichen Südamerika zwischen La Plata und Kap Hoorn war das Tierleben reich und auch das Pflanzenleben durch treibende Riesentange auffallend. Vögel, besonders Dominikanermöven, gelegentlich ein Wal, ein Hai, ein Seelöwe, Delphine, Tang, Schwärme kleiner Krebse belebten die Meeresoberfläche. Sehr merkwürdig war in diesen Gegenden die große Zahl der auf See hinausgetriebenen Insekten.

In betreff des Tier- und Pflanzenlebens des Festlandes und der Inseln bot die Reise von Rio Grande do Sul bis zu den Südshetlands mit ihren Zwischenstationen und einschließlich der Inlandsreisen durch die Pampa nach den Anden und der Sierra de la Ventana viel Interessantes. Sie brachte sehr lebendig zur Anschauung sowohl den Übergang von den Subtropen bis zum Polargebiet wie auch die merkwürdig weite Ausbreitung gewisser Tierformen in der Nord-Südrichtung, eine Folge der weiten Nord-Süderstreckung von Steppe und Gebirge in Südamerika.

Mit Profil V ist der außertropische Südteil der Expedition abgeschlossen. Zusammenfassungen über die biologischen Verhältnisse des ganzen Gebietes konnten bisher nur in geringem Umfange ausgeführt werden. Vorläufige Berechnungen und graphische Darstellungen für zwei, die Profile I bis V durchschneidende Nord-Südschnitte lassen keine unmittelbare Abhängigkeit der Organismenverteilung von den einzelnen physikalischen und chemischen Faktoren, wohl aber sehr deutlich eine solche von den Tiefenströmungen erkennen, und zwar in dem Sinne, daß „altem“ Wasser, welches schon lange die Oberflächenschichten des Meeres verlassen hat, Planktonarmut, „jungem“ Wasser Planktonreichtum entspricht.

Bericht über die geologischen Arbeiten.

Von Otto Pratje.

Während ich in dem ersten Bericht weniger über Ergebnisse als über Apparate und Methoden berichten konnte, liegt jetzt nach dem V. Profil ein abgeschlossenes Arbeitsgebiet vor uns. Der Süd-atlantische Ozean südlich 25° S ist abgefahren worden, und ich kann nun neben den rein technischen Fragen der Untersuchungen schon einige allgemeinere Anschauungen geben, soweit sie sich in der Kürze der Zeit an Bord bereits aus den Arbeiten herauschälen ließen.

Die auf den ersten drei Profilen benutzten Stoßröhren haben sich weiter bewährt, und wenn auch bisher die größte Länge nicht über 94 cm hinausgebracht werden konnte, so ist sie doch mit 93 cm fast wieder erreicht worden. Die erreichbare Länge hängt sehr von der Bodenbeschaffenheit ab, doch bieten eigentlich alle Tiefseemulden die Möglichkeit, weiche Sedimente anzutreffen. So stammen Längen von über 80 cm sowohl aus der Brasilianischen wie aus der Argentinischen Mulde, aus der Atlantisch-antarktischen Mulde und aus der Kapmulde. Es sind meist weiche tonige Massen, während die organogenen Sedimente dem Eindringen der Stoßröhren größeren Widerstand entgegenzusetzen. Dies gilt ebenso für die reinen Globigerinenschlamm wie vor allen Dingen für die Diatomeenschlamm, die geradezu filzig sind und auch nachher schlecht in den Röhren haften. Dank der unteren Fallklappen an den Stoßröhren sind wir fast immer vor dem Herausfallen der Proben bewahrt geblieben. In einem Falle floß das überstehende Bodenwasser beim Herauskommen aus dem Meere nach unten ab, obgleich der Grundprobenkern unten in der Röhre steckte.

Die Tiefseebodengreifer, die besonders auf dem Schelf und auf Untiefen mit Erfolg benutzt wurden, kamen gelegentlich mit sehr reicher Probe wieder herauf. Acht Liter Sediment auf einmal war bisher die größte Menge, hierbei war der Greifer fast bis oben gefüllt. Andererseits wurden auch größere Steine hier und dort erzielt, die für die Stoßröhren nur ein Hindernis gewesen wären.

Deutliche Schichtung in den Proben war am häufigsten in der Kapmulde ausgebildet. Ihr entspricht eine sprungweise Änderung des Kalkgehaltes. Nach gründlicher mikroskopischer Prüfung der Proben hoffe ich über die Ursachen der Schichtung in diesem Gebiete, die sich schon jetzt nach den Borduntersuchungen bei den verschiedenen Proben als regelmäßig erwiesen hat, Vermutungen aussprechen zu können.

Die Frage des Kalkgehalts der eupelagischen Sedimente ist viel umstritten worden, besonders das Für und Wider des Tiefeneinflusses. Ich habe gerade dieser Frage besondere Beachtung geschenkt, und es scheint sich zu zeigen, daß die Tiefe nur einen Faktor der zusammengesetzten Erscheinung darstellt, und daß man daher auf statistischem Wege für größere Gebiete nicht zum Ziele gelangt. Eine besondere Rolle spielen neben dem Plankton die Meeresströmungen mit ihren verschiedenen Wasserarten, ungleich in bezug auf Temperatur und Gasgehalt, und die sie wieder einschneidend beeinflussenden Erhebungen des Meeresbodens. Ich kann jetzt umgekehrt mit gutem Erfolge in

vielen Fällen den Kalkgehalt der Proben dazu verwerten, um auf Erhebungen, auf absperrende Höhenzüge oder auf Rinnen zu schließen, wozu man bisher allein die Bodentemperaturen benutzen konnte. Es ist erfreulich, daß dieser Fragenkomplex schon jetzt derartige Schlüsse zuläßt.

Ein weiteres Mittel, um Rückschlüsse auf das Relief zu machen, ist in der Korngrößenverteilung gegeben. Schon in dem ersten Bericht dieser Zeitschrift konnte ich andeuten, daß zwischen der Korngrößenverteilung, die durch die für diese Zwecke abgeänderte Atterbergsche Schlämmung ermittelt wird, und dem Relief am Meeresboden Beziehungen zu bestehen scheinen. Diese Vermutung hat sich bestätigt; die Beziehungen sind vorhanden, und die Methode reicht anscheinend aus, sie zu erfassen. In den südlichen Breiten, im Eisberggebiet treten jedoch durch das Abschmelzen der gelegentlich schuttbeladenen Eisberge neue Komponenten hinzu, die das reine Sedimentationsbild verschleiern. Wie viel das Eis zu tragen vermag, hatte ich einmal Gelegenheit nachzuprüfen, indem wir eine schuttdurchsetzte Eisscholle, die östlich von Süd-Georgien im Ozean trieb, an Bord nahmen. Sie enthielt 16 ccm Sediment auf einen Liter Eis, also reichlich $1\frac{1}{2}$ v. H. Schutt. Es handelte sich hierbei nur um feineres Material, gröberes fehlte ganz. Da aber viele Eisberge völlig frei von Moränenschutt und Staub sind, so kann diese Zahl nicht als Durchschnittswert gelten, sondern stellt eher eine der Höchstgrenze näherliegende Zahl dar, die uns immerhin einen Begriff von der Größenordnung der Schuttmengen gibt.

Zur Beschreibung der frischen und feuchten Proben wurde ihre Farbe nach der Ostwaldschen Farbtonleiter festgestellt. Die Farben aller bisher gefundenen Proben vom grünen Glaukonitsand bis zum roten Tiefseeton gehen nicht über einen Quadranten des Farbkreises hinaus; für die übrigen drei Quadranten sind noch keine Beispiele bekannt geworden.

Über die Sedimentationsgeschwindigkeit lassen sich noch keine Zahlen geben, weil die Auswertung der biologischen Beobachtungen noch nicht erfolgen konnte. Wohl aber sind zwei schöne Beispiele für Sedimentationsunterbrechung durch Strömungen bekannt geworden. Das eine betrifft die Agulhasbank, wo kaum etwas Sand auf dem festen Fels lag, das zweite beobachteten wir in der Drakestraße, zwischen Kap Horn und der Antarktis, wo trotz der bedeutenden Tiefen festes Gestein und nur ganz dünne Sedimentbedeckung angetroffen wurde. Also auch hier muß fast alles feine Material durch Strömungen hinweggeführt werden.

In bezug auf die Verteilung der Sedimente sind die im ersten Bericht erwähnten Abweichungen gegenüber unserer bisherigen Kenntnis bestätigt worden. Das früher angenommene Globigerinenschlammgebiet im Südosten von Südamerika ist nicht vorhanden, ebenso scheint das für die Drakestraße zu gelten. Marin-glaziale Ablagerungen nehmen ihren Platz ein. Das Diatomeenschlammgebiet ist im großen ganzen richtig angegeben, wenn auch die Grenzlinie an vielen Stellen eine neue Lage erhalten wird. Das eigentümliche Vordringen dieses Sedimentes im Süden von Afrika (vgl. die Karte in Andréé, Geologie des Meeres-

bodens II) ist, wie wir später sehen werden, topographisch bedingt. Ebenso gibt es einige überraschende Stellen mit Globigerinenschlamm innerhalb des Diatomeenfeldes, die ebenfalls durch die Bodengestaltung ihre Erklärung finden. Überall ist eine Abhängigkeit von der Bodengestaltung festzustellen, die, wenn auch nicht in der gleichen Art, so doch ebenso bedeutsam für die Sedimentation ist, wie auf dem Lande.

Die Wichtigkeit des Echolotes hat Oberleutnant von Re cum, der diese Lotungen leitet, in dem die Arbeitsweise beschreibenden ersten Bericht bereits hervorgehoben. Nach wie vor leisten die Apparate Vorzügliches und die dauernde Vergleichsmöglichkeit mit den Drahtlotungen schließt jeden Zweifel an dem einwandfreien und gleichmäßigen Arbeiten dieser Lotmethode aus. Auf den von uns abgefahrenen Schnitten haben wir jetzt eine sehr ausführliche Linie der Oberflächengestaltung des Meeresbodens, aber die dazwischenliegenden Gebiete von doch immerhin 500 bis 800 km Breite geben uns mit den früheren spärlichen Lotungen nur sehr wenige Punkte. Deshalb ist es mit Schwierigkeiten verknüpft, die Höhen und Senken der einzelnen Profile miteinander in Beziehung zu bringen. Erst unter Zuhilfenahme der Kalkgehalte, der Schlämmungsergebnisse und nicht zuletzt der ozeanographischen Faktoren, besonders der Bodentemperaturen, und nach Prüfung auf geologisch-morphologische Gesichtspunkte hin, ist ein Bild entstanden, das nicht unwesentlich von dem bisherigen abweicht und von dem hier die wichtigsten morphologischen Ergebnisse zusammengefaßt seien.

Das von uns durchfahrene Gebiet beginnt mit 25° S und reicht von dort bis in die Antarktis, es beginnt also mit dem Süden der brasilianischen und Kongomulde und umfaßt alle bedeutenden Becken und Schwellen des Südatlantischen. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß das Relief der Rücken viel unruhiger und bewegter ist, als man angenommen hat. Die Mulden sind dagegen außerordentlich gleichmäßig eben und erinnern dabei an die großen Tiefebene der Kontinente. Die Brasilmulde steht nahe der Küste durch eine bedeutende und über 4000 m tiefe Straße mit der Argentinischen Mulde in Verbindung. Erst östlich dieser Straße erhebt sich das Massiv des Rio Grandrückens mit stark zerteilter Oberfläche. Von ihm führt wahrscheinlich in etwa 3500 m Tiefe eine Verbindung zur mittelatlantischen Schwelle hinüber. Hier glaubte man früher eine Pforte annehmen zu müssen, jedoch alle indirekten Beweise wie Kalkgehalt und Bodentemperaturen sprechen für die Verbindung, so daß sie als wahrscheinlich gelten kann.

Die Argentinische Mulde hat einen sehr gleichmäßigen Boden von meist über 5000 m, der sich ganz allmählich gegen die Falklandsinseln senkt, um hier am Schelfrand die größten Tiefen von über 6000 m zu erreichen. Eine schmalere Tiefe zieht am Südantillenbogen entlang, wahrscheinlich als Verbindung zur Atlantisch-antarktischen Mulde und erreicht nordwestlich der Sandwich-Gruppe in der „Südsandwichtiefe“ über 8000 m. Die Breite dieser Absenkung in Tiefen von über 6000 m betrug an der von uns überquerten Stelle rund 150 km, an beiden Seiten vollzog sich der Anstieg verhältnismäßig rasch. Die Dinklagebank haben wir ebensowenig wie die „Deutschland“ gefunden; nach der ganzen Gestaltung erscheint mir eine Untiefe an jener Stelle

nicht wahrscheinlich. Gleich östlich von der großen Tiefe taucht eine Erhebung auf, deren Zusammenhänge noch unbekannt sind. Möglicherweise ist es ein isolierter Vulkan, denn eine höhere Verbindung mit der mittelatlantischen Schwelle ist der Kalkgehalte und Strömungen wegen nicht sehr wahrscheinlich.

Der vielumstrittene Südantillenbogen dürfte jetzt wohl eine weitere erhebliche Stütze in der Bodengestaltung gefunden haben; sein Nordast scheint nördlicher zu liegen, als man bisher annahm. Eine wesentliche Schwierigkeit lag in der Rhinebank, die auf den Karten im Südosten der Burdwoodbank vor der Ostspitze des Feuerlandes eingezeichnet war. Nachdem wir dort auf der Position der Bank Tiefen von über 4500 m bei gutem Besteck gefunden haben, liegt die Vermutung nahe, daß die alte Ortsbestimmung der Bank falsch war, daß sie also vielleicht näher an die große Bank heran gehört. Die Tiefen über 3000 m zwischen den Shagfelsen und den Falklandsinseln einerseits und Südgeorgien andererseits gehören noch in die innere Senke des Bogens; er selber läuft von den Falklandsinseln nach Südgeorgien, und seine größten Tiefen dürften um 3000 bis 3500 m betragen, während nördlich bis über 6000 m und südlich 5000 m gefunden wurden. Der Rücken zeigt sich deutlich in seiner absperrenden Wirkung in den Tiefentemperaturen, die in diesem Südteil der argentinischen Mulde auffallend hoch sind. (Vgl. den ozeanographischen Bericht in diesem Hefte.) Die Fortsetzung zwischen Südgeorgien und der Sandwichgruppe wurde von uns zweimal gekreuzt und als schmaler Rücken festgestellt, der in etwa 2400 m Tiefe kulminiert. Dicht davor liegt im Nordosten der bereits erwähnte Südsandwichgraben. Der südliche Teil des Bogens ist bekannt und die Verbindung über die Orkaden durch die Lotungen der „Deutschland“ festgestellt.

Der östliche Teil des vom Südantillenbogen eingeschlossenen Gebietes bei den Sandwich-Inseln ist zunächst ziemlich gleichförmig zwischen 3000 m und 4000 m tief. Erst westlich der Linie Orkaden—Shagfelsen nimmt die Tiefe zu, und zwar sind es mehrere Rücken, die als Hauptrichtung etwa NO—SW haben und zwischen denen recht schmale Mulden bleiben, während die Rücken sich gegen den Stillen Ozean verbreitern ohne an Höhe (fast 3500 m Tiefe) abzunehmen. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß von den Anden nördlich der Magellanstraße eine flache untermeerische Schwelle zu dem nordsüdlich gerichteten Teile des antarktischen Kontinents hinüberzieht; das starke Ausbuchten des amerikanischen Schelfes an der Südwestecke deutet darauf hin. Da keinerlei Lotungen bisher vorliegen, ist es eine reine Vermutung, die gern eine Parallele zu den an anderen Stellen der Erde wiederholt beobachteten Aufspaltungen und Ausbiegungen von Faltengebirgen hier finden möchte; denn als Faltengebirgszug möchte ich den Südantillenbogen auffassen. Die tiefe Zone vor den Falkland-Inseln, die Tiefe vor der Sandwich-Gruppe und die tiefe Mulde vor den antarktischen Inseln deuten auf die Faltennatur hin, ganz abgesehen von der äußeren Form und dem inneren Bau. Die rein geologischen Beobachtungen drängten immer einheitlicher zu dieser Auffassung hin, wie O. Nordenskjöld wiederholt betont hat. Unsere Beobachtungen fügen weitere neue Punkte hinzu.

Über die Südsandwich-Tiefe und das östlich anschließende Gebiet hinweg steht die Argentinische Mulde mit der Atlantisch-antarktischen Mulde in Verbindung, die sich quer vor den antarktischen Kontinent legt und ihre größten Tiefen am Nordrande aufzuweisen hat, soweit diese bis jetzt bekannt sind. Ob von dem mittelatlantischen Rücken eine sich vielleicht nur wenig erhebende Schwelle zum antarktischen Kontinent hinüberzieht, haben wir nicht feststellen können. Schott trat früher für die Einheitlichkeit des Beckens ein, und auch unsere ozeanographischen Befunde (s. die Arbeit von Wüst) lassen dies vermuten. Das Becken findet seinen Abschluß an dem von v. Drygalski beschriebenen Kerguelen-Gaußbrücken.

Das Rückgrat des Atlantischen Ozeans, die Mittelatlantische Schwelle, die West und Ost bis zur ebengenannten Antarktischen Mulde trennt, hat ein stark bewegtes Relief. Im Norden unseres Gebietes steigt der Rücken in stetem Auf und Nieder von beiden Seiten her ziemlich gleichmäßig an und kulminiert in zwei durch ein rund 1000 m tiefes Tal getrennten Bergen. Dieses Bild bleibt im wesentlichen das gleiche, bis in der Breite der Gough-Insel eine Verbreiterung des höheren Teiles des Rückens eintritt und die bisherige Gebirgskette an den Westrand rückt, während die Goughinsel und das Südende des Walfischrückens die Ostgrenze bilden. Weiter südlich (auf etwa 50° S) hat sich die Westkette losgelöst und das Schwergewicht ist auf die Ostkette übergegangen, mit der nun der Walfischrücken völlig verschmolzen ist. Die so vorbereitete Umbiegung nach Osten erfolgt westlich der Bouvetinsel und bei ihr selbst, wo sich der Atlantisch-indische Querrücken ansetzt mit einer Reihe von Höhenzügen, die bis auf weniger als 3000 m Tiefe aufragen. Der Querrücken zieht gegen die Crozet-Insel, scheint aber vorher bis auf über 4500 m unterzutauchen. Die Abbiegung der Mittelatlantischen Schwelle nach Osten erfolgt auffälligerweise in den gleichen Breiten wie die der Gebirge Südamerikas im Südantillenbogen.

Wie sich von Westen her der Rio Grande-Rücken an die Mittelatlantische Schwelle anschließt, so kommt von Osten her der Walfischrücken und trennt die Kongomulde von der Kapmulde. In seiner morphologischen Natur ist dieser Rücken etwas ganz anderes als jener, Jener ist ein Massiv mit einer flacheren Schwelle. Dieser ist ein langer gerader Rücken, zeitweilig niedriger werdend, aber immer wieder auftauchend. Er reicht von der afrikanischen Küste über rund 30 Breitengrade nach SW. Zwischen 30° und 35° S wird er in zwei Ketten aufgespalten, doch scheint diese Aufspaltung nur vorübergehender Natur zu sein. Wegen seiner gestreckten Form möchte ich den Walfischrücken als Falte deuten, auf der sich vulkanische Einflüsse geltend machen.

Die früher mehr oder weniger als einheitlich aufgefaßte Kapmulde muß meines Erachtens morphologisch in zwei Mulden zerlegt werden, wenn auch kein ausgesprochener Rücken zwischen ihnen hindurchgeht. Doch wie zwischen der Argentinischen und Antarktischen Mulde nur einzelne Aufragungen und geringe Verflachungen die Grenze bilden, so schiebt sich auch hier eine trennende Zone ein, die mit der Meteorbank und dem westlich gelegenen Bouvetrücken beginnt

und nach Nordosten hinzieht. Die Tiefen über 5000 m nehmen nur noch einen ganz geringen Raum ein, die Bank auf 15° W und 40° S liegt in dieser Zone, und anschließend bleiben die Tiefen bis zur afrikanischen Küste geringer als im Nordwesten und im Südosten davon. Obgleich es kein einheitliches Gebilde ist, sind dennoch gewisse Ähnlichkeiten mit dem Verlauf und der Ausbildung des Walfischrückens vorhanden, und so möchte ich hier von einer Kapschwelle sprechen, welche die nördliche Kapmulde von der südlichen trennt. Eine weitere Berechtigung für diese Grenzlinie ist in der oben aufgeführten Sedimentations-Eigentümlichkeit der nördlichen Mulde, in der Schichtung, zu sehen, die in der Südmulde nicht ihre Fortsetzung findet.

Die südliche Kapmulde wird im Norden nicht unmittelbar von der Agulhasbank begrenzt, sondern von einem untermeerischen Höhenzug, der parallel zu den Gebirgen des südlichen Kaplandes verläuft. Die größten Tiefen liegen wieder nicht in der Mitte der Mulde, sondern sind an den Anstieg gegen die Crozet-Bank verlagert. Eine Pforte von über 4000 m Tiefe scheint von hier zur Atlantisch-antarktischen Mulde hinüberzuführen und den Atlantisch-indischen Querrücken zu unterbrechen.

Überblickt man die Bodengestaltung unseres Gebietes, so ergibt sich, daß alle Mulden miteinander durch ziemlich tiefe, aber oft nicht breite Straßen in Verbindung stehen, die über 4000 m erreichen; beim Walfischrückens sind die Pforten anscheinend nur bis um 3500 m tief. Von der Brasilmulde führt der Durchlaß westlich des Rio Grandrückens vorbei. Die argentinische und antarktische Mulde scheinen zusammenzugehören, die Einengung erfolgt durch den Südantillenbogen und das von ihm eingeschlossene Meer. Westlich der Crozet-Insel führt anscheinend eine Straße zur südlichen Kapmulde, die ihrerseits in enger Beziehung zur nördlichen Kapmulde steht. Diese Geosynklinalen — wenn man die Mulden so auffassen kann — sind rings von Erhebungen umgeben.

Wenn trotz der vielen neuen Lotungen vieles Kombination bleiben muß, so haben wir doch gegenüber den früheren Vermutungen eine größere Wahrscheinlichkeit in unseren Auffassungen über den Aufbau des Südatlantischen Ozeans gewinnen können.

Zur Geologie der Küsten und Häfen.

Auf der afrikanischen Seite des Atlantischen Ozeans liefen wir bisher nur Kapstadt an, dessen Umgebung geologisch recht gut bekannt ist. Vorzüglich aufgeschlossen ist der Kontakt zwischen den altpaläozoischen Malmsburyschichten und dem Granit am Strande von Seat-Point, der über den Sattel des „Löwenkopfes“ und am Fuße des Tafelberges vorbeizieht. Außerdem kann man deutlich auf weite Strecken die Auflagerung des Tafelberg-Sandsteines auf den vorher genannten Granit an der Küste der Halbinsel und am Gipfel des „Löwenkopfes“ verfolgen. Für die Bewegungen des Landes scheint eine etwa 150 m hohe Terrasse mit Geröllen, Strandwällen und Schnecken- und Muschelschalen auf dem Kap der Guten Hoffnung zu sprechen, wie ich auf den verschiedenen Fahrten ins Land immer wieder zwischen 100 und 150 m Einebnungsflächen gefunden habe, die allem Anschein nach einem System angehören.

In Südamerika besuchten wir als neuen Hafen Rio Grande do Sul im südlichsten Brasilien an einer ausgesprochenen Nehrungsküste, wo die Lagunen von Dünenstreifen abgeschlossen sind, die bereits im Staate Santa Catharina ihren Anfang nehmen und im großen das Bild fortsetzen, das uns auf der Insel Santa Catharina entgegengetreten ist. Die nehrungsbildenden Kräfte sind hier noch außerordentlich stark tätig. Mit großer Mühe wird für Rio Grande durch große Molenbauten eine Durchfahrt freigehalten und vor dem südwärts wandernden Sande geschützt.

Ebenfalls sandig war die Landschaft bei Puerto Madryn im Chubut von Argentinien. Der natürliche Hafen, der große Golfo Nuevo, ist eine tektonisch entstandene Senke innerhalb der patagonischen Molasse, die auch den größten Teil der hier als Buschsteppe ausgebildeten patagonischen Pampa bildet. Nur im Tale des Flusses Chubut ist durch künstliche Bewässerung ein ertragreiches Gartenland geschaffen worden. Dieses wasserarme Gebiet, dem die Anden die ganze Feuchtigkeit der vom Stillen Ozean kommenden Winde entziehen, erstreckt sich durch ganz Patagonien hinunter bis zum Feuerland, wo wir erst innerhalb des Gebirges nördlich von Punta Arenas Buchenwälder mit der antarktischen und immergrünen Buche antrafen. In der Umgebung von Punta Arenas ist eine typische Moränenlandschaft der diluvialen Eiszeit ausgebildet, die im Gebirge selber ihre Fortsetzung in den glazial ausgebildeten Tälern findet. Auch dort, wo heute noch in den Tälern Gletscher liegen, ist festzustellen, daß diese nur einen Bruchteil der früheren Eismenge darstellen. Daß die Verminderung des Eises nicht jüngsten Datums sein kann, geht daraus hervor, daß der Buchenurwald die alten Moränenwälle besiedelt hat und nun bis an das Eis heranreicht. Gletscherschliffe und Rundhöcker vervollständigen das Bild einer glazial umgestalteten Landschaft. Bei Ushuaia sahen wir den von O. Nordenskjöld bereits erwähnten Terrassenrest in etwa 10 m Höhe. Im allgemeinen waren jedoch vom fahrenden Schiffe aus an den Ufern der Inseln des Feuerlandes keine Terrassen festzustellen, im Gegenteil, die Fjorde und Täler erweckten den Eindruck einer untergetauchten Landschaft. Beim Durchqueren der Andenzonen in den Kanälen zeigten sich die wechselnden Gesteinszonen deutlich in den Formen und Farben der Berge. Besonders hervortretend waren die Basaltdecken und -kuppen am Ausgange der Ponsonby-Bucht in den Stillen Ozean, in denen Höhlen und Gänge in Meereshöhe zu sehen waren. Hohe und steile Kliffe wiesen die Inseln der Hermitengruppe auf, die in dem gewaltigen Steilabfall des Kaps Hoorn ihren Höhepunkt erreichten.

Auch die Südshetland-Inseln können uns meist nur durch die Formen der stark vergletscherten Inseln Anhalt für ihren Aufbau geben. Die Nordenskjöld'schen Inselantarktiden finden ihre Kulmination in der Livingston-Insel, die, wenn auch stark verschneit und vergletschert, doch deutliche Hochgebirgsformen eines Faltengebirges zeigt. Die nach NO anschließenden Greenwiche-, Roberts- und Nelson-Inseln waren, soweit es immer wieder auftretende und die Sicht verfinsternde Schneeböen erkennen ließen, bedeutend flacher und mit urglasförmigen Inlandeisdecken bedeckt. Nur hier und dort ragten nahe

dem Ufer einige Felsen als Nunataker heraus, alles andere waren mit steilen Gletscherstirnen endende Eismassen.

An der Nordseite vorgelagert liegt die auf den Seekarten als Tafelinsel bezeichnete und für die Ansteuerung wichtige Insel, die deutlich die säulige Anordnung eines vulkanischen, wahrscheinlich basaltischen Gesteines zeigt. Ganz eigene Formen hatte unser Hafen, die Deceptioninsel, aufzuweisen. Es ist ein verhältnismäßig junger Krater, in den durch eine Scharte in der südlichen Tuffwand das Meer eingedrungen ist, so daß es den Krater erfüllt. Die Kraterwände bestehen aus Tuffen und Lavamassen und senden an vielen Stellen noch Fumarolen aus. Sie sind, wie man es in gleichmäßigen, lockeren Gesteinen häufig findet, eigentümlich regelmäßig durch Schmelzwässer gefurcht, und diese Rinnen werden in dem dunklen Material durch den darin liegenden weißen Schnee auffällig betont. Große Teile der Kraterwände sind von Gletschern bedeckt, die an einer Stelle noch eine größere Menge Toteis einer früheren stärkeren Vergletscherung einschließen.

Am Nordostende der Bransfield-Straße zwischen den Inseln und dem antarktischen Festlande trafen wir auf die westlichsten Ausläufer der Gruppe der Elefanteninseln: die Aspland- und O'Brien-Insel (siehe Tafel 7). Sie scheinen nicht aus vulkanischem Material aufgebaut zu sein, sondern nur aus aufgerichteten, gefalteten Schiefen und Grauwacken zu bestehen, soweit ich es beim Vorüberfahren mit dem Glas erkennen konnte.

Auf Südgeorgien haben sich leider trotz eifrigstem Suchen keine neuen Versteinerungen beibringen lassen. Die bisherigen Beobachtungen können im allgemeinen bestätigt werden; nur die von Thüra ch nach den Handstücken der Moltke-Expedition aufgestellte Gliederung in der Nähe der Royalbucht konnte leider nicht nachgeprüft werden, da nur ein Trupp für magnetische Messungen gelandet wurde. Die Hauptfaltungsrichtung nach Norden muß insofern abgeändert werden, als sie nur im nördlichsten Teil so verläuft und mit der Biegung der Insel nach Süden sich allmählich in West—Ostrichtung umwandelt. Die noch heute vorhandene starke Vergletscherung der Insel ist nur ein Bruchteil der früheren, denn hier sind ebenfalls die jetzt eisfreien Täler glazial umgestaltet, haben U-form, enthalten Rundhöcker, Moränen und auf den Talstufen Seen.

Als letztes Land trafen wir die Bouvet-Insel. Es war unten leidlich sichtbar; eine Wolkendecke hing bis weit herunter und ließ nur wenig mehr als den Steilabfall frei. Auch hier wechselten sich Tuffe und Lavalagen ab. Das Nordkap, das Kap Valdivia, wurde aus fächerförmig angeordneten Basaltsäulen gebildet, an deren Fuß im Meeresspiegel sich von der Brandung ausgewaschene Höhlungen und Galerien hinzogen. An der Nordseite kam das Eis nur im Posadowsky-Gletscher bis ins Meer, während die Hauptmenge an der Steilwand abbrach. An der Ostseite scheint das Eis tiefer zu reichen. Dicht nördlich von der Nordwestecke traten von Zeit zu Zeit Rauchwolken auf, die wohl auf Fumarolen zurückzuführen sind und auf den Einfluß der Brandung an dem heißen Gestein. Wie auf der Deception-Insel hatten sich einige Flechten und Moose als erste Vorläufer einer Vegetation angesiedelt.

Nun noch ein Wort über die Eisberge, obgleich sie nicht unmittelbar zu den Küsten und Häfen gehören. Kapitän Spieß hat in seinem Reisebericht bereits einiges über die Berge und ihre Häufigkeit gesagt, so daß ich nur wenig anzuschließen brauche. Schelfeis im Sinne Drygalski's haben wir weder bei den Shetlandinseln noch sonstwo angetroffen. Wohl saßen einige Eisberge hier und dort auf dem Schelf fest, doch zu großen Eisansammlungen hatten sie keine Veranlassung gegeben. Die Berge hatten sehr verschiedenes Aussehen. Selten enthielten sie Staub und Schutt; eine Scholle mit Bänderung aus Staub- und Blasenlagen abwechselnd mit klaren und dadurch dunkel erscheinendem Eis wurde aufgefischt und, wie oben berichtet, aufgetaut und auf ihren Inhalt untersucht. Sonst waren die meisten Eisberge rein, obenauf weiß; an den Bruchkanten, in den Grotten und Höhlen, und wenn sie stark abgeschmolzen waren, leuchteten sie intensiv blau. Große Felder, bis über 800 m lang und 30 bis 60 und mehr Meter hoch, hatten häufig eine ebene, schwach geneigte Oberfläche. Eine Brandungshohlkehle war rings herum eingeschnitten; bei ungleichmäßigem Abtauen oder einseitigem Abbrechen war die Oberfläche stark schräg gestellt worden, und die alte Brandungshohlkehle zeigte noch das sprunghafte der Lagerungsveränderung an. Manchmal hatte die Schwerpunktsveränderung bis zum völligen Wälzen des Eisberges geführt, man erkannte es an der häufig gut sichtbaren Schichtung und Bänderung, sowie an der Form. Die bizarrsten von uns gesichteten Formen gehörten zu solchen gewälzten Bergen. Da die Brandung Teile des aufragenden Eises über dem Meeresspiegel zerstörte und in Spaltenzonen besonders rasch voran konnte, so konnten wir wiederholt Eisberge antreffen, die aus zwei auf dem gleichen Sockel aufsitzenden Blöcken oder Wänden mit einer breiten Furche zwischen sich bestanden. Diese Zerstörung der über dem Wasser befindlichen Teile erleichterte häufig die Eismassen so, daß der Eisberg gleichmäßig auftaucht und dann eine mehr oder weniger breite Terrasse zeigt. Gelegentlich ging der Abbau so weit, daß nur gerundete Formen wie die „Blaueisberge“ Drygalski's zu sehen waren. Ein bald längerer, bald kürzerer Schweif von Eisbrocken in Leeseite der Eisberge deutete darauf hin, daß die Vernichtung recht rasch vorangeht. Eine besondere Eigentümlichkeit der von uns beobachteten Eisberge war die, daß sie herdenweise auftraten, sowohl näher dem Lande wie auch draußen auf dem Ozean. Voraussichtlich findet diese Erscheinung ihre Erklärung in einem gelegentlich stärkeren Lostösen der Berge wohl durch Stürme und dem dadurch bedingten Wasserstau.

Bericht über die chemischen Arbeiten.

Von H. Wattenberg.

Auf den Profilen IV und V blieben Anlage und Ausführung bei den chemischen Untersuchungen im großen und ganzen dieselben, wie sie sich auf den ersten drei Profilen bewährt hatten. Nur beim Sammeln der Wasserproben für die Edelmetallbestim-

mung und in der Methode der Alkalinitätsbestimmungen traten wesentliche Änderungen ein.

Herr Geheimrat Haber machte nämlich in einer brieflichen Mitteilung darauf aufmerksam, daß neuere Untersuchungen über den Goldgehalt von Fluß- und Meerwasser es wahrscheinlich erscheinen lassen, daß dieses Metall in vergleichsweise groben Partikeln verteilt ist, derart, daß eine einzige geschöpfte Zweiliter-Wasserprobe nicht den wahren Durchschnittswert, sondern ein zufälliges Resultat geben würde. Auf diese Anregung hin wurden deshalb von der Oberfläche auf jeder Station acht Proben zu je 2 l geschöpft. Für die Tiefenproben setzte natürlich das Fassungsvermögen der Wasserschöpfer eine Grenze, doch konnte immerhin — nach Vereinbarung mit den Ozeanographen und den Biologen — der Gesamthalt von zwei Vierliter-Wasserschöpfern auf jeder Station für diese Proben verwandt werden. Aus einem Schöpfer wurden jeweils drei Flaschen gefüllt. Bei drei Proben ist es schon sehr wahrscheinlich, daß der Mittelwert der Analysen dem wahren Durchschnittsgehalt an der betreffenden Meeresstelle nahekommt. Bei den acht Zweiliter-Proben der Oberfläche liegen die Verhältnisse noch günstiger.

Der eine Schöpfer befand sich am Ende der ersten Serie, in 800 bis 1000 m Tiefe, der andere am Ende der zweiten Serie in 2000 bis 2500 m oder in der größten erreichten Tiefe am Ende der dritten Serie. Es bekam hier ein um das andere Mal der Biologe das Wasser aus einer dieser Tiefen für seine Zentrifugenproben.

Die Alkalinitätsbestimmungen waren auf den ersten Profilen, wie berichtet, nach der in der Meereskunde üblichen jodometrischen Methode von Ruppin ausgeführt worden. Diese hat sich infolge der Bequemlichkeit, dieselbe Lösung wie zur Sauerstofftitration benutzen zu können, besonders eingebürgert, obwohl sie, worauf schon Fox¹⁾ hingewiesen hat, mit gewissen Fehlerquellen behaftet ist.

Nun muß aber zum Nachweis einer Kalkanreicherung oder -verarmung in verschiedenen Meeresgebieten eine größere Genauigkeit angestrebt werden, als sie mit dieser Methode an Bord zu erreichen ist. Denn Brennecke, der seine Bestimmungen im Südatlantischen nach derselben Methode ausgeführt hat, fand innerhalb seiner Fehlergrenzen für die Alkalinität im allgemeinen keine eindeutige Abweichung von der Proportionalität mit dem Salzgehalt. Die Ergebnisse der bisherigen jodometrischen Bestimmungen an Bord des „Meteor“ lassen ein ähnliches Resultat erwarten. Deshalb wurde die von Fox empfohlene Rücktitration der Salzsäure mit $n/20$ Baryumhydroxyd mit allen an Bord möglichen Kautelen angewandt. Durch Benutzung von besonders fein unterteilten Büretten, die die $\frac{1}{100}$ ccm genau zu schätzen gestatten, durch Auswahl eines sehr scharf umschlagenden neuen Indikators, Neueinstellung der Barytlösung vor jeder Titrationsreihe, Doppelbestimmungen von jeder Probe, wurde der Gesamtfehler auf etwa 1% heruntergedrückt; das ist eine fünfmal größere Genauigkeit, als sie seinerzeit Brennecke auf der „Deutschland“ erreichte.

¹⁾ Publ. de circ. Nr. 44.

Die Sauerstoff-, Wasserstoffionenkonzentration-, Phosphorsäure- und Kohlensäurebestimmungen wurden wieder in der bisherigen Weise ausgeführt.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die auf den verschiedenen Abschnitten von Profil IV und V ausgeführten chemischen Untersuchungen.

Tabelle 1.

Fahrtstrecke	Sauerstoff	H-ionen- konzentration	Phosphorsäure	Kohlensäure	Alkalinität	Edelmetallproben
Profil IV						
Kapstadt—Rio Grande . .	362	403	248	75	—	154
Profil V						
Längsprofil durch La Plata	80	74	27	—	—	41
Längsprofil am patagon. Schelf	61	63	23	6	—	7
Drakestraße	139	174	51	6	—	92
Hauptprofil in 55° S . .	184	256	67	32	17	147
Längsprofil, Südl. Punkt—Kapstadt	136	201	54	—	20	91

Vorläufige Ergebnisse.

Bei Abschluß des vorigen Berichts und auf den ersten Profilen war alle verfügbare Zeit für die Ausarbeitung der Methoden, Anlernung der Laboranten usw. in Anspruch genommen, daß damals nur sehr kursorische Mitteilungen über wenige sich sofort aufdrängende Ergebnisse gegeben werden konnten. Auf den folgenden Profilen begann neben den laufenden Untersuchungen die Bearbeitung vor allem des Materials der Sauerstofftitrationen, da hier am ehesten Resultate auch unabhängig von den Ergebnissen der Biologie und Geologie zu erwarten waren. Die Bearbeitung geschah zunächst in Vertikalkurven. Das hat einerseits den Vorteil, daß man aus dem Kurvenzug herausfallende Werte sofort erkennen und den Fehlerquellen nachgehen kann. (Meistens stellten sich solche Werte in Übereinstimmung mit der Prüfung der Ozeanographen — durch die Beziehung zwischen Temperatur und Salzgehalt — als durch verfälschte Wasserproben bedingt heraus.) Andererseits sieht man aus dem Kurvenverlauf sofort die Lage von Intermediären Maxima und Minima, was die Konstruktion der Querschnitte sehr erleichtert. Diese wurden im gleichen Maßstabe wie die Temperatur- und Salzgehaltsschnitte der Ozeanographen angelegt, um bequem die Ergebnisse vergleichen zu können.

Hier soll über die vorläufigen Resultate berichtet werden, die sich aus den bisher vorliegenden fünf Sauerstoffquerprofilen ableiten lassen, insbesondere darüber, welche Schlüsse sich für die atlantische Tiefen-zirkulation daraus ziehen lassen. Es kann sich nur um eine vorläufige Deutung des Materials handeln, da eine einheitliche Interpretation aller Erscheinungen begreiflicherweise noch nicht möglich ist. Die Ergebnisse stehen in sehr guter Übereinstimmung mit den Anschauungen von A. Merz über die Zirkulation im Atlantischen

Ozean und mit den neuen ozeanographischen Befunden der „Meteor-Expedition“, die in den Berichten von G. Wüst enthalten sind.

Die vier Hauptglieder der Wasserbewegung sind für das von uns bisher untersuchte Gebiet nach Merz:

1. Oberflächenstrom,
2. Antarktischer Zwischenstrom,
3. Nordatlantischer Tiefenstrom,
4. Antarktischer Bodenstrom.

Wie diese Strömungen ozeanographisch deutlich durch Salzgehalt und Temperatur charakterisiert sind, sind sie chemisch ebenso scharf erkennbar aus der Verteilung des Sauerstoffgehalts. Ja, über die ozeanographischen Ergebnisse hinaus geben die Sauerstoffschnitte schärfere Hinweise über die Grenzen der Tiefenströmungen. Die Stromgrenzen zwischen zwei in entgegengesetzter Richtung sich fortbewegenden übereinanderliegenden Wassermassen sind ausgezeichnet durch ein sehr deutlich ausgeprägtes Sauerstoffminimum, d. h. durch lange von der Oberfläche abgeschlossenes altes Wasser, in dem der Sauerstoff durch Atmung animalischen Planktons, Oxydation organischer Substanz usw. zu großem Prozentsatz verbraucht ist. An diesen Grenzen existieren Wasserschichten, die weder in der einen noch in der anderen Richtung wesentlich fortbewegt werden, wohl nicht ganz in Ruhe sind, aber nur sehr langsam aus dem relativ sauerstoffreichen Kern der Ströme ihren Sauerstoffgehalt erneuern. Auch Brennecke ist dieses Sauerstoffminimum aufgefallen, ohne daß er eine befriedigende Erklärung dafür hätte finden können, während er die Sauerstoffmaxima richtig als Charakteristika des Antarktischen Zwischenstroms und Nordatlantischen Tiefenstroms erkannt hat.

Die Ströme selbst stellen sich, wie gesagt, als intermediäre Sauerstoffmaxima dar, die in der Stromrichtung allmählich verblasen. Das wird einerseits abhängen von der Zeit, die nach ihrem Absinken verflossen ist, andererseits von ihrer räumlichen Mächtigkeit: je größer der Stromquerschnitt ist, desto langsamer wird der Sauerstoffgehalt durch Abgabe an das Grenzminimum verzehrt werden.

Es besteht ein prinzipieller, vom Standpunkt der Genesis der Strömungen aber durchaus verständlicher Unterschied gegenüber der Schichtung im Salzgehalt und in der Temperatur. Der Nordatlantische Tiefenstrom z. B. besteht aus in den nördlichen Subtropen absinkenden warmen und salzreichen Wassermassen, der Antarktische Zwischenstrom aus in etwa 50° S absinkendem kaltem und salzarmen Wasser. Im Sauerstoff sind beide als Maxima prinzipiell nicht voneinander verschieden, da sie beide beim Entstehen an der Oberfläche mit Luft gesättigt sind. Der Unterschied im Sättigungsvermögen, bedingt durch die Differenzen in Salzgehalt und Temperatur, ist hier von keinem wesentlichen Einfluß, da das Grenzminimum immer erheblich tiefer ist als der Strom mit dem geringsten Sauerstoffgehalt.

Es sollen jetzt die drei Hauptstromglieder herausgegriffen werden, und ihre Tiefenlage, ihre Grenzen und ihr Sauerstoffgehalt auf den fünf Profilen, beginnend von Süden, kurz erörtert werden. In den Tabellen werden unterschieden Westbecken und Ostbecken, da zwischen diesen

Gebieten, wie auch aus den ozeanographischen Untersuchungen hervorgeht, wesentliche Unterschiede existieren.

Tabelle 2.

Tiefenlage und Intensität des Sauerstoffmaximums des Antarktischen Zwischenstroms.

Profil	Geogr. Breite	Westbecken		Ostbecken	
		Tiefe (m)	O ₂ (ccm/l)	Tiefe (m)	O ₂ (ccm/l)
V	55° S	50	7,4—8,2	50	7,7—8,1
III	48,5° S	100—200	7,0—7,2	50—100	7,2—7,4
I	41,5° S	600	5,8—6,1	600	5,4—5,6
IV	33,5° S	900	5,6—5,8	800	5,2—5,3
II	28,5° S	800	5,1—5,2	800	4,8—5,0

Der antarktische Zwischenstrom ist auf Profil V durch ein sehr schmales und schwaches intermediäres Maximum innerhalb der an und für sich schon sehr sauerstoffreichen kalten Oberschichten in 50 bis 100 m Tiefe über das ganze Profil hin nachzuweisen. Auf Profil III liegt dieses Maximum nur wenig tiefer (50 bis 200 m) mit etwas geringerem Sauerstoffgehalt. Dann sinkt es nach I hin in größere Tiefe unter gleichzeitiger starker Abnahme des Sauerstoffgehalts, um auf IV mit 900 m die tiefste Stelle zu erreichen und nach Norden hin wieder langsam aufzusteigen.

Die Tiefenlage dieses Maximums ist, in Ost—Westrichtung betrachtet, nicht wesentlich verschieden, eine kleine Aufbiegung ist über der Atlantischen Schwelle zu beobachten, größere Unterschiede treten jedoch in der Intensität auf, die sich im Westbecken nach dem Absinken in einem in 0,2 bis 0,6 ccm/l höheren Sauerstoffgehalt als im Ostbecken ausdrückt und auf eine ungehindertere Fortbewegung westlich der Atlantischen Schwelle hindeutet.

Tabelle 3.

Tiefenlage des Sauerstoffminimums zwischen Antarktischem Zwischenstrom und Nordatlantischem Tiefenstrom.

Profil	Geogr. Breite	Westbecken	Ostbecken
		m-Tiefe	m-Tiefe
V	55° S	1000	1000
III	44,5° S	1200	1100
I	41,5° S	1400	1300
IV	33,5° S	1600	1400
II	28,5° S	1500	1400

Bei Betrachtung der Tiefenlage der Grenzschicht fällt als scheinbare Unstimmigkeit auf, daß auf den beiden südlichsten Profilen die Grenze zwischen Nordatlantischem Tiefen- und Antarktischem Tiefenstrom bei etwa 1000 m liegt, während das Sauerstoffmaximum des Zwischenstroms nur 50 bis 100 m unter der Oberfläche liegt. Aber dieses Maximum stellt offenbar nicht den Kern des Stromes dar, sondern ist bedingt durch Austausch mit den darüberliegenden sauerstoffgesättigten Oberschichten. Erst später, nach dem Absinken in

größere Tiefe, wo eine Konvektion nicht mehr stattfindet, fällt das Sauerstoffmaximum mit dem Stromkern zusammen.

Die aus den Salzgehalts- und Temperaturschnitten von G. Wüst gefolgerten Tiefenlagen der Ströme stimmen im allgemeinen gut mit den Ergebnissen der Sauerstoffschnitte überein, ebenso zeigt ein Vergleich auf 30° W mit der von A. Merz als Stromgrenze angenommenen 34,50-Isohaline sehr gute Übereinstimmung.

Tabelle 4.

Tiefenlage und Intensität des Sauerstoffmaximums des Nordatlantischen Tiefenstroms.

Profil	Geogr. Breite	Tiefe (m)	Westbecken	Ostbecken
			O ₂ (ccm/l)	O ₂ (ccm/l)
V	55° S	1300	4,2—4,6	4,5—4,6
III	48,5° S	2500	4,8—5,0	4,7
I	41,5° S	2800	4,8—5,0	5,1
IV	33,5° S	3000	5,7—5,8	5,2—5,3
II	28,5° S	3500	5,8—6,0	5,3—5,4

Der Nordatlantische Tiefenstrom besitzt den höchsten Sauerstoffgehalt und die größte Ausdehnung westlich der Atlantischen Schwelle. Östlich davon ist der Sauerstoffgehalt um bis 0,5 ccm/l niedriger, ein Beweis für das sehr langsame Vordringen infolge der Stauwirkung des Walfischrückens. Auf Profil V lassen sich seine letzten Ausläufer als sehr schwache intermediäre Maxima rudimentär in einzelnen Kernen gerade noch nachweisen.

Der zweite in der Antarktis entstehende sich nach Norden vorschiebende Strom, der Antarktische Bodenstrom, ist östlich des Südantillenbogens besonders mächtig und durch sehr hohen Sauerstoffgehalt (5,5 ccm/l) am Boden ausgezeichnet, sehr schwach dagegen innerhalb des Südantillenbogens, der, wie auch die ozeanographischen Ergebnisse zeigen, offenbar ein gegen den übrigen Ozean ziemlich abgeschlossenes Meeresbecken abtrennt.

Nach Norden zu ändert sich das Bild erheblich; im Ostbecken beschränkt der Atlantisch-Indische Querrücken ein weiteres Vordringen des Antarktischen Bodenstroms, während das westlich der Atlantischen Schwelle abgesunkene Polarwasser ungehindert nach Norden abströmt und sich durch eine über dem Boden befindliche Schicht höheren Sauerstoffgehalts zu erkennen gibt.

Übertraf auf diesen südlicheren Profilen der Sauerstoffgehalt des Antarktischen Bodenstromes weit den des Nordatlantischen Tiefenstromes, so kehrt sich auf den anschließenden nördlicheren Profilen das Verhältnis um. Jetzt ist der Nordatlantische Strom der sauerstoffreichere, unter den sich die sauerstoffärmeren Wassermassen des Bodenstromes schieben. Diese machen sich besonders bemerkbar in der westlichen Rinne zwischen Rio Grandebecken und Kontinent, doch auch im Osten des Walfischrückens tritt auf Profil II ein Zweig des Bodenstromes auf, der den Atlantisch-Indischen Querrücken umflossen oder Lücken darin durchflossen haben muß.

Bericht über die meteorologischen Arbeiten.

Von J. Reger und E. Kuhlbrodt.

Die Terminmessungen sowie die Registrierungen der meteorologischen Elemente wurden in derselben Weise, wie im ersten Bericht geschildert, auch auf Profil IV und V regelmäßig durchgeführt.

Strahlungsmessungen konnten nur ganz wenige angestellt werden; die früher erwähnten ungünstigen Faktoren waren auf den beiden Profilen in besonderem Maße vorhanden. Am Anfang von Schnitt IV gelangen an zwei Tagen drei Reihen, im Golf von Puerto Madryn dann drei Reihen, die zugleich dem Vergleich der beiden Aktinometer Michelson und Linke dienten. Der Strahlungsschreiber konnte nicht aufgestellt werden.

Die Pilotballonaufstiege entwickelten sich weiter günstig. Im Anschluß an die im ersten Bericht gegebene Zusammenstellung zeigt die nachstehende Tabelle Zahl und Höhe der auf den Schnitten IV und V gewonnenen Visierungen.

Strecke	Zeit	Zahl der Aufstiege	Mittl. Höhe m	Zahl der Aufstiege über		Größte Höhe m
				5000 m	10000 m	
Schnitt IV	12. II. bis 7. 12.	46	4030	13	4	14 800
La Plata— Magellanstraße	29. 12. „ 11. 1.	20	8860	14	7	20 250
Schnitt V	22. 1. „ 8. 3.	57	3130	11	4	14 800

Die Fahrtstrecke Buenos Aires—Punta Arenas ist besonders aufgeführt; diese Küstenfahrt von 12 Tagen zeichnete sich durch günstiges Wetter aus, so daß die hier gelungenen 20 Aufstiege die ungewöhnlich große mittlere Höhe von fast 9000 m erreichten und hierbei die bisher größte Höhe von 20 250 m erzielt wurde. Bei diesem höchsten Piloten platzte der Ballon, der mit 375 m/min aufstieg, nach fast einstündiger Anvisierung in einer räumlichen Entfernung von etwa 42 km.

Schnitt IV in 33° bis 35° S ging besonders in der ersten Hälfte unter ungünstigen Witterungs- und Bewölkungsverhältnissen vonstatten; immerhin überschreitet die erzielte mittlere Höhe 4000 m und ist fast dieselbe wie auf Schnitt II. Auf dem südlichsten Profil V herrschte, wie zu erwarten, die bisher stärkste Bewölkung; besonders die geschlossene Stratokumulusdecke war hier charakteristisch. Die erhaltenen Ballonhöhen sind aber wegen des ruhigeren Wetters besser als auf Schnitt I; auf diesem war zudem die anfänglich benutzte geringe Ballongröße ungünstig.

Im ganzen sind auf dem „Meteor“ bisher 354 Pilotballonaufstiege ausgeführt worden. Hiervon entfallen auf den südlichen Teil des Südatlantischen Ozeans (28° bis 64° S, Profile I bis V) 292 Aufstiege mit einer mittleren Höhe von 3560 m; von diesen überschritten 25 % die Höhengrenze von 5000 m, etwa 10 % erreichten 10 000 und mehr. Für

das Gebiet der Westwinde mit ihrer unbeständigen Witterung und relativ großen Windstärke ist dies ein gutes Ergebnis. Bei seiner Beurteilung ist vor allem die Tatsache zu beachten, daß gleichmäßig jeden Tag zwei Aufstiege gemacht wurden, also auch, wenn die Wolken niedrig waren, so daß eine ganze Reihe von Anschnitten nur bis zu wenigen hundert Metern Höhe vorhanden sind (nur die Tage mit anhaltendem Nebel und Regen fallen aus).

Zur Ergänzung der obigen Höhenwindmessungen dienen die Windwerte der Drachenaufstiege, von denen im ganzen jetzt 67 vorliegen. Hinzu kommen ferner die Ergebnisse der Messungen von Richtung und Stärke des Zirruszuges, der bisher an 46 Tagen bestimmt werden konnte, der Sicherheit halber vielfach in doppelten Reihen.

Durch Eintauchen der Ballone und Drachen in Wolken wurde die Höhe der unteren Wolkengrenze bisher im ganzen in 185 Fällen bei den verschiedensten Wolkenarten bestimmt und so ein wichtiges Material über die Wolkenschichtung gewonnen. Es sei erwähnt, daß auch eine größere Zahl von Wolkenphotographien erhalten wurde.

Für die Drachenaufstiege waren auf Profil IV keine günstigen Verhältnisse gegeben, es kamen deshalb nur 10 Aufstiege zustande. Im ersten Abschnitt der Fahrt war es meistens zu stürmisch, so daß immer mit den kleinen Sturmdrachen gearbeitet werden mußte. Wenn auch deren Hochlassen einigermaßen glatt geht, so ist ihr Bergen auf dem Schiff sehr schwierig. In den vom Schiff hervorgerufenen Wirbeln schlagen sie mächtig hin und her. Hinzu kommt, daß die Hilfsmannschaften auf dem glatten Deck zu wenig Halt haben und bei starkem Zuge einfach mitgerissen werden. Kommt der Drachen bei

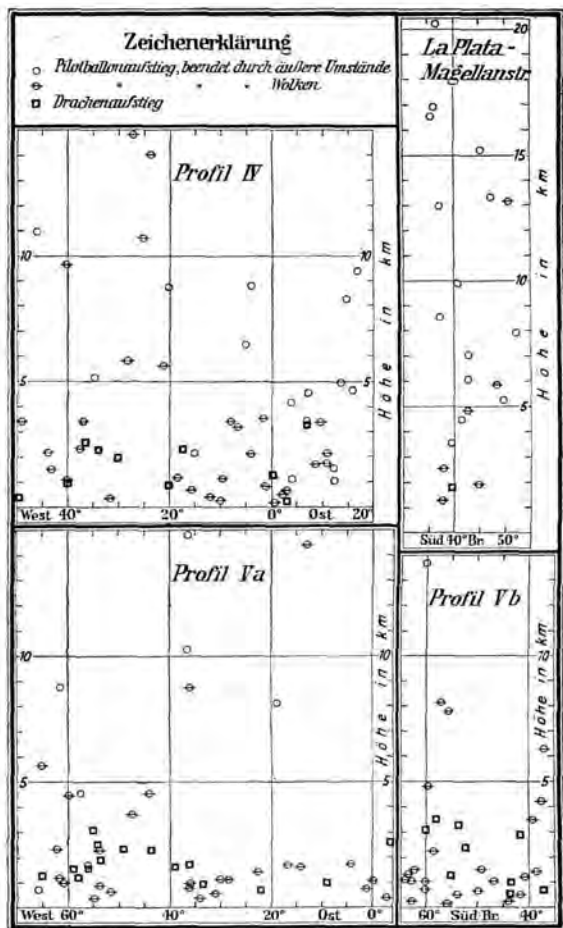


Abb. 22. Aerologische Arbeit auf Profil IV und V.

diesem Schlagen mit den Wanten oder der Heißeleine in Berührung, so ist ein Kopfsprung die gewöhnliche Folge. Bei fahrendem Schiffe reißt in diesem Falle sofort die Fesselung, doch auch bei liegendem, aber manövrierendem Schiff gibt es manchmal Verwicklung mit der Schraube, die zum Bruch führt. Um Apparate zu schonen, wurden deshalb in einigen Fällen auch Drachen ohne Instrument hochgelassen, um bei trübem Wetter wenigstens die Windverhältnisse zu bekommen.

Von 18° W an wurde das Wetter etwas günstiger, und es kamen auch noch mehrere gute Aufstiege zustande. Jedoch wurde das Schiff durch den knappen Kohlenbestand in einer Reihe von Fällen verhindert, auf die Drachenaufstiege besonders Rücksicht zu nehmen. Diese bedeuten ja immer einen Zeit- und Wegverlust. Wenn irgend angängig, mußten die Segel voll ausgenutzt werden, und bei gesetzten Segeln ist kein Drachenaufstieg möglich, im Leewirbel des Besans wird der Drachen stets in das Wasser gedrückt.

Die mittlere erreichte Höhe war 1630 m, die größte Höhe 3300 m.

Um so mehr konnte auf Schnitt V mit Drachen gearbeitet werden, so daß 25 Aufstiege gelangen, die eine mittlere Höhe von 1900 m hatten. Die größte Höhe betrug 3510 m. Hiervon fanden vier Aufstiege südlich des 60. Breitengrades statt. Sie ergaben ganz bedeutende Bodeninversionen. Ein Aufstieg, zwischen Südgeorgien und Bouvetinsel, fand annähernd im Zentrum einer Zyklone bei dichtem Nebel und Schneegestöber statt.

Diese große Anzahl von Aufstiegen wurde erreicht durch eine Änderung der Arbeitsmethode. Nach früheren Erfahrungen war es unpraktisch, während der Lotstationen Drachenaufstiege zu machen, weil bei Zwischenfällen beim Drachenaufstieg irgendwelcher Art das Schiff durch die Lotdrähte nicht klar zum Fahren ist. In manchen Fällen waren hierdurch Verluste zustande gekommen. Von den 25 Aufstiegen des Profils V wurden jedoch 15 Aufstiege wieder auf Lotstationen angestellt. Die mangelnde Sicherheit wurde nun durch eine erhöhte Drahtdimension ausgeglichen, es wurde nur mit einer Bewicklung der Trommel von 0,8 und 0,9 mm Draht gearbeitet. So kam trotz angelegener hoher Windstärken kein Abreißer zustande. Naturgemäß konnten aber auch keine Rekordhöhen erreicht werden.

Registrierballonaufstiege waren nicht möglich.

Abbildung 22 stellt ganz entsprechend wie im ersten Bericht die auf den einzelnen Schnitten mit Pilotballonen und Drachen erreichten Höhen dar. Profil V ist hierbei aufgeteilt in den im wesentlichen zonalen Schnitt Va, der in meist 55° S von 66° W bis 4° O reicht, und in den im wesentlichen meridionalen Schnitt Vb, der in dem Bereich von 4° O bis 22° O sich über die Breiten von 64° bis 37° S erstreckt.

Aus den Lotungsberichten des Kommandos.

Mitgeteilt durch die Marineleitung.

Die Leitung der Echolotungen lag auch bei den Profilen IV und V in den Händen des Oberleutnants zur See, Freiherrn v. Recum.

Zu Profil IV. Kapstadt—Rio Grande—Buenos-Aires. (Lotungsnummern 17 346—21 120; größte Tiefe 5600 m.)

Bei der Ansteuerung von Rio Grande wurde die Nelsonbank angesteuert. Sie war, wie das nach dem Passieren erhaltene Besteck ergab, in 3,8 sm Abstand nördlich von der Mitte der in der Karte angegebenen Position passiert worden, ohne daß irgendeine Tiefenabnahme gefunden worden wäre.

Die Fahrt von Rio Grande nach Buenos Aires wurde benutzt, um noch einmal nach den Untiefen westlich des Albardao-Leuchtturmes, der Pacheco-Bank und den in der Karte als fraglich eingezeichneten Felsen sowie nach der Laplace-Bank bei Kap Santa Maria zu suchen. Es wurden bei guten Bestecken auf den in der Karte eingezeichneten Positionen nirgends Anzeichen einer Bank gefunden. Nach Angabe des Hafendirektors von Rio Grande liegt der Felsen, auf den 1922 der Dampfer „Kovigno“ aufgelaufen ist, in $\varphi = 33^{\circ} 8' S$ und $\lambda = 52^{\circ} 20' W$. Ferner wurde bei der Durchfahrt zwischen der Insel Lobos und dem Festland (Pta. del Este) dauernd gelotet, da nach Aussagen eines Kapitäns in der Durchfahrt geringere Tiefen, als die Karte angibt, vorhanden sein sollten. Es wurde jedoch keine Tiefe unter 21 m gefunden.

Signal- und Atlaslot haben wieder gut gearbeitet. Da bei Seegang bzw. leerem Schiff im Signalempfänger der Empfang des Echos nicht zu hören ist, wurde durch Abfeilen des Kontaktarmes der Sendeton verlängert. Dadurch besserte sich der Echoempfang erheblich. Bei großen Tiefen hat der verlängerte Sendeton auf die Genauigkeit der Lotungen keinen bemerkenswerten Einfluß, da man gut den Einsatz des Echos messen kann.

Ein weiterer Versuch wurde noch durch Einbau eines Hörkreises im Signalapparat gemacht. Ein Kopftelephon wurde direkt mit dem Empfänger geschaltet, während das andere über das Signallot wie bisher geschaltet war. Die Tiefe wurde nunmehr durch Übereinstimmung des unmittelbar gehörten Echos mit dem Ton gemessen, der mit dem durch den Kontaktarm verstellbaren Telephon gehört wurde. Der bisherige Erfolg war befriedigend, doch müssen noch weitere Erfahrungen abgewartet werden.

Zu Profil V. Buenos Aires—Punta Arenas—Süd-Georgien—Bouvet-Insel—Vorstoß 64° Süd—Kapstadt (Lotungsnummern 21 121 bis 28 666; größte Tiefe 8050 m).

Um in vier Wachen die Lotungen durchzuführen, ist ein vierter Lotgast angelernt worden.

Signal- und Atlaslot haben ohne Störungen gearbeitet.

Bei den Lotungen in den engen Kanälen des Feuerlandes hat es sich gezeigt, daß mehrere Echos in ungleichen Abständen zu hören waren. Es war so nicht festzustellen, ob das erste Echo die Tiefe

oder die Entfernung von der nächsten Felswand anzeigte. Das Echolot ist demnach in derartig gestalteten Gewässern nur bedingt brauchbar.

Mehrfach wurde versucht, vorlich stehende Eisberge anzuloten. Selbst bei nur geringen Entfernungen bis zu 500 m war keine Echo wahrnehmbar, bis der Eisberg querab war; dabei war nur mit dem Bodensender ein Echo zu hören. Das Echo konnte verfolgt werden, bis der Eisberg etwa 4—6 Strich achteraus war.

Seit dem 24. Februar 1926 wird täglich einmal in Fahrt und auf jeder Station bei gestopptem Schiff die Häufigkeit des hörbaren Echos gemessen, um ein Bild von der Intensität zu gewinnen. Natürlich muß auch hierbei berücksichtigt werden, daß Seegang und Tiefgang des Schiffes ins Gewicht fallen.

Auf der Position der in der deutschen Adm. Karte Nr. 384 eingezeichneten Rhinebank ($\varphi = 55^{\circ} 36' S$; $\lambda = 53^{\circ} 30' W$) wurde 3640 m Tiefe gelotet und vorher und nachher keine Tiefenabnahme gefunden, die auf eine Bank in der Nähe schließen ließe.

Es ist eine 2400 m-Schwelle zwischen Süd-Georgien und der Sandwich-Gruppe festgestellt worden.

Auf $55^{\circ} 0' S$ -Breite und $28^{\circ} 0' W$ -Länge wurde ein Tiefseegraben mit Tiefen bis zu 8050 m gelotet.

Auf $55^{\circ} 0' S$ -Breite und $22^{\circ} 0' W$ -Länge wurde eine vulkanische Erhöhung mit 1860 m geringster Tiefe gefunden.

Wir haben eine neue Untiefe von 420 m auf $54^{\circ} 43' S$ -Breite und $0^{\circ} 9' O$ -Länge durch Schallotungen gefunden. Das Gebiet wurde nicht abgelotet.

Auf $54^{\circ} 34' S$ -Breite und $1^{\circ} 28' O$ -Länge ist eine Tiefseerinne mit Tiefen bis zu 5050 m festgestellt worden.

Wir haben nach den mit „Thompson“ und „Pagoda Rock“ bezeichneten Untiefen eingehend gesucht, aber nichts gefunden.

Südlich von der Bouvet-Insel wurde ein Becken mit 5500 bis 5800 m festgestellt. Auf ungefähr $63^{\circ} 50' S$ -Breite und $5^{\circ} 16' O$ -Länge wurde der Vorstoß nach Süden abgebrochen bei 4500 m Tiefe.

DIE DEUTSCHE ATLANTISCHE EXPEDITION

AUF DEM VERMESSUNGS- UND FORSCHUNGSSCHIFF

„METEOR“

III. B E R I C H T

(Profil VI—XI)

MITGETEILT DURCH DIE
NOTGEMEINSCHAFT DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT

F. SPIESS: Bericht des Expeditionsleiters.

G. WÜST: Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen.

A. SCHUMACHER: Ozeanographische Sonderuntersuchungen.

H. WATTENBERG: Bericht über die chemischen Arbeiten.

E. HENTSCHEL: Bericht über die biologischen Arbeiten.

O. PRATJE: Bericht über die geologischen Arbeiten auf den Profilen VI—VIII.

C. W. CORRENS: Bericht über die sediment-petrographischen Arbeiten auf den Profilen IX—XI.

FREIHERR VON RECUM: Bericht über die akustischen Lotungen.

J. REGER und E. KUHLBRODT: Bericht über die meteorologischen Arbeiten.

Hierzu 8 Bildertafeln und 14 Textabbildungen.

Die Berichte schließen mit Profil XI in Pernambuco Januar 1927 ab.



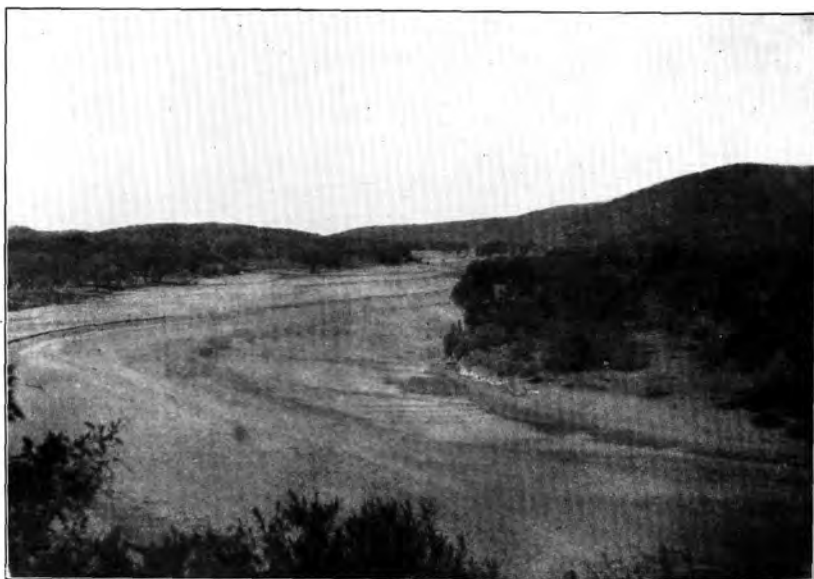
Fig. 1. Espiègle (St. Martha)-Bucht in Angola, links Morro Acacio.

Phot. Wüst.



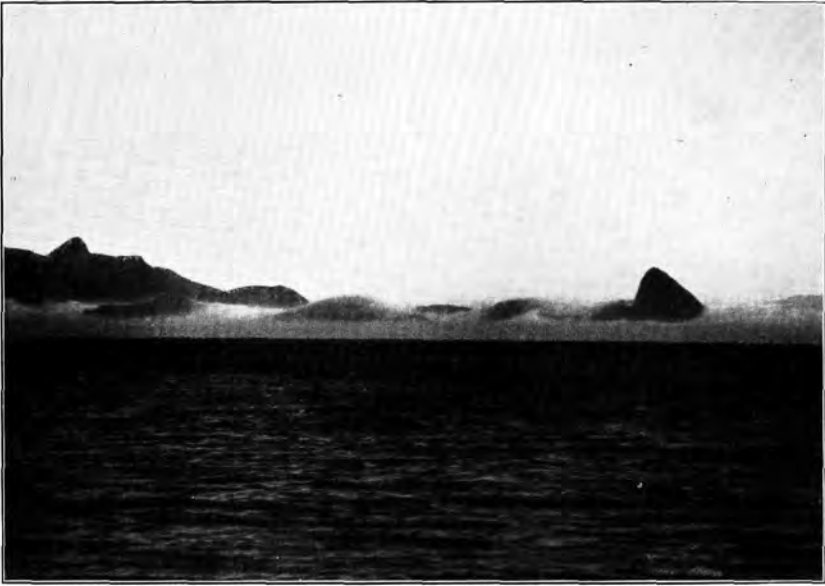
Phot. Schumacher.

Fig. 2. Große Fischbucht, Krankenhaus der größten Siedlung auf der Tigerhalbinsel.



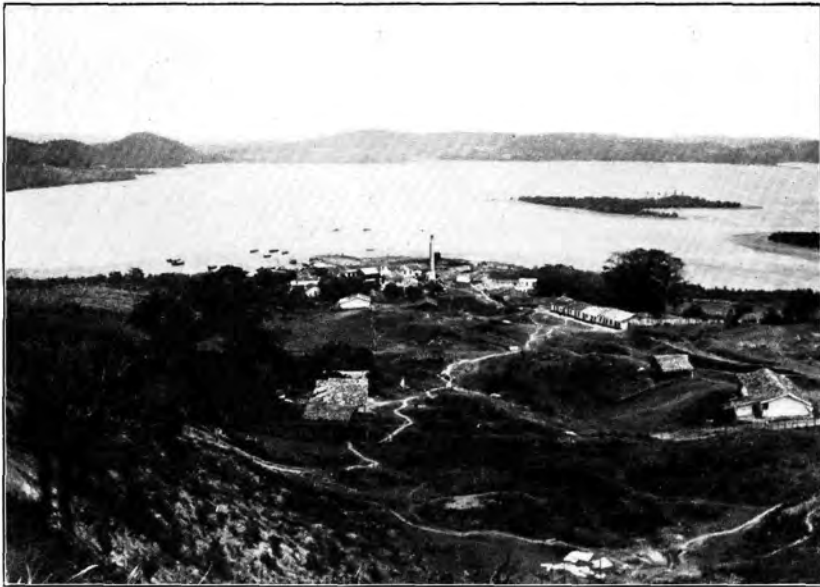
Phot. Frhr. v. Recum.

Fig. 3. Trockenes Rivier bei Farm Düsternbrook (Bezirk Windhuk).



Phot. Wattenberg.

Fig. 4. Nebelbank vor der Bucht von Rio de Janeiro.



Phot. Wüst.

Fig. 5. Bahia de Todos os Santos, innerer Teil.
Mitte: Zuckerfabrik Aratu.



Phot. Wattenberg.

Fig. 6. Fernando Noronha mit dem Pico.



Phot. Wattenberg.

Fig. 7. Jamestown auf St. Helena.



Phot. Wüst.

Fig. 8. Ascension, Green Mountain.
Im Vordergrund Wasserleitung und Anpflanzungsversuche.



Phot. Wattenberg.

Fig. 9. Ascension, Kraterlandschaft.



Phot. Wüst.

Fig. 10. Fischerdorf auf der Halbinsel von S. Paulo de Loanda.



Phot. Wüst.

Fig. 11. Bei Waterloo in Sierra Leone, Durchblick zum Rokel-River.

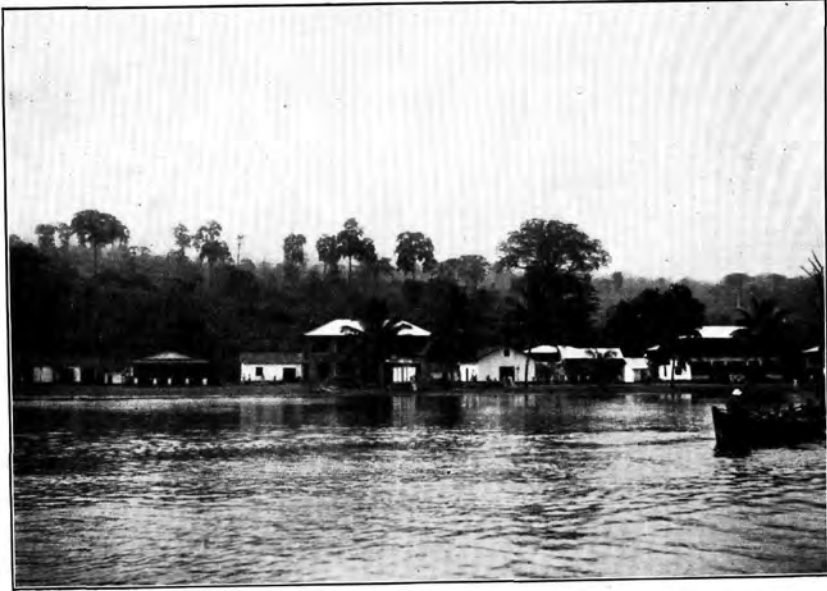


Fig. 12. San Carlos auf Fernando Poo.

Phot. Wüst.



Fig. 13. Baumarme Hochfläche (1200 m) von Moka
auf Fernando Poo, mit Missionsgebäude.

Phot. Wüst.



Phot. Kuhlbrodt.

Fig. 14. Charakteristische Stratokumulus-Decke
im Hauptgebiet des Südostpassats.



Phot. Kuhlbrodt.

Fig. 15. Haufenwolken im Bereich des Brasilstroms.

Bericht des Expeditionsleiters.

Von F. Spieß, Fregattenkapitän und Kommandant.

Der dritte Arbeitsabschnitt der Expedition umfaßt die Profilmfahrten VI bis XI, und zwar geographisch das Gebiet vom südlichen Wendekreis (Profil VII) bis zur engsten Stelle des Atlantischen Ozeans, der Verbindungslinie zwischen Kap San Roque in Brasilien und etwa den Bissagos-Inseln in Portugiesisch-Guinea (Profil IX). Siehe hierzu Abb. 1. Die Beobachtungen, welche die Dauer von neun Monaten in Anspruch nahmen, konnten dank der günstigen Witterung im Gebiete des Südost-Passates und der Kalmen programmäßig durchgeführt werden, wenn auch das Tropenklima besonders hohe Anforderungen körperlicher und seelischer Art an die Expeditionsmitglieder und die Besatzung stellte.

Im Verlauf des dritten Expeditionsabschnittes traten durch Kommandierungen von und an Bord in der Zusammensetzung des militärischen und wissenschaftlichen Stabes mehrere Veränderungen ein, die im folgenden, für den ganzen Zeitabschnitt zusammengefaßt, angegeben seien¹⁾:

1. Militärischer Stab.

Dienstgrad	Name	Dienststellung	Einschiffung	Ersatz für	Ausschiffung
Korv. Kapt.	Schunck	Erster Offizier	25. 6. 26 Rio de Janeiro	Korv. Kapt. Bender	25. 6. 26 Rio de Janeiro
Oblt. z. S.	Frhr. von Recum	Navigationsoffizier	Aufgerückt	Kapltt. Siburg	23. 3. 26 Kapstadt
Oblt. z. S.	Engelhardt	IV. Wachoffizier	2. 4. 26 Kapstadt	Oblt. z. S. Frhr. von Recum	bisher I. Wachoffizier
Ob. Steuerm.	Küchenmeister	V. Wachoffizier	31. 10. 26 Freetown	Steuermann Gampert	1. 5. 26 Walfischbucht
Ob. Sign. Gefreiter	Laubenthal	Zeichner Ozeanographie	Aufgerückt	Ob. Strm.-Mt. Hinz	11. 8. 26 Walfischbucht
Hinzu kamen					
Sign. Gefr.	Höfer	Laborant Ozeanographie	} aus der Besatzung genommen		
Sign. Gefr.	Ixmeier	Laborant Geologe			

¹⁾ Vgl. Erster Expeditionsbericht, Zeitschr. Ges. f. Erdk. 1926, S. 4 und 5.

2. Wissenschaftlicher Stab.

Name	Institut	Fach	Einschiffung	Ersatz für	Ausschiffung
Dr. Correns	Geologische Landesanstalt Berlin	Geologe	8. 10. 26 Bahia	Dr. Pratje, Geologe	9. 10. 26 Bahia
Fein- mechaniker Krüger			27. 6. 26 Rio de Janeiro	Fein- mechaniker Anton	30. 6. 26 Rio de Janeiro

Außer diesen Personalveränderungen waren seit Beginn der Expedition im ganzen 14 Unteroffiziere, Mannschaften und Zivilangestellte wegen Krankheit und Tropendienstunfähigkeit oder aus sonstigen dienstlichen Gründen in die Heimat geschickt und dafür Ersatz eingestellt worden. Zur Entlastung des Dienstes der Heizer in den Tropen wurden sechs Schwarze als Kohlentrimmer, ferner drei weitere Schwarze als Waschmänner für den Rest der Expedition angeworben.

Während die bisherigen wissenschaftlichen Berichtersteller über ihre wissenschaftlichen Arbeiten und Ergebnisse des dritten Expeditionsabschnittes berichten werden, sei im folgenden der Verlauf der Reise vom April 1926 bis Januar 1927 geschildert und die wissenschaftliche Tätigkeit am Schlusse jedes Reiseabschnittes rein zahlenmäßig zusammengestellt.

Von Kapstadt bis zur Großen Fischbucht in
Portugiesisch-Angola.

„Meteor“ war nach Beendigung der südlichsten und längsten Profifahrt durch das Antarktische Meer am 10. März 1926 zu seinem dritten Aufenthalt in Kapstadt eingelaufen. Dieser Aufenthalt sollte dazu dienen, eine längere Ruhepause einzulegen, in der das Schiff gründlich überholt und der Besatzung eine wohlverdiente Erholung ermöglicht werden sollte. Die ursprünglich auf drei Wochen festgesetzte Reparaturzeit erhöhte sich durch einen größeren Umfang der Arbeiten, als vorher zu übersehen war, auf 4 Wochen und dann weiter auf im ganzen sechs Wochen durch die lange Dauer einer Erkrankung des Expeditionsleiters. Diese Verlängerung des Aufenthalts kam einer gründlicheren Ausführung der Instandsetzungsarbeiten zugute. Die hauptsächlichsten Arbeiten, die im Hinblick auf die hohen Kosten im Ausland auf das Notwendigste beschränkt wurden, bestanden im Docken des Schiffes, Erneuerung des Bodenanstreiches, Kalfatern des Oberdecks, Umbau eines Seitensenders der Echolot-Anlage als Bodensender zur Erhöhung der Echointensität, gründlicher Überholung der außerordentlich stark beanspruchten Kessel sowie der Haupt- und Hilfsmaschinenanlage, Verbesserung der Lüftungseinrichtung sowie der Wärmeisolation gegen den Maschinenraum im Laboratorium, Zeichensaal und den Steuerbord mittleren Wohnkammern. Während der Reparaturzeit wurde den Mannschaften in weitem Maße Erholungsurlaub gewährt, den sie dank der Gastlichkeit unserer deutschen Landsleute in der landschaftlich prächtigen Umgebung Kapstadts bei einem besonders schönen, spät-

sommerlichen Klima verbringen konnten. Eine Abordnung von Offizieren, Wissenschaftlern und Mannschaften besuchte auf Einladung der Deutschen, von diesen glänzend und begeistert aufgenommen, Johannesburg und Pretoria und besichtigte die berühmten Diamantenminen dasselbst. Mehrere Expeditionsteilnehmer unternahmen unter Führung des um unsere Expedition vielfach verdienten, ortskundigen, deutschen Professors Dr. Marloth einen besonders geologisch und botanisch interessanten, mehrtägigen Ausflug in die Karru und nach Oudtshoorn

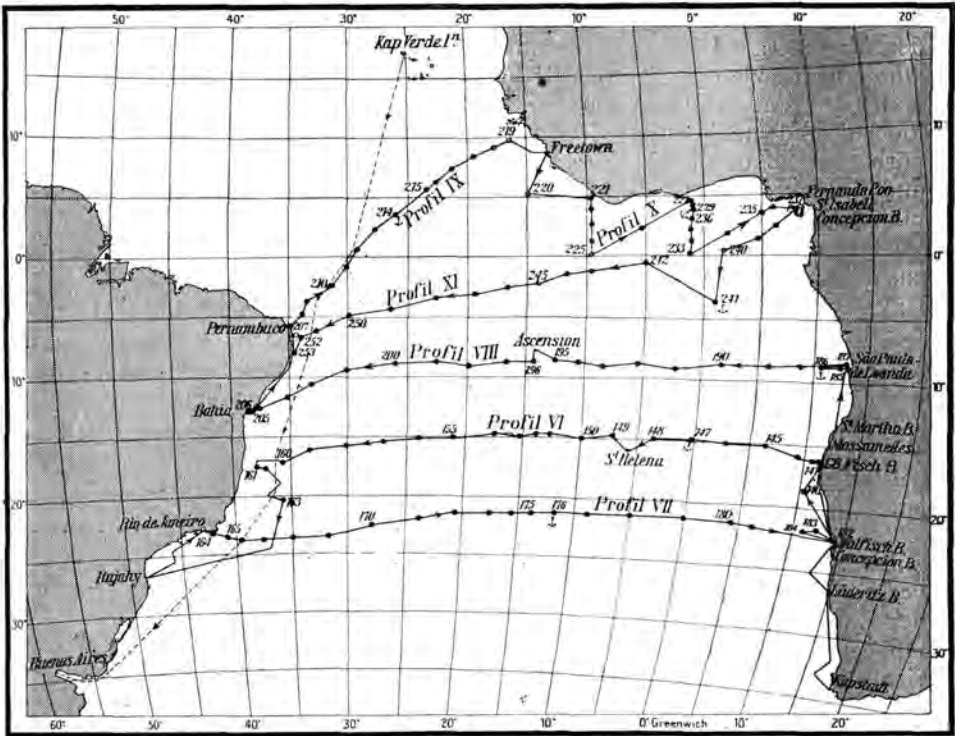


Abb. 5. Stationen des „Meteor“ auf den Profilen VI bis XI.
Die gestrichelte Linie gibt den Kurs der Ausreise.

sowie Ausflüge in die weitere Umgebung Kapstadts. Die Wissenschaftler und, soweit es der Schiffsdienst zuließ, auch die Offiziere konnten auf Einladung deutscher Landsleute in Kapstadt und seinen schönen Villenvororten wohnen, was die vorläufige Aufarbeitung des wissenschaftlichen Materials und die Berichterstattung in Ruhe ermöglichte. Allenthalben wurde wieder der Expedition das größte Interesse entgegengebracht. In Kapstadt, in Pretoria und Johannesburg wurden von den Expeditionsmitgliedern Vorträge über die Aufgaben der Expedition gehalten, sowie für die Studenten und wissenschaftlichen Vereinigungen von Stellenbosch und Kapstadt Führungen durch das Expeditionsschiff veranstaltet. Die gastliche Aufnahme durch die Spitzen der Unionsbehörden und die südafrikanische Bevölkerung, die

vielen Freundschaftsbeweise und die Herzlichkeit der Deutschen Kolonie sowie die unvergeßlichen Eindrücke einer so großartigen Gebirgs- und Küstenlandschaft, wie sie die Kap-Halbinsel im Schmuck ihrer Wälder und sommerlichen Blumenpracht in unerschöpflicher Fülle bietet, lassen uns den Aufenthalt in Kapstadt als eine der schönsten Erinnerungen der „Meteor“-Reise erscheinen. Dementsprechend herzlich war auch der Abschied von der großen Menge der Freunde, als „Meteor“ am Nachmittag des 21. April, ungefähr ein Jahr nach seiner Ausreise aus Wilhelmshaven, das gastliche Kapstadt verließ. In eindrucksvoller Schönheit, von der Abendsonne beleuchtet, grüßten zum letzten Male der Tafelberg, Löwenkopf und Teufelspik, während später in der Dunkelheit, wie eine festliche Illumination, die Flammenkette eines gewaltigen Waldbrandes an den Steilhängen der „12 Apostel“ emporloderte und noch lange leuchtete. In der Tafelbucht war am Tage vorher eine Kompensierung und Deviationsbestimmung der Kompassse und eine kurze Erprobung der gesamten Maschinenanlage vorgenommen und dann wieder in den Hafen eingelaufen worden.

In dem ursprünglichen Reiseplan war vorgesehen, von Kapstadt aus zunächst das Querprofil VI auf 23° S zwischen Walfischbucht und Rio de Janeiro von Osten nach Westen und dann das Profil VII auf 15° S zwischen den Abrolhos-Bänken und der Großen Fischbucht von Westen nach Osten abzufahren. Auf dieser letzteren Strecke hätte das Schiff voraussichtlich gegen den in dieser Breite noch stark ausgeprägten Südost-Passat andampfen müssen, während auf der Strecke Walfischbucht—Rio de Janeiro der Südost-Passat nach den Windkarten, besonders in der westlichen Hälfte des Profils, weniger stark ausgeprägt ist. Die auf Profil IV zwischen Kapstadt und Rio Grande de Sul in 34° S gesammelten Erfahrungen, die gezeigt hatten, daß das Schiff bei anhaltendem Wind und Seegang gegenan unter Steigerung des Kohlenverbrauchs viel an Fahrt verliert, führten daher zu einer Vertauschung der Profile VI und VII.

Auf dem nunmehrigen Profil VI in 15° S war ein Anlaufen der Großen Fischbucht, St. Helenas und, nach Abloten der Abrolhos-Bänke, ein Besuch der Deutschen Kolonie Blumenau bei Jtajahy beabsichtigt. Diese langen Fahrtstrecken machten eine Kohlenenergänzung in Walfischbucht und St. Helena erforderlich. Da die südafrikanische Unionsregierung unserem Besuch der ehemaligen deutschen Kolonie Südwestafrika keinerlei Schwierigkeiten entgegensetzte, wurde auch Lüderitzbucht in den Plan aufgenommen, was wertvolle vergleichende biologische, chemische und geologische Untersuchungen in der Lüderitzbucht, Walfischbucht und Großen Fischbucht ermöglichte. Auf dem Kurse von Kapstadt nach Norden wurden zunächst zwei in den Seekarten verzeichnete Untiefen mit 95 und 49 m, deren Vorhandensein und Lage als fraglich bezeichnet sind, sowie ein in der Grollschen Tiefenkarte eingezeichnetes und von ihm mit Fragezeichen versehenes isoliertes tiefes Loch von 1183 m gesucht, jedoch nicht gefunden. Die Gleichmäßigkeit der Tiefen mit der Umgebung an diesen drei Stellen lassen die Angaben als falsch erscheinen. Auf dem afrikanischen Küstenschelf wurden mehrere Grundproben genommen, von denen drei vor Walfischbucht genommene Proben stark schwefelhaltigen Schlick,

wahrscheinlich eine Folge der Verwesungsprodukte der Walverwertung, ergaben; ferner wurden Serien von Oberflächenuntersuchungen durch den Biologen vorgenommen, die durch ähnliche Untersuchungen auf den Ankerplätzen in den Buchten ergänzt wurden.

In den Morgenstunden herrschte unter der Küste viel Nebel, während nachmittags und abends das Wetter aufklarte und besonders starke, die Küstenansichten verzerrende, und bis zu dreifachen Luftspiegelungen erzeugende Strahlenbrechungen bemerkt wurden. Am 22. und 23. April herrschte fast ständig trübes Wetter und teilweise nässender Nebel, der typische Küstennebel. Die Temperatur fiel dabei allmählich von 17° auf 12°, während der Luftdruck gleichmäßig hoch blieb und der Wind ziemlich beständig aus Süd bis Südost wehte. Zwischen Lüderitzbucht und Walfischbucht war der Himmel wolkenlos, die Temperatur hielt sich auf 14° bis 16°, um in der Walfischbucht auf 20° anzusteigen, während der draußen mäßige Südsüdost-Passat sich in einen lebhaften in die Bucht wehenden Südwest-Wind änderte.

Am 24. April wurde Lüderitzbucht, am 27. April Walfischbucht angelaufen. Von dem lieblichen, in einer trostlosen Sandwüste liegenden Lüderitzort aus wurde ein Ausflug zu den Diamantfeldern von Kollmannskuppe unternommen und der von den Deutschen in wenigen Jahren entwickelte großartige Diamantenwaschbetrieb besichtigt; ein zweiter Ausflug führte uns in Booten zu der von Pinguinkolonien bevölkerten Insel Halifax. Von Walfischbucht aus folgten wir einer Einladung der Deutschen zu festlichen Veranstaltungen nach Swakopmund. An den Kriegergräbern auf dem Friedhof von Lüderitzbucht und an dem schönen Kriegerdenkmal in Swakopmund wurden von der „Meteor“-Besatzung Kränze niedergelegt. Es ist schwer, die Empfindungen wiederzugeben, die uns beim Besuch der ehemaligen deutschen Kolonie mit ihren stolzen, in dreißig Jahren mitten in der Sandwüste geschaffenen Kulturleistungen überwältigten, und die Begeisterung unserer deutschen Landsleute über den ersten Besuch eines deutschen Kriegsschiffes zu schildern. Es waren echte Festtage, festlich überall geflaggt die schmucken deutschen Häuser und festlich gestimmt die deutschen Südwester und die Besucher, wobei auch die Mandatsregierung und fremde Bevölkerung mit Takt und Verständnis und die Eingeborenen mit lautem Jubel Anteil nahmen.

Während Swakopmund als Hafenplatz aufgegeben, die Fahrwassertonnen eingezogen und die Landungsmole verfallen und versandet ist, wird jetzt Walfischbucht als Hafen mit einer Fahrrinne und Kaianlage für tiefgehende Schiffe, einer Gefrieranstalt, Getreidesilo und Transiederei energisch ausgebaut. Die Küstenbahn von Walfischbucht nach Swakopmund, auf der Dampfzüge und elektrische Trollys den manchmal infolge von Verwehungen durch Sandstürme aus Südosten unterbrochenen Verkehr vermitteln, führte eine kurz vor unserer Ankunft eingeweihte, stattliche eiserne Brücke über das breite, jetzt trockene Bett des Swakop. Nach Kohlenübernahme in Walfischbucht wurde zur Erprobung der in Kapstadt überholten Lot- und Serienmaschinen und zur Untersuchung des Ansatzes des Walfischrückens am Kontinent auf einem Punkt in 18° 47' S und 10° 43' O die Beob-

achtungsstation 140 vorgenommen und von da die Große Fischbucht angesteuert. Auf diesem Kurse konnten die Lotungen des deutschen Dampfers „Wangoni“, der angeblich südwestlich der Tigerhalbinsel eine Bank gefunden hatte, nachgeprüft und diese Nachprüfung später auf dem Wege von Walfischbucht nach São Paulo de Loanda zwischen Profil VII und VIII durch eine genaue Ablotung des Gebietes ergänzt werden. In der Großen Fischbucht wurde in der Nähe der größten Ansiedlung eine ozeanographische und biologische Station (141) gemacht und darauf eine Deviationsbestimmung nach einem an Land aufgestellten Kompaß vorgenommen. Von Walfischbucht bis zur Großen Fischbucht war wieder mäßiger Südost-Passat mit ständig von ganz niedrigen Wolken bedecktem Himmel. Die Temperatur stieg allmählich von 16° auf 20°. Bei der Einfahrt in die Große Fischbucht drehte der Wind auf Südsüdwest, und das Wetter heiterte sich auf.

Die Beobachtung der Tierwelt hatte seit dem Verlassen von Kapstadt ein Abnehmen der Sturmvögel des Südens, insbesondere der Albatrosse, mit dem Erreichen niederer Breiten ergeben. Treibender Riesentang wurde bis Lüderitzbucht beobachtet. Bei Lüderitzbucht selbst fanden sich große Bestände dieses Tanges, Scharen von Möven, besonders Dominikanermöven, und Kormoranen. Bei Walfischbucht war besonders charakteristisch die große Kolonie von Flamingos am innersten Ende der Bucht, wo auch Reste von deren Nestern gefunden wurden, und die ungeheuren Massen Kormorane, wohl über 100 000, die morgens seewärts und abends landwärts flogen. Auf der Bahnfahrt nach Swakopmund wurde an einer Stelle eine solche Ansammlung zahlloser Kormorane gefunden und im Wasser zahlreiche tellergroße Quallen beobachtet. In der Großen Fischbucht haben wir, wohl infolge unseres nur kurzen Aufenthaltes, im äußeren Teil der Bucht kein so reiches Tierleben beobachtet, wie es von Chun im „Valdivia“-Werk beschrieben ist. Besonders auffallend waren wieder die großen Flamingo-Kolonien, daneben viele andere Strandvögel, Fregattvögel und Taucher, die, senkrecht herabschießend, aus dem fischreichen Wasser der Bucht ihre Beute holten, große Scharen von Landkrabben und Quallen, sowie ein ganz außergewöhnlich großer Fischreichtum. Im ganzen bietet die Große Fischbucht noch das gleiche Bild, wie es in dem „Valdivia“-Werk geschildert ist. Die Vogelwelt hat sich mit dem weiteren Ausbau des Fischverwertungsbetriebes mehr in den südlichen Teil der Bucht zurückgezogen. Von der glänzenden Entwicklung, die in dem genannten Werke dieser zur portugiesischen Kolonie Angola gehörigen, reichen und geschützten Bucht geweissagt wurde, ist nichts eingetreten. Den heutigen Zustand möge das auf Tafel 2 beigegebene Bild des Krankenhauses veranschaulichen. Es sollen auf der ganzen Tigerhalbinsel 30 Weiße und etwa 300 Schwarze wohnen, ein Hafenmeister und ein Zollbeamter sind am Ort und eine Trinkwasserdestillieranlage ist jetzt vorhanden. Aber die Fischverwertung und die Überseeverbindung mit Mossamedes, dem Hauptumschlaghafen für die getrockneten Fische, ist noch genau so primitiv wie damals, und Verbindungen mit dem Hinterland, namentlich mit dem reichen Erzgebiet von Ovamboland, sind nicht geschaffen.

Die Arbeiten auf Profil VI von Große Fischbucht bis St. Helena.

Bei gleichmäßig günstigem Wetter und dank dem Benguelastrom angenehm kühler Temperatur wurden auf Profil VI zwischen Große Fischbucht und St. Helena acht Beobachtungsstationen (142—149) ausgeführt, von denen die Station 145 auf eine Beobachtungsstation S. M. S. „Gazelle“ fällt. Bei den in der Nähe der Küste ausgeführten Serienmessungen erschwerten die zahlreichen Feuerwalzen, ein stark phosphoreszierendes Manteltier, das sich um die Drahtlitze schlingt, das Abgleiten der Fallgewichte am Draht erheblich und machten manche Wiederholung erforderlich. Auf einer Station gingen durch einen Bedienungsfehler 4500 m Draht mit 5 Wasserschöpfern und Thermometern verloren. Nach Beendigung der Station 147 wurde auf derselben Position auf 5200 m Wasser mit zwei Ankern und 6500 m Trosse geankert und 50 Stunden lang Strommessungen in 0, 30, 700 und 2500 m Tiefe ausgeführt. Trotz Windstärke 5 bis 6 und Seegang Stärke 4 lag das Schiff dabei gut zu Anker, wie sich aus den astronomischen Bestecken ergab, so daß die Strommessungen gelangen, die noch durch sechsstündige Wiederholung der ozeanographischen Serien bis 200 m Tiefe ergänzt wurden. Als am dritten Tage Anker gelichtet wurde, hatte der Seegang auf Stärke 5 bis 6 zugenommen, und obwohl gegen die See angedampft wurde, um die Trosse zu entlasten, erhöhte sich der Zug auf dieselbe beim Einhieven durch das Stampfen des Schiffes so stark, daß das Ankerspill öfters stehen blieb. Das Dynamometer, das beim Einhieven 7 Tonnen Zug anzeigte, sprang beim Stampfen des Schiffes bis auf 10 Tonnen, die Belastungsgrenze der Trosse; diese brach kurz nach Beginn des Einhievens. Eine neue Ankertrasse wurde in Rio de Janeiro an Bord genommen. Nach den Strommessungen wurden die ozeanographischen Serien in allen Tiefen noch einmal wiederholt.

Am 14. Mai loteten wir, von Südosten kommend, den Sockel der Insel St. Helena an, legten den Steilabfall durch Lotungen auf Zickzackkursen um die Insel nach Osten und Norden hin fest und nahmen einige Bodenproben. Bereits um 2 Uhr nachts war die Insel als Schatten in Sicht gekommen, und in der Morgendämmerung bot sie das immer wieder überwältigende Bild eines aus den Fluten ragenden, einsamen, vulkanischen Felseneilandes, wie wir es von Fernando Noronha, der Gough-Insel und der Bouvet-Insel her kannten. Die steil aus dem Meer aufsteigenden, zerklüfteten Basaltwände, durchsetzt mit rötlich leuchtenden Tuffen, zeigen nur bei den wasserführenden Schichten spärliche Vegetation, während die im Innern der Insel liegenden, hohen Bergkegel, vom Passat ewig befeuchtet, mit Wäldern und üppigen Kulturen in sattem Grün bedeckt sind. Während des viertägigen Aufenthalts auf der Reede von Jamestown (Tafel 4, Fig. 6), das in ein tiefeingeschnittenes grünes Tal lieblich eingebettet ist, blieben wir von den berühmten „Rollern“ verschont und hatten Gelegenheit, die historischen Stätten bei Longwood und die landschaftlich großartigsten Punkte der Insel, Sandy-Bay-Ridge und den Highpeak, zu Pferde, zu Wagen oder zu Fuß zu besuchen. Der Gouverneur, der uns in das alte, in einem großen herrlichen Park gelegene Plantation House einlud, sowie die übrigen offiziellen Persönlichkeiten brachten der Expedition freundliches

Interesse entgegen. Trotz der bereits auch hier drohenden Kohlenknappheit überließ man uns 270 t vorzüglicher Waleskohle, nach deren Übernahme am Abend des 17. Mai ausgelaufen und der Sockel der Insel im Westen abgelotet wurde.

Von St. Helena zu den Abrolhos-Bänken.

Auch die weiteren Arbeiten auf Profil VI wurden durch gutes Wetter begünstigt. Die gute Waleskohle gestattete eine Marschgeschwindigkeit von 9 Seemeilen in der Stunde, die noch durch den gleichmäßig nach Nordwest setzenden Strom und teilweise durch Segelwind erhöht wurde. In dem zweiten Teil des Profils wurde 15 ozeanographische Stationen erledigt, deren Abstände sich jeweils nach den neu festgestellten morphologischen Verhältnissen richteten. Im ganzen wurden auf dem Profil VI 24 Stationen mit 87 Serien und 693 korrespondierenden Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt erzielt. An 39 Tagen wurden Verdunstungsmessungen vorgenommen und an 3 Tagen Vergleichsmessungen von Lufttemperatur und -feuchtigkeit vom Boot und vom Schiff aus. Im ganzen wurden 45 Drahtlotungen ausgeführt, und zwar 25mal mit der Stoßröhre von 20 mm, einmal mit der Stoßröhre von 30 mm Weite, 17mal mit dem großen Bodengreifer und zweimal mit dem Legergreifer. Mit der weiten Stoßröhre wurde eine 87 cm lange rote Tiefseetonprobe erzielt und in der Kongomulde eine auffällige Probe mit Tiefseesand gefunden. Die Grundproben wurden zum ersten Male auf Radioaktivität nach dem Verfahren des Kapstädter Geophysikers von der Lungen untersucht. Drahtlotungen und Echolotungen ergaben wiederum eine gute Übereinstimmung und eine weitere Ausdehnung der Südatlantischen Schwelle nach Osten und Westen, als bisher angenommen war. Sie stieg in 15° S bis auf 2200 m an, und im allgemeinen schwankten auf ihr die Tiefen zwischen 2300 und 2700 m. Im brasilianischen Becken wurden Tiefen von 5900 m und darüber gelotet.

Die biologischen Arbeiten wurden auf den Ankerstationen zur Untersuchung über die Veränderungen in 50 m Tiefe von 6 zu 6 Stunden ausgenutzt. Im ganzen wurden 103 Wasserproben nach Zentrifugierung untersucht und 35 Sedimentversuche gemacht, 28 Schließnetzfüge, 16 Deckwaschpumpenfüge und 4 Fänge mit dem Apsteinnetz ausgeführt.

Die gleichen Untersuchungen der Veränderungen auf den Ankerstationen bis 200 m wurden vom Chemiker ausgeführt und folgende Untersuchungen der Wasserproben aus allen Tiefen auf dem ganzen Profil vorgenommen:

1. Wasserstoffionenkonzentration	611 Bestimmungen
2. Sauerstoff	528 "
3. Phosphorsäure	323 "
4. Kohlensäuretension	36 "
5. Alkalinität	26 "

Ferner wurden 162 Flaschen geschöpft zwecks Edelmetalluntersuchung.

Außer den regelmäßigen meteorologischen Beobachtungen und Registrierungen wurden 7 Reihen Strahlungsmessungen vorgenommen. Die aerologischen Beobachtungen bestanden in 60 Pilotballonaufstiegen von 8000 m mittlerer Höhe; 36 Aufstiege überschritten 5000 m; 29 Aufstiege 10 000 m und 5 Aufstiege 15 000 m; die größte Höhe betrug 17 400 m. 18 Drachenaufstiege erreichten eine mittlere Höhe von 2300 m, die größte Höhe betrug 4870 m. 2 Registrierballonaufstiege am 19. und 20. Mai erreichten die Höhe von 14 200 m und 8300 m.

Das Pfingstfest feierten wir bei einem wolkenlosen Himmel und ruhiger See mit einem Gottesdienst, ebenso am 31. Mai den 10jährigen Gedenktag der Seeschlacht am Skagerrak durch Setzen der alten ruhmreichen Kriegsflagge im Topp und einen Vortrag des Kommandanten über den Verlauf der Schlacht. Nach Beendigung des Profils VI wurden Lotungen auf den Abrolhos-Bänken vorgenommen und zunächst die Fly-Bank, Rodgers-Bank und Sulphur-Bank durch Zickzacklinien abgelotet. Auf der Position der Fly-Bank wurde als geringste Tiefe 980 m gelotet, auf der Rodgers-Bank 46 m. Bei einem Vorstoß nach Süden wurden Tiefen von 3800 m gelotet und damit in dem Becken zwischen der Rodgers-Bank und der Abrolhos-Bank eine größere Maximaltiefe, als bekannt, festgestellt. Die weiteren Lotungen ergaben, daß die Rodgers- und Sulphur-Bank (letztere mit 48 m) wahrscheinlich auf einem gemeinsamen Sockel von 2000 m aufsitzen, der keine Verbindung mit dem Küstenschelf und der Abrolhos-Bank hat, und daß die beiden Bänke 6 bis 8 Seemeilen weiter östlich liegen, als in den Karten angegeben. Die Lotungen auf dem übrigen Gebiet der Abrolhosbänke stimmen mit den Kartentiefen überein, jedoch ergaben mehrere Grundproben, im Gegensatz zu der bisherigen Anschauung, Riffkalke aus Muschelröhrchen und Kalkalgenkrusten, die mit dem Bodengreifer als Knollen von doppelter Faustgröße heraufgebracht wurden, jedoch in keinem einzigen Falle Korallen. Der aus 2000 m Tiefe steil ansteigende Küstenschelf gestattete nicht, wie beabsichtigt, mit dem Rest der gerissenen Ankertrasse auf etwa 1000 m eine Verankerung zum Zwecke von Strommessungen vorzunehmen. Nach Süden ausholend, wurde dann die Busbrigde-Bank vergeblich gesucht und durch weitere Lotungen festgestellt, daß auch die Montague- und Jaseur-Bank, die beide gefunden wurden, auf einem gemeinsamen Sockel von 2000 m Tiefe aufsitzen, und daß sie südlicher liegen, als in den Karten angegeben.

Über die Witterungsverhältnisse auf Profil VI vom 3. Mai bis 8. Juni ist folgendes zu sagen: Der Luftdruck, welcher im Mittel über das ganze Profil 762,6 mm betrug, zeigte nur geringe unperiodische Schwankungen, die gegenüber der ausgeprägten, regelmäßigen täglichen Doppelschwankung zurücktreten. Der niedrigste Druck mit 760 mm wurde unter 6° O, der höchste mit 764 mm unter 16° W und 765 mm unter 36° W beobachtet. Mit ebenso geringen Schwankungen nahm die Temperatur von 20° an der afrikanischen Küste auf 25½° in 36° W zu. Bei weiterer Annäherung an die brasilianische Küste sank die Temperatur wieder auf 20°. Im Mittel des ganzen Profils betrug sie 22,9° bei einer relativen Feuchtigkeit von 71%. Östlich von St. Helena war überwiegend starke Bewölkung, häufig sogar eine geschlossene Wolkendecke,

während es westlich davon vielfach zum Aufheitern kam, so daß sich ein Gesamtmittel von $5\frac{1}{2}$ Zehntel Himmelsbedeckung ergibt. Dabei gab es fast täglich kleine Regenböen, deren Ergiebigkeit jedoch sehr gering war. Der meßbare Niederschlag betrug an 18 Tagen im eigentlichen Passatgebiet nur 3 mm. Erst westlich von 36° W bis zur brasilianischen Küste kam es am 3. und 8. Juni zu starken Regenschauern, die 22 und 10 mm Niederschlag brachten. Was die Windverhältnisse betrifft, so herrschte im Durchschnitt Südostpassat mit einer mittleren Stärke von 6 m/sek. Die größte Windstärke wurde am 10. Mai unter 0° Länge mit 11 m/sek beobachtet. Östlich von St. Helena machte der Passat zuweilen eine Schwenkung nach Süd und Südwest bei gleichzeitiger Abnahme an Stärke, westlich von St. Helena dagegen sprang er gelegentlich nach Ost und Ostnordost um. Von 36° W an wurde kein reiner Südostpassat mehr beobachtet, es kamen Winde aus den verschiedensten Richtungen vor.

Die Beobachtung des Tierlebens ergab auf dem Profil nur Sturm- und Oestrelata ziemlich häufig, zwei bis dreimal wurden Tropikvögel beobachtet. In der Nähe der brasilianischen Küste erschienen wieder Kaptauben und Albatrosse und näher unter Land Fregattvögel. Fliegende Fische waren fast immer vorhanden. Haie, meist von Lotsenfischen und Schiffshaltern begleitet, wurden etwa fünfmal gefangen. Delfine, kleine Wale und große Wale wurden je einmal gesehen. Auf Station 144, in der Nähe der afrikanischen Küste trafen wir viele Tintenfische, von denen einige gefangen wurden. Blasenquallen (*Physalia*) fanden sich gelegentlich auf dem ganzen Profil, doch meist nur vereinzelt und klein. Bei St. Helena gab es besonders viele Seeschwalben und einen großen Fischreichtum auf dem Ankerplatz vor Jamestown.

Von den Abrolhosbänken nach Itajahy und Rio de Janeiro.

Von den Abrolhosbänken steuerten wir auf einem Kurse, der möglichst über unausgelotetes Gebiet der Tiefsee führte und dann den Küstenschelf möglichst senkrecht schnitt, den Hafen von Itajahy an, um von dort aus einer Einladung zum Besuch der Deutschen Kolonie Blumenau, die 60 Kilometer landeinwärts am Itajahyfluß liegt, zu folgen. Auf diesem Kurse wurde noch eine ozeanographische Verbindungsstation (163) zwischen Profil VI und VII eingeschaltet und am 9. Juli in den lieblichen, inmitten einer idyllischen Landschaft gelegenen Hafen von Itajahy eingelaufen. Die an sich, namentlich in der Regenzeit, wenn der Fluß hoch geht, schwierige Einfahrt in die schmale, durch eine Barre versperrte Flußmündung, die den Hafen bildet, gestaltete sich bei sehr günstigen Wind- und Wasserverhältnissen (Hochwasser) einfach. Das Städtchen empfing uns mit Musik und dem landesüblichen Feuerwerk am Bollwerk, an dem „Meteor“, nachdem auf dem Strom geankert war, anlegte, wobei das Schiff bei Niedrigwasser auf dem weichen Schlick des Flußbettes aufsaß. Seit dem Anlaufen von Itajahy wird in jedem Hafen an Bord die Chininprophylaxe gegen Malaria angewandt. Auf dem Fluß-Raddampfer „Blumenau“ fuhren etwa dreiviertel der Besatzung, alle Wissenschaftler und die abkömm-

lichen Offiziere zu einem viertägigen Besuch der Kolonie Blumenau, der trotz der Regenzeit bis auf einen Tag von den an der Küste besonders starken Gewittern verschont blieb. Die Fahrt auf dem breiten Itajahyfluß, auf dem viele stromabwärtstreibende Wasserpflanzen (*Pontederia crassipes*) beobachtet wurden, führt zwischen üppig mit Vegetation bestandenen Ufern durch eine hügelige, abwechslungsreiche Landschaft. Weiter landeinwärts treten die Ufer und die Berge dichter zusammen, bis sich bei einer Biegung das überraschend schöne Bild einer schmucken, echt deutschen Stadt mitten im brasilianischen Urwald bietet. Die Uferterrassen am Hafen waren dicht besetzt mit einer festlich und freudig gestimmten Menge, Musikkapellen und Böllerschüsse begrüßten uns, und dann ging es im Festmarsch durch die flaggengeschmückte Stadt. Unsere deutschen Landsleute haben uns in ihrer schönen sauberen deutschen Stadt vier herrliche Tage bereitet. Das Munizip Blumenau mit seinen 72 000 deutschen Einwohnern hat Selbstverwaltung und stellt mit seinen eigenen Industrien (in erster Linie Webereien), Schulen, Kirchen und mustergültigen städtischen Anlagen, neben dem gleichfalls deutschen, benachbarten Joinville die größte deutsche Kulturleistung im brasilianischen Urwald dar. Über allen festlichen Trubel und die herzliche Gastlichkeit hinaus ist der Eindruck der stärkste geblieben, daß hier tatkräftige, arbeitsame und zähe Deutsche in ihrer Enklave deutsche Kultur und Sitten und Liebe zum Vaterland nun schon fast ein Jahrhundert lang in Treue bewahren, indem sie gleichzeitig starke Stützen und gute Staatsbürger ihrer neuen Heimat geworden sind, von denen eine große Anzahl führende Männer in der brasilianischen Verwaltung, Industrie und Wissenschaft wurden. Unsere Gastgeber begleiteten uns auf Ausflügen in die blühenden Vororte des ausgedehnten Munizips, die viele Kilometer weit im Urwaldgebiet verstreut liegen. Auch auf der Rückfahrt nach Itajahy gaben sie uns das Geleit, um das Forschungsschiff zu besichtigen. Die kleinen deutschen Kolonien in Itajahy und Brusque taten ebenfalls ihr Bestes, um dem Schiff einen gastlichen Empfang zu bereiten. Am 15. Juni nachmittags wurde bei Hochwasser aus dem Itajahyfluß ausgelaufen und bei Sonnenuntergang die Schönheit der gebirgigen und abwechslungsreichen Küstenlandschaft bewundert. Auf dem Kurse nach Rio de Janeiro suchten wir eine in der Karte als fraglich bezeichnete Untiefe mit 14 m Wasser, die jedoch bei gutem Besteck nicht gefunden wurde. Am 18. Juni standen wir in der Morgenfrühe bei dichtem Nebel vor dem Hafen von Rio de Janeiro, wie sich auch fast jeden Morgen in der Bucht der typische Nebel einstellte, der auf gutes Wetter schließen ließ und erst gegen 10 bis 11 Uhr vormittags sich wieder auflöste.

Ganz allmählich traten die bizarren Gebirgsformen, der Papageio, der Gavea, der Corcovado und der die Einfahrt beherrschende Zuckerhut aus den Wolken hervor (Tafel 3, Abb. 4). Langsam wichen die Nebel und gaben das prächtige, den Besucher immer wieder faszinierende Bild des Hafens und der weit sich dahinter ausbreitenden Guanabrabucht mit ihren zahllosen Inseln frei, deren Abschluß im Osten und Norden das trotzige Hochgebirge der Sierra dos Orgaos mit seinen zackigen hochalpinen Formen, darunter der „Finger Gottes“, bildet. Der 14tägige Aufenthalt in diesem „schönsten Hafen der Welt“

war, obwohl er in die Regenzeit fiel, vom herrlichsten Wetter begünstigt. Dank der Liebenswürdigkeit unserer Gastgeber, der deutschen Kolonie, der brasilianischen Marine und der brasilianischen Wissenschaft, wurde uns Gelegenheit gegeben, in dieser kurzen Zeit nicht nur alle die unerschöpflichen landschaftlichen Schönheiten zu bewundern, sondern auch die wissenschaftlichen Institute, die technischen und militärischen Anlagen dieser mächtig aufblühenden Stadt kennen zu lernen. Zu Ehren der Deutschen Atlantischen Expedition wurde von dem Instituto Brasileiro de Sciencias eine akademische Festsitzung in der Medizinischen Fakultät und von dem Lehrkörper eine Sitzung im Polytechnikum abgehalten, lebhaft Beziehungen zwischen den Wissenschaftlern des Schiffes und den brasilianischen Gelehrten angeknüpft, während die Marine sich in der kameradschaftlichsten Weise unserer annahm und uns ihre Schiffe, Werftanlagen, Fliegerstation und das von ehemals österreichischen Armeeeoffizieren geleitete Geodätische Institut zeigte, wobei ein Flug in einem modernen Großkampfflugzeug der Marine über den Hafen und die Stadt wohl das unvergeßlichste und schönste Erlebnis für uns bedeutete. Auf einer Reihe von Besuchen und festlichen Veranstaltungen brachten der Präsident der Republik, der Außen- und Marineminister ihre Freude über den Besuch des Schiffes zum Ausdruck und ihre Hochachtung vor den Leistungen deutscher Wissenschaft. Von den Expeditionsteilnehmern wurden verschiedene Vorträge und Führungen unserer Gäste durch das Expeditionsschiff veranstaltet. Eine kleine Verzögerung trat wieder durch die Übernahme des umfangreichen Nachschubes, der erst verspätet aus dem Zoll kam, ein. Die Hafenbehörden und die Werft zeigten im übrigen allen Wünschen und Bedürfnissen des Schiffes gegenüber das allergrößte Entgegenkommen.

Die Arbeiten auf Profil VII von Rio de Janeiro nach Walfischbucht.

Nach Übernahme des Nachschubes, Proviantes und der Kohlen einschl. Deckslast lief „Meteor“ unter den Ehrenbezeichnungen der brasilianischen Kriegsschiffe am Vormittag des 1. Juli aus und nahm zunächst in der äußeren Bucht eine Nullpunktsbestimmung der Funkpeilanlage nach Sendezichen und optischer Peilung des brasilianischen kleinen Kreuzers „Barroso“ vor. Noch einmal ließen wir die überwältigende Schönheit des Landschaftsbildes an uns vorübergleiten und nahmen, da ein Bakensystem für Kompensierung im Hafen nicht vorhanden ist, auf See in der Nähe der Küste eine Deviationsbestimmung nach der Sonne vor. Beim Passieren des auslaufenden Postdampfers „Antonio Delfino“ wurde abermals eine Nullpunktsbestimmung der Funkpeilanlage zu machen versucht. Die Wetterlage gestaltete sich auf dem ganzen Profil ziemlich ungünstig. Es wehten fast dauernd östliche Winde von Stärken bis 7. Ebenso wie Profil VI lag auch Profil VII im Bereiche des Südost-Passates. Im Gange des Luftdrucks, der im Mittel 765,6 mm betrug, war daher die Doppelperiode die vorherrschende Erscheinung. Er stieg von der brasilianischen Küste rasch von 759 mm an, um dann allmählich in 5° W sein Maximum mit 770 mm zu erreichen und von hier wieder langsam auf 763 mm an der afrikanischen Küste zu fallen.

Die Temperatur hielt sich bis zu 10° W im wesentlichen über 20° und sank dann mit Annäherung an die afrikanische Küste auf 16° , um im Küstengebiet selbst sogar bis auf 13° herunterzugehen. Im Mittel des ganzen Profils betrug die Temperatur $19,6^{\circ}$ bei 72 % Feuchtigkeit.

Die Bewölkung war überwiegend stark, besonders zwischen 10° W und 15° O, wo häufig eine geschlossene Wolkendecke beobachtet wurde. Nur die letzten drei Tage vor der afrikanischen Küste brachten wolkenlosen Himmel. Die mittlere Bedeckung betrug $5\frac{1}{2}$ Zehntel.

Nach einem Gewittersturm am 4. Juli in 37° W, der über 50 mm Niederschlag brachte, blieb es einige Tage trocken, bis unter 25° W am 10. Juli die böenartigen Passatregen einsetzten, deren geringe Ergiebigkeit sich jedoch in 14 Tagen in einem Niederschlag von nur 4 mm zeigte. Von 0° Länge an bis zur Küste war dann überhaupt kein meßbarer Niederschlag zu beobachten. Beim Verlassen der brasilianischen Küste setzte frischer Nordnordostwind ein, der sich am 3. Juli abends zu Sturmesstärke steigerte und das Bergen des Sonnensegels und Verstauen der Kohlendecklast auf der Back erforderte. Ihm folgte am 4. Juli morgens ein starker Gewittersturm aus Westsüdwest. Am 6. Juli kamen wir unter 33° W aus dem Bereiche der Störungen, und der Wind nahm Passatcharakter an, der mit den üblichen Schwankungen zwischen Ost und Süd mit einer mittleren Stärke von 7 m/sek bis zur afrikanischen Küste andauerte. Die größte Stärke wurde unter 8° W mit 12 m/sek beobachtet. Infolgedessen konnten nur an zwei Tagen Segel gesetzt werden, und der Gegenwind im Verein mit dem Gegenstrom, der im Etmal 14 bis 16 Seemeilen betrug, wirkte so hemmend auf die Marschgeschwindigkeit des Schiffes, daß in dem Bereich gleichmäßiger Bodenverhältnisse, bis zur mittelatlantischen Schwelle und jenseits davon, die Beobachtungsstationen etwas weiter als 200 Seemeilen auseinander gelegt werden mußten. Der dauernde Gegenwind hatte aber wieder den Vorteil, daß täglich Drachenaufstiege vorgenommen werden konnten.

Das Wetter gestattete erst am 17. Juli eine Ankerung auf $10^{\circ} 41' S$ und $21^{\circ} 21' W$, und zwar auf dem Gipfel der Atlantischen Schwelle. Mit 2700 m Trosse und 2 Ankern wurde in 40 Minuten auf 2150 m Wassertiefe geankert. Als Grund war vor dem Ankern Pteropodenschlamm, also ein guter Ankergrund, festgestellt worden, der jedoch, wie die schnellen Änderungen der Tiefen vor und während Ankerns ergaben, eine ziemlich steile Böschung zeigte. Nach der Verankerung ergaben die astronomischen Bestecke und die gleichbleibenden Echolotungen, daß das Schiff während der 26stündigen Strommessungen nicht vertrieben war. Sie wurden mit dem Ekmanschen Registrierstrommesser in 50, 100, 150, 200, 300 und 500 m Tiefe und mit dem Ekman-Merzschenschen Strommesser in 50 m Tiefe, ferner mit dem Reelingslog an der Oberfläche vorgenommen. Nach jeder Strommessung wurde eine ozeanographische Serie bis zu 500 m Tiefe eingeschaltet. Als am 18. Juli um 10,30 Uhr nachmittags nach einer starken Böe eine plötzliche Tiefenabnahme eintrat und sich das Schiff quer zum Winde legte, mußte angenommen werden, daß es zu treiben begonnen hatte. Das Ankerlichter war bei Scheinwerferbeleuchtung in einer Stunde beendet. Es stellte sich heraus, daß der Stock des Hauptankers gebrochen war, so daß der Anker nicht mehr tragen konnte. Nach der Ankerstation setzte

wiederum stärkerer Gegenwind ein, der dazu zwang, die Stationen wieder weiter auseinander zu legen und auf eine zweite Ankerstation im afrikanischen Becken zu verzichten.

Im Gegensatz zu der bisherigen Anschauung, daß im Passatgebiet nur oder doch vorwiegend Kumuluswolken vorkommen, haben wir auf dem ganzen Profil VII eine regelmäßige Strato-Kumulusschicht (Tafel 8, Abb. 14) in etwa 1400 m Höhe, der Höhe der Temperaturinversion, beobachtet, in der die Temperatur, wie viele Drachenaufstiege ergaben, von 6° auf 16° zunimmt. Zum erstmalig auf der Expedition beobachteten wir am Abend des 23. Juli am östlichen Horizonte das Phänomen der „Gegendämmerungsstrahlen“, die entgegengesetzt der Richtung der sehr stark leuchtenden Dämmerungsstrahlen, also divergierend, verliefen und im Osten vor einer dunklen Wolkenbank standen. Mit Annäherung an die afrikanische Küste haben wir bei Windstille eine auf dem Wasser liegende nur 20 m hohe kalte Luftschicht, eine Folge des kalten Benguelastromes, beobachtet, die häufig Nebel erzeugte und über der wärmere bewegte Luft stand. Das ergab öfters wunderbare, durch Refraktion hervorgerufene Bilder der untergehenden Sonne, die glutrot durch die Dunstschicht leuchtete und die bizarrsten Formen eines Pilzes, Trichters oder Gefäßes annahm.

Die Tierwelt war wieder durch größere Sturmvögel, besonders häufig durch Albatrosse und Kaptauben, seltener dagegen durch Sturmschwalben vertreten. Riesentange traten nur an der afrikanischen Küste auf, während fliegende Fische wiederum nur in den ersten Tagen in der Nähe der brasilianischen Küste zu beobachten waren. Haie mit Begleitfischen waren nur zweimal, große Wale viermal, Delphine auf hoher See nur einmal, nahe der afrikanischen Küste jedoch in sehr großer Zahl beobachtet worden. Blasenquallen wurden nicht beobachtet, dagegen mehrfach Segelquallen und massenhaft an der afrikanischen Küste gewöhnliche Quallen und Rippenquallen.

Der durch die Gegenwinde und geringe Marschgeschwindigkeit erschöpfte Kohlenvorrat zwang schließlich am 27. Juli dazu, die Arbeiten auf 6° 27' O abubrechen und Walfischbucht, unter Aufgabe der noch beabsichtigten 5 Stationen zwischen dem Walfischrücken und der Küste, anzusteuern. Diese Stationen sollten auf dem Marsche von Walfischbucht nach São Paulo de Loanda nachgeholt werden. Einschließlich dieser Stationen wurden auf Profil VII im ganzen 21 (164—184), mit 65 ozeanographischen Serien und 564 korrespondierenden Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt in den üblichen Beobachtungstiefen durchgeführt.

Die chemischen Untersuchungen erstreckten sich auf:

585	Bestimmungen der Wasserstoffionenkonzentration,
446	„ der Phosphorsäure,
465	„ des Sauerstoffs,
10	„ der Kohlensäure,
273	Entnahmen von Wasserproben, für Gold- und Edelmetalluntersuchung.

Die biologischen Untersuchungen bestanden in 82 Zentrifugenproben, 30 Sedimentversuchen mit größeren Wasserproben aus 0 bis

200 m Tiefe. Die Ankerstation wurde zu Untersuchungen über die biologischen Veränderungen in Abständen von wenigen Stunden in 100 m Tiefe benutzt. Die Netzfänge bestanden in 27 Schließnetzfüngen, drei Fängen mit dem Apsteinnetz und 18 Fängen mit der Deckwaschpumpe.

Mit der Lukaslotmaschine wurde 32mal gelotet und 30 Grundproben gewonnen, von denen 20 mit dem 20 mm Einrohr, eine mit dem Drillingsrohr, 6 mit dem Tiefengreifer und 5 mit dem Monacogreifer ausgeführt wurden. Die größte Länge der Bodenproben betrug diesmal 98 cm. In der brasilianischen Mulde fanden wir interessante Schichtungen mit Tiefseesanden, ähnlich wie in der Kapmulde. Bei den Schlämmungen wurden gewisse Abänderungen eingeführt, da sich durch das wärmere Wasser in den Tropen Schwierigkeiten einstellten.

An 31 Tagen wurden Verdunstungsmessungen gemacht, die selten durch Niederschläge erheblich gestört wurden und eine vollständige Reihe einwandfreier Messungen ergaben. An neun Tagen wurden 35 stereophotogrammetrische Wellenaufnahmen gemacht. Die meteorologischen Bodenbeobachtungen wurden auf diesem Profil durch Anbringung einer mechanisch registrierenden Windfahne erweitert. An aerologischen Beobachtungen wurden erzielt: 51 Pilotballonaufstiege mit einer mittleren Höhe von 7670 m; 29 Aufstiege überschritten 5000 m, 18 Aufstiege 10 000 m, 7 Aufstiege 15 000 m, die größte Höhe betrug 18 500 m, Zirrusmessungen an drei Tagen, 23 Drachenaufstiege mit einer mittleren Höhe von 2700 m, der höchste Aufstieg betrug 4000 m. Die täglichen Aufstiege ergaben einen vollständigen meteorologischen Schnitt durch die Passatgend.

Die Zeitsignale von Nauen und Lafayette waren auf Profil VII auch am Tage immer sehr gut zu hören, das Zeitsignal von Rio de Janeiro bis zu einem Abstand von 700 Seemeilen von der Küste.

Am 29. Juli kamen kurz vor Sonnenuntergang etwa 100 Seemeilen von der Küste die hohen Berge des Hinterlandes von Deutsch-Südwestafrika über einem gelblichen Dunstschleier schwach in Sicht. Als wir um 6,40 Uhr vormittags am 30. Juli das Leuchtfeuer von Swakomund ansteuerten und „Meteor“ gerade Kurs auf Walfischbucht genommen hatte, erreichte uns das Seenotsignal „S. O. S.“ des englischen Dampfers „Cawdor Castle“ von der Union Castle Line, der in der Empfängnisbucht südlich von Walfischbucht in dichtem Nebel auf den Strand aufgelaufen war und sich in gefahrvoller Lage befand. Obwohl „Meteor“ nur noch 32 tons Kohlen hatte und für das leere Schiff mit seiner schwachen Maschinenanlage von vornherein wenig Aussicht bestand, den 8000 Tonnen-Dampfer abzuschleppen, entschloß ich mich, sofort zu Hilfe zu eilen, um unter Umständen gefährdete Menschenleben zu retten. Die Lage des Dampfers, der um 4 Uhr nachmittags erreicht wurde, war so gut wie hoffnungslos. Das Schiff war mit 12 Seemeilen Geschwindigkeit aufgelaufen und saß mit einem Tiefgang von 7,4 m vorn auf 5 m und achtern auf 5,5 m auf, und zwar bereits in einem Sandbett. Die aus Südwest rollende Dünung setzte den Dampfer immer weiter auf den Strand. Bis zum Einbruch der Dunkelheit unternahm „Meteor“ zwei Abschleppversuche, und als in der Nacht mehrere Walfischfänger eingetroffen waren, zu denen sich später ein starker Seeschlepper aus Kapstadt gesellte, lief „Meteor“ am nächsten Morgen mit

einem Rest von 10 Tonnen Kohlen in Walfischbucht ein. Die „Cawdor Castle“ mußte am gleichen Tage wegen des schlechten Wetters von der Besatzung verlassen werden. Alle Versuche, das Schiff abzuschleppen oder die Ladung zu bergen, waren gescheitert.

Schon auf dem halben Wege von Rio de Janeiro nach Walfischbucht hatte „Meteor“ ein Funkspruch erreicht, mit dem der Administrator von Südwestafrika, der Bürgermeister und die deutschen Landsleute von Windhuk die „Meteor“-Besatzung zu einem fünftägigen Besuch der Hauptstadt des Landes einluden. Dieser Einladung konnte nun mit einer durch die Abschleppversuche entstandenen Verzögerung von einem Tag Folge geleistet werden. Der Besuch gestaltete sich zu einer Reihe von unvergeßlichen Festtagen in unserer ehemaligen Kolonie und zu einem überwältigenden, vaterländischen Bekenntnis der Deutschen des ganzen Landes zu ihrer alten Heimat. Die Reise der „Meteor“-Besatzung glich einem festlichen Zug durch heimatliches Land, und dank dem verständnisvollen Entgegenkommen und der freundlichen Beteiligung der Mandatsbehörden und des nichtdeutschen Teiles der Bevölkerung verliefen die Tage in reiner, ungetrübter Festesfreude. Die deutschen Schulen in Windhuk wurden besucht, an dem Denkmal des letzten Reiters von Südwest, den übrigen Kriegerdenkmälern und den Gedächtnistafeln in den deutschen Kirchen wurden Feiern veranstaltet und Kränze niedergelegt, die Offiziere, Wissenschaftler und Mannschaften durch eine Reihe festlicher Veranstaltungen gefeiert und die in der Umgebung von Windhuk gelegenen deutschen Farmen (Tafel 2, Abb. 3) besucht, von wo aus auch Jagdausflüge unternommen wurden. Der Besuch wird von nachhaltiger Wirkung auf die deutschen Südwester, namentlich auf die Jugend sein und von Nutzen für das gute Einvernehmen zwischen der deutschen Bevölkerung und der neuen Regierung. Ein anderer Teil der Besatzung besuchte den Norden der Kolonie bis Tsumeb. Auch hier, ebenso wie in Usakos, Karibib, Okahandja, Swakopmund, Walfischbucht, veranstalteten die Deutschen in rührender Weise Festlichkeiten zu unserem Empfang, und diese Tage in der ehemaligen deutschen Kolonie sind für die „Meteor“-Besatzung ein unvergeßlich großes und herzerfrischendes Erlebnis, das zweifellos den Höhepunkt der Reise des „Meteor“ darstellt.

Von Walfischbucht nach São Paulo de Loanda.

Nachdem in Walfischbucht die von der Eisenbahnbehörde zur Verfügung gestellte Kohle und der Nachschub an Bord genommen waren, wurde am 11. August zur Erledigung der vier noch restlichen Stationen des Profils VII ausgelaufen. Bei Swakopmund, das möglichst dicht passiert wurde, stand die Einwohnerschaft, namentlich die Schulkinder, auf der Mole und winkte dem „Meteor“ den letzten Abschied. Nachdem zwei Beobachtungsstationen erledigt waren, mußte am 13. August wegen plötzlicher Erkrankung eines Unteroffiziers und eines Matrosen beschleunigt Walfischbucht angelaufen werden, um die beiden Kranken auszuschiffen und zur Operation in das deutsche Hospital zu Swakopmund zu überführen. Am folgenden Tage wurden uns noch 30 Tonnen Kohle von der holländischen Hafenbaugesellschaft überlassen und dann unter Verzicht auf die beiden noch fehlenden Stationen des Profils VII

der Weitermarsch nach São Paulo de Loanda angetreten. Am 16. August, dem Todestag unseres wissenschaftlichen Leiters und Organisators der Deutschen Atlantischen Expedition, Professor Dr. Merz, hielt ich auf dem Achterdeck eine schlichte Gedenkfeier ab. Unser nächstes Ziel war die Ablotung der schon erwähnten angeblich von dem Dampfer „Wangoni“ gefundenen Bank südwestlich der Tigerhalbinsel. Nördlich von Walfischbucht wurde das Wetter trübe, teilweise neblig. Zur Erlangung eines einwandfreien Bestecks mußten wir daher Land machen und erhielten dicht unter der Küste, wo kein Nebel mehr herrschte, bei der Kunenemündung, dem Grenzfluß unserer ehemaligen Kolonie, aus Landpeilungen und einer Mittagsbreite ein gutes Abgangsbesteck für die Lotaufgabe. Hier wurden auch noch geologische und biologische Untersuchungen vorgenommen. Die eintönige, aus Sanddünen bestehende Küste bietet so wenig charakteristische Punkte, daß z. B. jetzt bei der Trockenzeit die Kunenemündung kaum auszumachen war. Das sehr breite Flußbett ist erst weiter landeinwärts an einem tief eingeschnittenen Cañon zu erkennen. Vor der Mündung auf einer Barre steht Brandung, hinter welcher eine spiegelglatte Bucht mit einigen von spärlicher Vegetation bestandenen Inseln, das einzige Grün an der ganzen Küste, sichtbar wurde. Durch Zickzacklinien loteten wir dann das Gebiet der fraglichen Bank ab, wobei die von „Wangoni“ gefundenen Tiefen bestätigt, während die in den Seekarten angegebenen, zwischen den flachen Stellen liegenden großen Tiefen von über 1000 m nicht gefunden wurden. Der Schelf fällt vielmehr von der Küste gleichmäßig nach See zu ab, so daß von einer isolierten Bank südlich der Tigerhalbinsel nicht gesprochen werden kann. Nach befriedigender Erledigung dieser Aufgabe nahmen wir am 18. August Kurs auf die „Kleine Fischbucht“, den Hafen von Mossamedes, um hier biologische Untersuchungen und eine Nachprüfung der Lage der Küste in bezug auf ihre geographische Länge vorzunehmen. Bei Annäherung an die Küste heiterte diesmal das Wetter auf. Da jedoch zu Beobachtungen der Sonne an Land vor Eintritt der Dunkelheit zu wenig Zeit war, insbesondere im Hinblick auf die erst noch zu erwirkende Erlaubnis bei den portugiesischen Behörden, wurden auf dem Ankerplatz, der durch Landpeilungen gut festgelegt war, mehrere Standlinien nach der Sonne gewonnen, die im Verein mit der Mittagsbreite eine östliche Verlegung der Küste um etwa 1—2 Seemeilen ergaben. Besonders auffallend waren im Hafen von Mossamedes die erstaunlich dichten Schwärme von kleinen Fischen. Nach Austausch der Höflichkeitsbesuche mit dem Stellvertretenden Distriktsgouverneur unternahmen wir in seiner Begleitung und derjenigen des einzigen ansässigen Deutschen, des Vertreters der Firma Woermann & Brock, eine Besichtigung der ärmlichen, im wesentlichen von Negern und Mulatten bewohnten Stadt und einer außerhalb liegenden, sehr schönen portugiesischen Musterfarm. Nachdem noch auf dem Ankerplatz biologische Netzfänge, Oberflächenwasseruntersuchungen und Grundproben erzielt waren und ein Rohrreißer am Steuerbordkessel beseitigt war, liefen wir um 7³⁰ abends aus. Das nächste Ziel war die Espiègle-Bucht, in der biologische und geologische Untersuchungen und ebenfalls eine Nachprüfung der geographischen Lage vorgenommen werden sollte. Hierbei stellten wir die

Identität der in den Seekarten als zwei verschiedene Buchten bezeichneten Espiègle-Bucht und St. Martha-Bucht (Tafel 1, Figur 1) fest, welch letzterer Name den Eingeborenen überhaupt nicht bekannt ist. In der Nähe eines von der portugiesischen Vermessung benutzten Beobachtungspunktes ergaben die astronomischen Längen- und Breitenbestimmungen wiederum eine östlichere Lage der Küste, und zwar um $5\frac{1}{2}$ Seemeilen. Die kleine Negersiedlung in der Espiègle-Bucht, der ein Zoll- und ein Postbeamter vorstehen, lebt von dem außerordentlichen Fischreichtum der Bucht. Die Fische werden zerkleinert, an der Sonne getrocknet und mit Kuttern nach Mossamedes gebracht. Im Gegensatz zu dem monotonen Bild des Strandes von Südwestafrika mit seinen flachen Sanddünen wirkt hier das Landschaftsbild abwechslungsreicher durch eine zwar vegetationslose, aber vielgliederte, aus Quarzen, Trachyten und rotem Sandstein bestehende Steilküste, in die tiefe Erosionstäler eingeschnitten sind, von denen eins, das in ein üppiges, grünendes Flußtal endet, von den Expeditionsmitgliedern besucht wurde. Nach Beendigung der astronomischen Beobachtungen wurde nachmittags ausgelaufen, an der wegen unsichtigen Wetters schlecht auszumachenden Steilküste entlang nach Norden gesteuert und am 21. August vormittags auf der Reede von São Paulo de Loanda geankert. Auf der ganzen Küstenfahrt von Walfischbucht ab waren keine Niederschläge gefallen. Der Wind wechselte häufig zwischen West und Südsüdost, blieb aber durchweg schwach. Die Temperatur war allmählich von 13° auf 20° gestiegen.

Die geräumige Bucht von Loanda mit den in portugiesischem Stil gebauten freundlichen Häusern der Ober- und Unterstadt, mit den weiß gemalten Forts und der vorgelagerten von Kokospalmen bestandenen Halbinsel (Tafel 6, Fig. 10) macht einen malerischen Eindruck. Der gegen alle Winde geschützte Hafen wird aber wegen fortschreitender Versandung seine Bedeutung immer mehr verlieren und seine Stellung als Haupthafen der Kolonie Angola an die wirtschaftlich aufblühende und mit einem besseren Hafen versehene Lobito-Bay abtreten. Ein Beweis für die starke Veränderung der Tiefenverhältnisse bei Loanda ist der Umstand, daß an der Stelle, wo die Brücke das Festland mit der Halbinsel verbindet, eine Wanderung der letzteren von Westen nach Osten im Verlauf von zehn Jahren um 500 m erfolgt ist, so daß der Brückenkopf, der früher auf der Mitte der Halbinsel endete, jetzt weit draußen in See in der Brandung steht.

„Meteor“ fand bei den portugiesischen Behörden eine freundliche Unterstützung, und bei der kleinen deutschen Kolonie eine rührend gastliche Aufnahme. Während des Aufenthaltes besuchten einige Offiziere und Wissenschaftler mit Autos auf sehr guten Fahrstraßen die im Innern der Kolonie im Urwald liegenden Kaffeeplantagen deutscher Pflanzler bei Luati. Ein Teil der Besatzung unternahm mit der Eisenbahn einen erfolglosen Jagdausflug auf Flußpferde und Krokodile an dem breiten, durch ein fruchtbares, landschaftlich schönes Tal fließenden Kuanzastrom. Die bis dicht an die Stadt heranreichenden Eingeborenenhöfe und die Fischerhöfe auf der Halbinsel, die hier noch ganz den ursprünglichen primitiven Zustand zeigen, boten viel Interessantes. Die einzige unter Leitung eines Deutschen stehende Fabrik, in der aus

Ölkernen Öl, Seife, und Ölkuchen als Viehfutter gewonnen wird, wurde besichtigt. Nachdem Kohlen, Proviant und Nachschubgüter an Bord genommen waren, liefen wir am 28. August aus, um die Arbeiten auf Profil VIII von Loanda über Ascension nach Bahia aufzunehmen.

Die Arbeiten auf Profil VIII.

Von São Paulo de Loanda über Ascension nach Bahia.

Da mit dem am 2. September in Loanda von Süden her eintreffenden Dampfer „Wolfram“ eine günstige Fahrgelegenheit für die beiden ausgeschifften, inzwischen wiederhergestellten Kranken bestand, entschloß ich mich, auf Profil VIII nur eine Schelfstation und eine zweitägige Ankerstation mit periodischen Serienmessungen zur Erfassung des Einflusses der Gezeiten auf Temperatur und Salzgehalt zu machen und dann zur Abholung der Kranken nach Loanda zurückzukehren. Am 29. August wurde auf 3080 m mit zwei Ankern und 3600 m Trosse geankert und, als nach Auffrischen des Windes ein Treiben des Schiffes zu befürchten war, weitere 500 m Trosse ausgesteckt. In den 53 Stunden zu Anker wurden Messungen in 50 m mit dem Merz-Ekmanschen Strommesser und in den Tiefen von 700, 1100 und 2000 m mit dem Ekmanschen Repetierstrommesser angestellt, am Tage außerdem der Oberflächenstrom mit dem Reelingslog gemessen und vom Boot und Schiff aus vergleichende Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen vorgenommen. Die ozeanographischen Serien, die in den Tiefen bis zu 800 und 2250 m im ganzen neunmal wiederholt wurden, ließen in Temperatur und Salzgehalt die periodischen Schwankungen, die in den obersten Schichten deutlich ausgeprägt sind, aber unterhalb der Sprungschicht ziemlich rasch ausklingen, erkennen. Diese wichtige Beobachtung führte in Zukunft dazu, auf den einzelnen Beobachtungsstationen die obersten Serien in dreistündigen Abständen (je nach Tiefe ein- bis viermal) zu wiederholen, da das auf den einzelnen Stationen des „Meteor“ gewonnene Beobachtungsmaterial einer Reduktion für diese Einflüsse bedarf. Nachts wurden auf der Ankerstation zahlreiche große Tintenfische durch das helle Licht der Sternlampen angelockt, einige davon gefangen und vom Biologen untersucht. Viele Quallen und Feuerwalzen, die am Lotdraht festsaßen und das Herabgleiten der Fallgewichte verhinderten oder die Fallgewichte vor Erreichen des Strommessers abwarfen, vereitelten einige Strommessungen mit dem Repetierstrommesser.

Nach beendeter Ankerstation liefen wir am 1. September abends in den Hafen von Loanda ein, ergänzten am 2. September Kohlen- und Wasservorräte und bestimmten noch einige Objekte an Land, wie das Leuchtfeuer auf der Halbinsel Isla de Loanda, dessen Aufstellung mit den oben erwähnten Veränderungen der Insel offenbar verlegt wird und dessen Lage in den Seekarten unrichtig war, durch Doppelwinkelmessung neu. Am 3. September lief dann der Dampfer „Wolfram“ ein, von dem außer den beiden „Meteor“-Leuten zwei Schwarze als Wascheute an Bord genommen wurden, worauf „Meteor“ zur Fortsetzung der Arbeiten auf Profil VIII auslief.

Zunächst legten wir auf den Küstenschelf in dem kalten, salzarmen Auftriebwasser eine Versuchsstation zur Erprobung der Freilote der Signalgesellschaft¹⁾. Dann wurde auf 9° S das Profil VIII abgelaufen, wobei die in Loanda genommene gute Waleskohle eine Marschfahrt von 9 Seemeilen in der Stunde und der frische Südostpassat häufig den Gebrauch der Segel gestatteten. Bis zur Insel Ascension erledigten wir mit Erfolg neun Stationen, bei denen die vorerwähnten Wiederholungsserien durchgeführt wurden. Über ihre Bedeutung und Anordnung ist Näheres in dem Bericht von Dr. Wüst erwähnt. Diese Erweiterung des Arbeitsprogrammes der Ozeanographen brachte durch gleichzeitige Verwendung der beiden Serienmaschinen keinen weiteren wesentlichen Zeitaufwand, bedingte aber eine bedeutende Steigerung der Titrierarbeiten. Diese wurden bei der ständig sich steigernden Temperatur an den Titrierplätzen im Zeichenraum von jetzt ab an einem in Rio de Janeiro beschafften und auf dem kühleren Achterdeck aufgestellten Titriertisch mit drei Arbeitsplätzen ausgeführt.

Die Witterungsverhältnisse waren im allgemeinen sehr günstig; bei frischem Wind und oft bedecktem Himmel war die Temperatur angenehm. Der Luftdruck stieg bei ausgeprägter täglicher Doppelperiode von einem Tagesmittel von 760 mm an der afrikanischen Küste auf 763 mm an der brasilianischen Küste, bei einem mittleren Wert von 761,6 mm. In gleicher Weise stieg auch die Temperatur von 21° auf 25° und ergab im Mittel 22,8° bei 76% Feuchtigkeit. Die Bewölkung war durchweg stark, und nur selten kam es für kurze Zeit zum Aufheitern, so daß die mittlere Bedeckung für das ganze Profil mehr als $\frac{9}{10}$ betrug. Von 29 Tagen fielen nur an 10 Tagen geringe Passatniederschläge, die häufig gar nicht meßbar waren. Die meßbare Gesamtmenge betrug nur 3 mm. Kurz vor Bahia kam es zu einem starken Küstenregen, der in einer halben Stunde 3 mm Niederschlag brachte. Bald nach Verlassen der afrikanischen Küste, wo leichte Südwestwinde vorherrschten, wurde das Gebiet des Südostpassates erreicht, der ziemlich gleichmäßig war und eine mittlere Stärke von 6,7 m/sek hatte. Erst in der Nähe der brasilianischen Küste nahm er an Stärke zu, mit einem Höchstwert von 14 m/sek unter 34° W.

Auf der ganzen Profilfahrt fehlten Vögel fast ganz, nur Sturmschwalben traten vereinzelt auf. Fliegende Fische waren seit dem 4. September dauernd zu beobachten. Einmal wurde ein Hai gesehen, Delfine kamen mehrmals, kleine und große Wale je einmal vor. Gelegentlich wurden verschiedene Arten niederer Oberflächentiere gesehen, doch häufiger nur Blasenquallen. Bei Ascension gab es besonders viele Seeschwalben, und nahe der brasilianischen Küste trieben viele losgerissene Tange.

Die Echolotungen zeigten, wie schon früher beobachtet, jetzt in dem wärmeren Tropenwasser schlechtere Echos an als in den kalten Gewässern. Ein Bewachsen der Bodensender und -empfänger kommt, wie s. Zt. die Untersuchung im Dock in Kapstadt ergab, dabei nicht in Frage, was aus ihrer dauernden Bewegung zu erklären ist. Auf dem

¹⁾ Vgl. I. Bericht des Oberleutnants zur See Frhr. v. Recum über die akustischen Lotungen. Zeitschr. Ges. f. Erdk., Berlin 1926, S. 62.

Kurse des Profils VIII konnte eine in der Grollschenschen Tiefenkarte mit fraglich bezeichnete Tiefe von 5900 m in $9^{\circ} 6,8' S$ und $8^{\circ} 28,1' W$ nachgeprüft werden. Die bei gutem Besteck in der Nähe dieser Stelle zwischen 3800 m und 4200 m schwankenden Tiefen lassen diese Tiefenangabe, die auch nicht in die Monacotiefenkarte und die Seekarten übernommen ist, als unrichtig erscheinen. Bei den Drahtlotungen, die wiederum eine gute Übereinstimmung mit den Echolotungen ergaben, wurde von Profil VIII ab abwechselnd ein Thermometer im Propellerkipprahmen und ein Propellerwasserschöpfer mitgegeben, da sich die in dem Glaseinsatz der Stoßröhre über der Bodenprobe stehende Wasserprobe nicht immer als unverfälscht erwies, wahrscheinlich infolge von Undichtigkeiten des oberen Ventils. Auf der Atlantischen Schwelle ergaben die Echolotungen wiederum die auch schon auf den südlicheren Profilen gefundene starke Gliederung und das Vorhandensein mehrerer parallel laufender Schwellen, die bis zu 2400 m Tiefe aufragen.

Am 14. September zeigte das Erscheinen vieler Seeschwalben und einzelner schlanker Fregattvögel die Landnähe der Felseninsel Ascension an. Da im Süden und Osten derselben in den Karten keinerlei Lotungen verzeichnet sind, wurde zur Untersuchung des Aufbaues des Inselsockels die Südostecke angesteuert, im Süden, Osten und Norden Echolotungen vorgenommen sowie geologische Grundproben gewonnen, die in 112 m Tiefe Sand und Muscheln und in 1016 m Tiefe vulkanische kleine Steine ergaben. Die Insel Ascension, die bei Hellwerden am 15. September auf 30 Seemeilen in Sicht kam, bietet nicht den grandiosen Anblick wie das steile, trotzige St. Helena. Die Berge fallen hier vielgliedert in flacher Böschung zum Meer hin ab, überragt von dem mit ständiger Vegetation bedeckten „Grünen Berg“. Am Ufer treten Basalte und Tuffe, grau und rötlich, ferner heller Trachyt zutage, an einigen Stellen sieht man Steilabfälle und in der Brandung stehende Basaltsäulen, die zum Teil von dem Guano der vielen, die Insel umfliegenden Seeschwalben, Töpel und Fregattvögel weißgefärbt sind. Der einzige bewohnte Teil der Insel ist die gegen den Südostpassat verhältnismäßig gut geschützte Clarens-Bay mit der ehemaligen Garnison Georgetown, welches heute nur noch die wichtige Kabelstation der Eastern Telegraph Company mit ihren Beamten aufnimmt. Trotz ruhigem Wetter und Ausbleiben der auch in St. Helena gefürchteten „Roller“ stand an der einzigen Landungstreppe der kleinen Mole so viel Seegang, daß das Ausbooten nur bei Tage und mit größter Vorsicht möglich ist. Um den Wissenschaftlern Gelegenheit zu geben, geologisch und biologisch einen kurzen Überblick über die Insel zu erhalten, wurde von 12 Uhr bis 6³⁰ Uhr nachmittags vor Georgetown geankert und auch die Freiwache der Besatzung an Land beurlaubt.

Auf dem Ankerplatz herrscht ein solcher Fischreichtum, daß man die leider nicht genießbaren, schwarz und blau gestreiften, flunderartigen Fische mit der Hand vom Boot aus greifen kann. Von einigen Expeditionsteilnehmern wurde der „Grüne Berg“ bestiegen (Tafel 5, Fig. 9), der nach einem heißen Aufstieg durch vulkanischen Aschensand eine ungeahnte Pracht an Vegetation mit Eukalyptusbäumen, Agaven und Bananen und einer üppig gedeihenden, niederen Flora, in der

Feuchtigkeit spendenden Region der Passatwolken aufweist. Hier liegt auch das ehemalige Hospital der seit 1922 eingezogenen Garnison und die Weekend-Landhäuser der Kabelstation. Von anderen Wissenschaftlern wurden die Kraterlandschaften Tafel 5, Fig. 8, unter anderem auch die berühmte Devils-Riding-School, ein interessanter ovalförmiger Krater mit vielen Wellen und Furchen aufgesucht. Der zuvorkommende Bürgermeister, welcher der etwa 65 Männer und 17 Frauen umfassenden Gemeinde vorsteht, ist gleichzeitig Direktor der Kabelstation, welche, mit den neuesten automatischen Übertragungsapparaten versehen, den gewaltigen Welttelegrammverkehr von und nach: 1. St. Vincent—London, 2. Sierra Leone, 3. St. Helena—Kapstadt, 4. Rio de Janeiro und 5. Buenos Aires, Tag und Nacht mit bewundernswerter Schnelligkeit und Genauigkeit vermittelt. Nach einem kurzen Gegenbesuch des Bürgermeisters an Bord wurde mit Einbruch der Dunkelheit in See gegangen.

Zur Belotung des Steilabfalles der Insel im Westen und Süden umsteuerten wir sie bis zum Anschluß an die vormittags im Süden vorgenommenen Lotungen, wobei eine gute Ortsbestimmung im hellen Mondlicht durch Peilung der einzelnen Huken möglich war. Die geloteten Tiefen ergaben ein interessantes Bild der unterseeischen Fortsetzung der Gebirgskzüge der Insel. Von hier aus wurde nach Süden bis auf die Profildbreite, 9° S, gesteuert und dann nach Westen fahrend weitere 5 Stationen erledigt. Dann wurde von 26° W an mit südwestlichem Kurse auf Bahia gehalten und weitere 6 Stationen ausgeführt. Nachdem von 1° W ab der Südostpassat mit großer Regelmäßigkeit eingesetzt hatte, konnten dauernd die Segel mit Fahrtgewinn gesetzt werden. Auf dem Küstenschelf vor Bahia in 100 m Tiefe nahmen wir, diesmal im warmen, salzreichen Wasser, eine weitere Erprobung der Freilote vor. Die beabsichtigte zweite Ankerstation im brasilianischen Becken konnte nicht ausgeführt werden, da Seegang und Dünung im Südostpassat zu stark waren, um die Strommessungen mit den empfindlichen Instrumenten ausführen zu können. Statt der Ankerstation wurden auf der Station 197 die Serien von 0 bis 800 m und von 1000 bis 2500 m 24 Stunden wiederholt, um die Einzelheiten der Schwankungen in allen Tiefen zu erfassen. Über diese Ergebnisse wird im ozeanographischen Bericht das Nähere ausgeführt.

Die Echolotungen ergaben westlich von Ascension ein unruhiges Bodenrelief mit mehreren steilen Anhöhen, die aus einer Tiefe von 4500 m bis 2600 m Tiefe ansteigen. Ferner ergab sich wieder eine größere Breite der südatlantischen Schwelle und infolgedessen eine Einengung des westafrikanischen und des brasilianischen Beckens, in welchem letzterem Tiefen bis zu 5600 m gefunden wurden. Am 21. September wurde die 200. ozeanographische Beobachtungsstation erledigt, welches Ereignis in der Offiziersmesse gefeiert wurde. Am 25. September steuerten wir einen Punkt in $11^{\circ} 50' S$ und $35^{\circ} 10' W$ an, der nach der Groll'schen Tiefenkarte eine unvermittelte Erhöhung auf 2000 m darstellen soll. Wir fanden aber bei gutem Besteck lediglich eine Tiefenabnahme von 4000 auf 3000 m und später einen ziemlich steilen Anstieg des Kontinentalsockels, dessen steile Böschung auch aus den vielen hörbaren Echos zu erkennen war. Nachdem noch in

Sicht der flachen und einförmigen brasilianischen Küste, die hier mit ihrem niedrigen Waldufer an einige Stellen der deutschen Ostseeküste erinnert, 2 Schelfstationen auf 900 m und 100 m Tiefe gemacht worden waren, wurde bei böigem Regenwetter, in dem einzelne Windhosen zu beobachten waren, die „Bahia de Todos os Santos“ angesteuert.

Auf Profil VIII waren im ganzen 22 Stationen mit 149 Serien und 1041 korrespondierenden Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt aus den verschiedenen Tiefenschichten durchgeführt worden. Die Zahlen für die regelmäßigen biologischen Untersuchungen und Fänge sind folgende: 100 Zentrifugenproben, 31 Sedimentierproben, 31 Schließnetzefänge, 9 Fänge mit dem Apsteinnetz und 25 Fänge mit der Deckwaspumpe. Im ganzen wurden 32 Verdunstungsmessungen und an vier Tagen Vergleichsmessungen der Lufttemperatur und Feuchtigkeit vom Boot und vom Schiff aus, dabei zum ersten Male auch nachts, einige Vergleichsreihen gewonnen. Die Gesamtanzahl der chemischen Analysen betrug:

616	Bestimmungen der Wasserstoffionenkonzentration,
916	„ des Sauerstoffs,
348	„ der Phosphorsäure,
216	Entnahmen von Wasserproben für Edelmetallanalyse.

Auf Profil VIII wurde 28mal mit der Lucasmaschine gelotet und 27 Grundproben gewonnen, von denen 19 auf das 20 mm-Einrohr, eine auf das Drillingsrohr, 6 auf den Tiefseegreifer und 2 auf den Monaco-greifer entfielen. Die längste Probe betrug 96 cm Globigerinenschlamm in der Kongomulde, in deren östlichem Teil besonders auffällige Verhältnisse, ebenso wie auf dem Sockel der Insel Ascension, angetroffen wurden.

Die aerologischen Beobachtungen bestanden in 58 Pilotballonaufstiegen mit einer mittleren Höhe von 5730 m, bei denen die zumeist vorhandene Stratokumulusdecke sehr viele Messungen frühzeitig beendete. 25 Aufstiege überschritten 5000 m, 13 Aufstiege 10 000 m, 6 Aufstiege 15 000 m, und die Maximalhöhe betrug 18 500 m. Zirruswolken sind bemerkenswerterweise auf dem ganzen Profil nicht gesehen worden. Bei 13 Drachenaufstiegen mit einer mittleren Höhe von 2100 m, wurde als Höchstwert 4080 m erreicht; zum ersten Male sind in hellen Mondnächten unter Zuhilfenahme der Scheinwerfer zwei Drachenaufstiege unternommen worden. Die dichte Stratokumulusdecke ließ keinen Registrierballaufstieg zu.

Am 27. September nachmittags kamen die Kokospflanzungen und die lieblichen Vororte von Bahia, darunter der Badeort Vermuello, in Sicht und bald darauf die stolze, alte Stadt São Salvador mit ihren zahllosen Kirchen und Kapellen und ihren malerischen Häusern und Palästen im portugiesischen Stil. Bis weit in die See hinaus hatten wir vereinzelt und in Gruppen die landesüblichen kleinen Holzflöße der Fischer mit ihren Dreieckssegeln und primitivem Ruder gesichtet, während die weite blaue Bucht von Bahia von vielen größeren Segelbooten und Dampfern belebt war. Vom Ankerplatz für Kriegsschiffe aus bot nachts die in verschwenderischer elektrischer Beleuchtung strahlende Stadt einen schönen Anblick. „Meteor“ erhielt am folgenden

Tage einen Platz am Kai im Innenhafen, was die dringenden Überholungsarbeiten an der Maschinenanlage und die Übernahme der Nachschubgüter und Kohlen wesentlich erleichterte.

Wie bei dem Aufenthalt in Rio de Janeiro wurden auch in Bahia enge Beziehungen zu den wissenschaftlichen Kreisen angeknüpft, und der Gouverneur, die Behörden und die deutsche Kolonie bereiteten dem Schiff einen festlichen und schönen Empfang. Das pflanzen-pathologische, bakteriologische, meteorologische und geographisch-historische Institut wurden besucht, ferner die medizinische Fakultät, das Seuchenkrankenhaus, die Polytechnische Hochschule und das wirtschaftsstatistische Büro nebst einer Ausstellung der Landesprodukte, die das Aufblühen dieser brasilianischen Provinz augenfällig zeigten. Den Gelehrten und Beamten dieser Institute wurde das Expeditionsschiff mit seinen Einrichtungen gezeigt. Der Gouverneur veranstaltete für die Stäbe des „Meteor“ Ausflüge im Auto, mit Motorboot und zu Pferde in die schöne Umgebung der Bucht von Bahia (Tafel 3, Figur 5). Dem die Expedition verlassenden Geologen Dr. Prätje, der in Bahia durch Professor Correns abgelöst wurde, gewährte der Gouverneur bei einer Expedition in das Innere des Staates Bahia seine Unterstützung. Einige Expeditionsteilnehmer statteten den deutschen Zigarrenfabriken von Dannemann und Soerdick in dem benachbarten São Felix einen Besuch ab, während die deutsche Kolonie für die Besatzung eine Reihe schöner Festlichkeiten veranstaltete. Wir mußten noch auf den mit unserem Nachschub verspätet eintreffenden Dampfer „Argentina“ warten, um dann nachts mit Erlaubnis der Zollbehörde die Güter direkt von Bord zu Bord überzunehmen. Am 10. Oktober früh konnten wir nach einer Kompensierung der Kompassse nach einem an Land aufgestellten Kompaß auslaufen, wobei noch Vergleichs-Entfernungsmessungen mit einem neu an Bord genommenen Basismeßgerät ausgeführt wurden.

Die Arbeiten auf Profil IX von Pernambuco bis Freetown.

Das Profil IX verfolgt den Zweck, einen Querschnitt durch die engste Stelle des Atlantischen Ozeans, etwa zwischen Kap San Roque und Portugiesisch-Guinea, zu legen. Von Bahia aus wurden zunächst auf dem Kurse nach Norden einige flache Stellen unter Land, wie die Zephyr-Bank, nachgeprüft, und hier unter der Küste ein stark von Norden setzender Strom, der Brasilstrom, festgestellt. Wie sich schon bei dem Aufenthalt in Walfisnbucht und St. Helena an der großen Kohlenknappheit die Folgen des englischen Kohlenstreiks bemerkbar gemacht hatten, so stellte sich auch diesmal bald heraus, daß die in Bahia genommene nordamerikanische Kohle so schlecht war, daß es zweifelhaft erschien, mit der Bunkerfüllung das Profil IX zu Ende zu führen. Da außerdem ungewiß und auf Anfrage noch nicht beantwortet war, ob in Freetown Kohlen für „Meteor“ greifbar wären, entschloß ich mich, Pernambuco zu nochmaliger Kohlenenergänzung anzulaufen und gleichzeitig bei der Marineleitung zu beantragen, daß der Dampfer „Winfried“, der mit 400 t deutscher Kohle für „Meteor“ nach Fernando Poo unterwegs war, Anweisung erhielt, auf den Kanarischen

Inseln, die er anlaufen sollte, noch eine Zuladung von 300 t Kohlen für „Meteor“ zu nehmen, zur Kohlenergänzung nach beendetem Profil IX in Freetown, wo tatsächlich keine Kohlen erhältlich waren. „Meteor“ ankerte am 12. Oktober nachts auf Reede von Pernambuco, nachdem beim Ansteuern der Küste noch Versuche mit dem Freilot vorgenommen waren, und lief am nächsten Tage für 10 Stunden in den Hafen zur Kohlenübernahme ein.

Das Profil IX führte über die uns schon von der Ausreise bekannte Insel Fernando Noronha und 30 sm östlich der St. Pauls-Klippen vorbei, wobei wir die auf 1° N und $28^{\circ} 5'$ W gelegene, als fraglich bezeichnete Passodnik-Bank mit gutem Besteck ohne Erfolg suchten. Von da wurde der Endpunkt des Profils auf $9^{\circ} 38,8'$ N und $16^{\circ} 24,1'$ W angesteuert und von hier mit südöstlichem Kurse Freetown in Sierra Leone.

Südlich der Felseninsel Las Rocas, zwischen dem Festlande und Fernando Noronha, loteten wir eine Erhebung aus 4000 m Tiefe bis auf 1000 m, die auf ein der Küste parallel laufendes unterseeisches Gebirge schließen läßt, wie es auch G r o l l in seiner Tiefenkarte andeutet. Zur Ergänzung der auf der Ausreise bei der Insel Fernando Noronha im Westen und Süden vorgenommenen Lotungen wurde diesmal der Sockel im Süden und Osten abgelotet, wobei die Durchgänge durch unsere früheren Lotungslinien eine sehr gute Übereinstimmung mit den jetzigen Echolottiefen ergaben. Die Felseninsel bot auch von der Ostseite das malerische Bild steiler Felsenhänge, die von flachen Buchten mit hellem Sandstrand und üppiger Vegetation unterbrochen wurden, überragt von dem charakteristischen Pico, der von allen Seiten der Insel zu sehen ist und immer wieder ein anderes Bild darbietet (Tafel 4, Figur 7). Beim Umfahren der Insel wurde festgestellt, daß sie sehr ungenau vermessen ist, und daß sich im Osten ein flacher Küstenschelf sehr weit ausdehnt, während im Westen und Süden ein Steilabfall gelotet worden war. Eine halbe Seemeile südlich des Puncto do Fumo wurde starke Brandung beobachtet, im Süden der Insel auf 800 m eine Station (209) gemacht und dann mit nordöstlichem Kurse, parallel zur Küste von Fernando Noronha steuernd, das Profil fortgesetzt.

Am 18. Oktober begegneten wir der Viermastbark „Werner Finnen“, die, von Bremen nach Rio segelnd, 31 Tage unterwegs war und in der Biscaya einen Mast und vier Segel verloren hatte. Die weiteren Echolotungen ergaben in der Nähe der St. Pauls-Klippen ein unruhiges Bodenrelief mit Erhebungen auf weniger als 3000 m aus Tiefen von 4000 m und auf der südatlantischen Schwelle Tiefen von nur 2000 m. Da der Südostpassat auf der ganzen bisherigen Strecke ziemlich stark war und fast unmittelbar in den Nordostpassat überging, bot sich erst am 21. Oktober eine Gelegenheit, im Äquatorialstrom zu Strommessungen auf 3940 m Tiefe mit zwei Ankern und 5000 m Trosse, und zwar auf einer Beobachtungsstation S. M. S. „Gazelle“, zu ankern. Am 23. Oktober ergab das Morgen- und das Mittagbesteck, daß das Schiff bei auffrischendem Winde, aber bei ziemlich gleichbleibenden Tiefen in 24 Stunden um etwa 7 sm getrieben war. Die Strommessungsergebnisse können aber dank den häufigen, genauen Bestecken für die Dauer des Treibens unter Umständen mit verwertet werden.

Die Messungen wurden 42 Stunden lang mit dem E k m a n - M e r z - schen Starkstrommesser in 25 und 50 m, mit Schwachstrommesser in 2000 m und mit dem E k m a n - Repetierstrommesser in 100, 200, 400, 700 und 1000 m, sowie Oberflächenstrommessungen mit dem Reelingslog ausgeführt, desgleichen ozeanographische Serien bis 200 m Tiefe. Nach dem Ankerlichten, das $1\frac{3}{4}$ Stunden in Anspruch nahm, wurde noch eine vollständige ozeanographische Station mit Drahtlotung und Netzfängen durchgeführt und dann eine in der Karte verzeichnete 1335 m-Stelle auf $6^{\circ} 50' N$ und $22^{\circ} 5' W$ angesteuert. Die Tiefen nahmen hier bis zu 1110 m ab, und die gewonnene Grundprobe ergab eine dünne Schicht Globigerinenschlamm über felsigem Grund.

Während des Profils wurden laufend auf den Stationen, soweit sie bei Helligkeit stattfanden, Messungen der Sichtigkeit des Wassers und Bestimmungen der Meeresfarbe, ferner täglich im Verein mit meteorologischen Beobachtungen Bestimmungen der Kimmtiefe mit dem Z e i ß - schen Kimmtiefenmesser vorgenommen, die interessante Ergebnisse brachten. Insgesamt wurden 13 Stationen (207—219) mit 74 Serien und 559 korrespondierenden Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt mit regelmäßiger Wiederholung der flachen Serien zur systematischen Untersuchung der Schwankungen vorgenommen. Die chemischen Analysen erstreckten sich auf:

343	Bestimmungen des Sauerstoffs,
364	„ der Wasserstoffionenkonzentration,
258	„ der Phosphorsäure,
42	„ der Alkalinität.

Die biologischen Untersuchungen ergaben 56 Zentrifugenproben, 18 Sedimentierproben, 21 Schließnetzfüge, 4 Fänge mit dem Apsteinnetz und 13 mit der Deckwaschpumpe. Die Verdunstungsmessungen wurden im Monsungebiet des Profils häufig durch Regenfälle und auch durch Flugaschenfall vom Schornstein beeinträchtigt, so daß etwa nur ein Dutzend Messungen verwertbar bleiben. Im ganzen wurden 15 Drahtlotungen ausgeführt und dabei 9 Bodenproben, von denen die längste 94 cm betrug, mit der Stoßröhre und 3 Greiferproben erhalten. In der Methode der Untersuchung weichen die Arbeiten des Professors Correns, der hierüber besonders berichtet, von den bisherigen Methoden ab.

Die aerologischen Beobachtungen der ersten Hälfte des Profils bestanden in 18 Pilotballonaufstiegen mit einer mittleren Höhe von 12 500 m und größten Höhe von 18 900 m, 13 Aufstiege überschritten 10 000 m, 7 Aufstiege 15 000 m. In der zweiten Hälfte mit starker äquatorialer Kumulo-Nimbus-Bildung erreichten 11 Aufstiege nur eine mittlere Höhe von 4600 m und eine Maximalhöhe von 14 000 m. Auf Profil VII bis IX wurden etwa 130 Wolkenphotographien erhalten. 13 Drachenaufstiege erreichten eine mittlere Höhe von 3370 m, 4 Aufstiege überschritten die Höhe von 4000 m mit einer Maximalhöhe von 4630 m, wobei ein Apparatdrachen beim Landen durch Kinkenbildung im Draht verlorenging. 1 Registrierballonaufstieg mußte wegen zu starkem Bodenwind, den das Schiff nicht ausdampfen konnte, schon vor Beginn des Aufstieges aufgegeben werden.

Beim Queren des Äquators auf Profil IX zeigte der Luftdruck zwei schwache Minima. Das erste mit 757,8 mm war auf 5° S, dann stieg der Druck auf 761 mm in 2° N, um mit 757,8 mm in 5° N das zweite Minimum zu erreichen. Die Temperatur hatte zusammen mit dem Luftdruck-Maximum in 2° bis 3° N ein Minimum von 23½°, während sie sonst ständig mehr als 26° zeigte und in 8° bis 9° N am 27. Oktober bis auf 28½° anstieg. Diese hohe Temperatur wurde durch die große Feuchtigkeit von 80 % besonders unangenehm und verursachte in den Schiffsräumen eine erhebliche Hitze, so in den Heiz- und Maschinenräumen Temperaturen von 53° bis 60°. Im Mittel des ganzen Profils betrug die Temperatur 26,6°, und dies war auch die mittlere Temperatur während des Hafenaufenthaltes in Freetown. Bis zum Überschreiten des Äquators am 19. Oktober herrschte überwiegend heiterer Himmel, während er nachher ständig stark bewölkt war, so daß sich im Mittel $\frac{9}{10}$ Himmelsbedeckung ergaben.

Der Südostpassat reichte bis 2° N und war von den typischen, vereinzelt, leichten Regenschauern begleitet. In dieser Breite wurde eine ganz schmale windstille Zone gefunden, in welcher am 21. Oktober abends ein ergiebiger Regenfall eintrat, der in fünf Stunden 60 mm brachte. Von hier ab bis Freetown waren die Winde ständig wechselnd und von häufigen starken Regenschauern mit heftigen Gewittern begleitet, wobei es namentlich von 7° N ab zu elektrischen Entladungen kam. Die starken Regengüsse stellten willkommene Frischwasserbäder dar, ihre Gesamtniederschlagsmenge vom 21. bis 29. Oktober betrug 124 mm. Die mittlere Windstärke auf dem ganzen Profil war 5,6 m/sek.

Vor dem Anlaufen der afrikanischen Küste wurde außer der Anwendung der Chininprophylaxe eine Schutzimpfung der ganzen Besatzung gegen Typhus vorgenommen.

Von Vögeln waren auf dem Profil IX Sturmschwalben fast ununterbrochen, zuletzt sehr zahlreich, andere Vögel dagegen fast gar nicht vorhanden. Nur in der Nähe von Fernando Noronha waren Tölpel, Seeschwalben und Fregattvögel zu beobachten, an der afrikanischen Küste kamen am letzten Tage kleine Landschwalben an Bord geflogen. Ununterbrochen fanden sich fliegende Fische, etwa fünfmal Haie, je einmal Delphine und kleine Wale, zweimal größere Wale ein. Von niederen Tieren der Meeresoberfläche waren nur Blasenquallen und Seequallen vorhanden, doch niemals in größerer Zahl, an einigen Abenden waren Feuerwalzen zu beobachten.

Auf dem Küstenschelf wurden noch auf einer Station (219) bei 200 m Tiefe Versuche mit der neu an Bord genommenen Type des Behmecholotes, Type IIa, und mit dem Freilot gemacht, über die in dem Bericht über die Echolotungen das Nähere ausgeführt ist.

In der Nähe der afrikanischen Küste beobachteten wir eine stark ausgeprägte Stromkabelung, die in einem etwa in südöstlicher Richtung verlaufenden Bogen, scharf abgegrenzt, auftrat und stellenweise kleine Brecher, als ob Brandung vorhanden wäre, zeigte. Die Temperaturmessungen des Oberflächenwassers diesseits und jenseits der Kabelung ergaben keine Unterschiede und lassen den Schluß zu, daß die Er-

scheinung auf Gezeitenströmungen zurückzuführen ist. Auf dem Schelfrande vor Sierra Leone war beabsichtigt, den in Pernambuco an Bord genommenen Kuhlmannschen Hochseepegel auf 200 m Wasser für die Dauer des Aufenthaltes in Freetown, also etwa 14 Tage, d. i. die größte Registrierdauer des Pegels, zu verankern. Beim Auffüllen der Preßluft wurden jedoch durch Undichtigkeiten zwischen unterem Kessel und oberem Dom die Bourdonröhren im oberen Dom eingedrückt und der Pegel unbrauchbar, ein Versager, der auch bei Erprobungen in der Heimat vorgekommen ist. Die Bourdonröhren wurden mit Bordmitteln gerichtet und neue aus der Heimat bestellt.

Am 30. Oktober um 9,30 a. m. kamen die hohen Berge von Sierra Leone auf 33 sm in Sicht. Die Halbinsel, auf der die Stadt Freetown liegt, stellt sich von See aus als eine überraschend schöne, vielgliederte Gebirgslandschaft dar von einer ausgesprochen üppigen Vegetation. Die hohen Kuppen, deren sanft geschwungene Linien sich überschneiden, sind bis zum Gipfel bewaldet. Der Leicester-Pik und der Gloucester-Pik erreichen Höhen von 700 bis 800 m und erinnern in ihren Formen an die Gebirge auf der Kap-Halbinsel, wie der Löwenkopf und Löwenrumpf, worauf wohl auch der Name Sierra Leone, Löwengebirge, zurückzuführen sein wird. Die große Negerstadt, deren ehemalige Weillblechhütten jetzt durch stattliche Stein- und Holzhäuser nach europäischem Stil ersetzt sind, gruppiert sich in zwei Stadtteile mit breiten sauberen Straßen zu Füßen des überragenden Tower Hill, auf dem die englischen Truppen und die die Stadt bestreichenden Geschütze untergebracht sind, während die hübschen, von Gärten umgebenen Bungalows der Europäer außerhalb der Stadt auf dem Hügel von Wilberforce an der Whitemans Bay liegen. Die Reede, die gegen den Südostwind geschützt ist und die einen regen Dampferverkehr, im Jahre etwa 1000, aufweist, ist eine Bucht in der Mündung des breiten Rokel River mit seinem weitverzweigten Flußdelta. Der Fluß verursacht bei Ebbe, namentlich in der Regenzeit, eine Stromstärke von 4 bis 5 sm in der Stunde, jedoch ist der Ankergrund vorzüglich. Die Stadt mit ihrem Gemisch der verschiedensten Negerrassen, hauptsächlich den aus dem Innern Afrikas kommenden Mohammedanern und den aus Nordamerika freigelassenen Sklaven, Kreolen genannt, dann den helleren Syrern und Indern, bietet viel Interessantes. Die farbigen Einwohner genießen die gleichen Rechte wie die Europäer, es gibt schwarze Richter, Ärzte, Rechtsanwälte, Pfarrer und Zeitungsreporter. Durch Vermittlung der wenigen Deutschen, die hier langsam sich wieder ihre alte Stellung zurückeroberten, wurden einige Ausflüge nach Hill-Station und auf den Leicester-Pik in den frühen Morgenstunden unternommen, sowie eine Fahrt nach Waterloo (Tafel 6, Figur 11), der ersten Station an der ins Innere führenden Eisenbahn. Die Aufnahme des Schiffes durch den Generalgouverneur war höflich und korrekt, mit den Klubs der Offiziere und Beamten der Garnison wurden Besuche ausgetauscht, sowie mit dem drei Tage auf Reede liegenden englischen Kreuzer „Lovestoft“, der uns schon von Kapstadt her bekannt war und nun in seine Heimat zurückkehrte.

In Freetown traten wiederholt Nachtgewitter mit starkem Regen auf, während es bei Tag stets trocken blieb, wobei die Luft jedoch hohe

Feuchtigkeit aufwies, ein Umstand, der das Klima sehr ungesund macht. In der Nacht des 6. November setzte ein besonders heftiger Tornado mit starkem Gewitter ein, der etwa eine Stunde dauerte, einen starken Gischt auf dem Wasser aufwühlte und ein Beiboot von der Backspier losriß, das jedoch am Heck des Schiffes wieder eingefangen werden konnte. Aus dem Dampfer „Winfried“, der mit drei Tagen Verspätung eintraf, wurden die bestellten 300 t Kohlen und Nachschub an Bord genommen und dann am 10. November 5,30 Uhr vormittags ausgelaufen. Vor der Einfahrt in die Bucht wurde noch eine Deviationsbestimmung der Kompassse nach der Sonne vorgenommen und dann die Arbeiten auf Profil X begonnen.

Die Arbeiten auf Profil X von Freetown bis Fernando Poo.

Das Profil X dient einer Sonderaufgabe, der Erforschung des Guinea- und des Süd-Äquatorialstroms auf 2 Nordwärtschnitten in etwa 10° W und 1° W. Durch die Verschiebung des ursprünglichen Reiseplans mußte eine Änderung in der Anlage der Stationen stattfinden, über die in dem ozeanographischen Bericht das Nähere ausgeführt wird. Zunächst wurde von Freetown aus eine Station (220) auf 5° N und 15° W angesteuert und auf diesem Kurse die Orontes- und die Duplex-Bank durch Lotungen nachgeprüft; auf beiden Bänken wurde als geringste Tiefe 21 m gefunden. Von dieser Station aus führen wir dann zunächst auf gleicher Breite nach Osten, bis der Küstenschelf erreicht war, und legten darauf in $9^{\circ} 30'$ W den ersten Nord-Süd-Querschnitt durch Guinea- und Äquatorialstrom, und zwar bis zu 0° Breite. Auf der ersten Station dieses Querschnittes (221) nahmen wir abermals auf dem Küstenschelf Versuchs- und Freilotungen mit dem neuen Behm-Echolot und dem Freilot vor. Unter der Küste beobachteten wir eine stark ausgeprägte Stromkabelung, die offenbar den Neerstrom von dem Guineastrom trennt. Die Bodenproben ergaben hier Sand mit kleinen Muscheln sowie Kalkkorallen und kleine Seesterne. Am 15. November wurde die zweijährige Wiederkehr des Tages der ersten Indienstellung des Forschungsschiffes „Meteor“ durch eine Ansprache des Kommandanten an die Besatzung gefeiert und zum ersten Male unser in der Heimat fertiggestellter Film von der bisherigen Expeditionsfahrt der Besatzung abends auf dem Achterdeck vorgeführt. Auf dem Kurse nach Süden, bei dem die Temperatur im Südostpassat von 30° auf 25° sank, wurden im Guineastrom Stromversetzungen von 19,5 sm im Etmaal und im Äquatorialstrom solche von 28,8 sm im Etmaal beobachtet. Vom Äquator ab steuerten wir dann mit Nordost-Kurs auf den Anfangspunkt des nächsten Nordwärts-Querschnittes auf 1° W und prüften auf diesem Kurse eine fragliche Lotung von 6364 m in $3^{\circ} 35'$ N und $2^{\circ} 15'$ W nach. Trotz genauem Besteck fanden wir auf dieser Position keinen Anhalt für eine Tiefenzunahme, sondern in Übereinstimmung mit der Umgebung eine Tiefe von 4800 m. Auf der Schelfstation des zweiten Querschnittes in der Nähe von Kap Coast Castle wurden abermals Behm-Echolot und Freilote erprobt und dann auf Station 229 in $4^{\circ} 1'$ N und $0^{\circ} 54'$ W im Guineastrom auf 4540 m Tiefe mit zwei Ankern und 6250 m auf Ankergrund aus grau-

braunem Ton geankert. 28 Stunden wurden mit dem Starkstrommesser in 25, 50 mit dem Repetierstrommesser in 100, 200, 400 und 700 m Tiefe Strommessungen vorgenommen und dann eine ozeanographische Station mit Netzfängen angeschlossen. Die astronomischen Bestecke ergaben, daß das Schiff in der Nacht vom 22. zum 23. November um 5 sm nach Nordosten vertrieben war, bei einem Oberflächenstrom, der in der Stunde bis zu 1,3 sm betrug. Nach dem Ankerlichten wurden auf dem zweiten Querschnitt noch bis zum Äquator vier Stationen erledigt. Die beabsichtigte zweite Ankerstation im Äquatorialstrom mußte aufgegeben werden, da im Südostpassat Wind und Seegang zu stark geworden waren. Von dem südlichsten Punkt des zweiten Nordsüd-Querschnittes, etwa auf dem Äquator, nahmen wir Kurs auf die Nigermündung, um dort in Sicht des Feuers Kap Formosa eine Schelfstation zu machen, die geologisch und biologisch von Interesse war. Auf dem Kurse dahin wurden noch die beiden Stationen 234 und 235 erledigt.

Die Echolotungen auf dem so entstandenen Zickzackkurse über den Küstenschelf und den Abfall des Kontinentalsockels ergaben im Verein mit den bisher bekannten Tiefen ein gutes Bild des Kontinentalabfalles zwischen Sierra Leone und Fernando Poo.

Die Witterungsverhältnisse auf Profil X gestalteten sich wie folgt:

Trotz der Küstennähe zeigte der Gang des Luftdrucks außerordentliche Gleichmäßigkeit. Sein Tagesmittel von 758,7 mm schwankte nur zwischen 760 mm und 757,7 mm. Auch Gewitterböen am 12. und 13. November brachten bloß geringfügige Störungen im täglichen Gang.

Bei der Temperatur wurden im allgemeinen Höchstwerte des Tagesmittels von $27\frac{1}{2}^{\circ}$ in der Küstennähe beobachtet, die auf den beiden Nordsüd-Querschnitten unter dem Äquator auf 24° am 17. November und 25° am 27. November sanken. Im Gesamtdurchschnitt betrug das Temperaturmittel $26,3^{\circ}$ bei einer mittleren Feuchtigkeit von 82 %. Die beiden Gewitterböen am 12. und 13. November waren mit Temperaturstürzen von 3° verbunden, die sich nach dem Vorübergang der Störungen rasch wieder ausglich.

Der Himmel war überwiegend stark bewölkt, so daß sich eine mittlere Bewölkung von $\frac{9}{10}$ ergab. Von den 23 Tagen waren 9 mit meßbarem Niederschlag, der eine Gesamtmenge von 68 mm brachte. Besonders ergiebige Regen fielen am 12. November mit 14 mm und 13. November nachts und vormittags mit 21 mm ohne Gewitter. Bei Annäherung an die Küste wurde regelmäßig intensives Wetterleuchten beobachtet.

Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug nur 5,2 m/sek; als Höchstwerte wurden am 25. und 26. November zeitweise 9 m/sek gemessen. Die Windrichtung schwankte dauernd zwischen Südwest und Südost, ohne diese Quadranten jemals zu verlassen.

Die Beobachtung des Tierlebens auf Profil X zeigte, daß einigermaßen regelmäßig die Sturmschwalben dem Schiff folgten, während andere Vögel selten waren. In den ersten Tagen nach Verlassen von Freetown waren wieder Landschwalben, und zwar Rauchschwalben, an Bord gekommen, und bei Annäherung an Fernando Poo flogen wiederholt, abends vom Licht angelockt, Seeschwalben an Deck. Fliegende

Fische waren dauernd vorhanden, Haie wurden dreimal, Delphine viermal und Wale gar nicht beobachtet. An zwei Beobachtungsstationen traten Tintenfische auf. Von niederen Tieren kamen mehrfach Blasenquallen und einmal, in großer Zahl, Feuerwalzen zur Beobachtung, andere nur selten.

Insgesamt kamen auf Profil X 17 ozeanographische Stationen mit 91 Serien und 673 korrespondierenden Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt zur Durchführung. Die Verdunstungsmessungen litten wie auf dem vorigen Profil unter dem starken Flugaschenfall und den Niederschlägen, so daß nur acht Messungen ungestört durchgeführt werden konnten. Vergleichsmessungen der Lufttemperatur und -feuchtigkeit vom Boot und Schiff aus wurden einmal gemacht. Die biologischen Arbeiten erstreckten sich, um die Verhältnisse im Guinea- und Äquatorialstrom kennen zu lernen, in erster Linie auf die Bearbeitung der oberen Wasserschicht. Sie bestanden in der Untersuchung von 59 Zentrifugenfängen, 19 Sedimentierproben, 22 Schließnetzfängen, 3 Fängen mit dem Apsteinnetz und 17 mit der Deckwaschpumpe. Die chemischen Analysen bestanden in:

414	Bestimmungen des Sauerstoffs,
427	„ der Wasserstoffionenkonzentration,
289	„ der Phosphorsäure,
32	„ des Kohlensäuredruckes,
60	„ der Alkalinität.

Im ganzen wurden 19 Drahtlotungen ausgeführt und 18 Bodenproben erhalten, davon 14 mit der Stoßröhre, die längste mit 79 cm und 4 mit dem Bodengreifer. Der Übelstand, daß bei sehr weichem Boden die Stoßröhre so tief einsinkt, daß das Fallgewicht die Verschlussklappe nicht auslöst, wurde durch eine Abänderung der Auslösvorrichtung am Kopf der Stoßröhre mit gutem Erfolg behoben. Um weitere Unterlagen für die Bestimmung der Schallgeschwindigkeit im Wasser zu haben, somit eine Kontrolle der Echolottiefen und auch der Drahtlotungen, wurden mit der Stoßröhre ein geschütztes und ein ungeschütztes Tiefseethermometer, von jetzt ab regelmäßig, mit heruntergegeben, aus deren Temperaturdifferenz der Druck bzw. die wahre Tiefe berechnet werden kann.

Die aerologischen Beobachtungen bestanden in 44 Pilotballonaufstiegen mit einer mittleren Höhe von 7900 m, wobei 27 Visierungen eine Höhe von 5000 m, 14 eine solche von 10 000 m und 7 eine solche von 15 000 m überschritten. Die größte Höhe betrug 19 500 m. 10 Drachenaufstiege erreichten eine mittlere Höhe von nur 2000 m und eine höchste von 3900 m, da es meistens nicht möglich war, die windschwache Schicht zwischen 1500 m und 3000 m zu durchstoßen. Am 24. September wurde bei günstigem Wetter ein Registrierballonaufstieg gemacht. Von dem Ballongespann platzte jedoch einer vorzeitig in 5000 m. In einstündiger Verfolgung kam das Schiff bis etwa vier Seemeilen an den Signalballon, der den Apparat über Wasser hielt, heran, als auch dieser vorzeitig platzte. Trotz langem Suchen konnte das Instrument nicht aufgefunden werden. Das Ballonmaterial muß in den Tropen trotz kühler Aufbewahrung sehr gelitten haben.

Auf allen Beobachtungsstationen wurden wieder Messungen der Sichttiefe des Wassers und Bestimmungen der Kimmtiefe vorgenommen. Am 2. Dezember wurde auf $3^{\circ} 48' N$ und $8^{\circ} 29' O$ der Kuhlmannsche Hochseepegel auf 92 m Wassertiefe ausgesetzt, nachdem die beschädigten Bourdonröhren mit Bordmitteln wiederhergestellt waren. Das Aussetzen des Pegels und Verankern von Bezeichnungsbojen, das zuletzt im Scheinwerferlicht stattfand, nahm $1\frac{1}{2}$ Stunden in Anspruch. Pegel und Bojen blieben während unseres Aufenthaltes in Fernando Poo liegen, das dortige Gouvernement und die Schiffahrtskreise wurden von der Lage des Pegels und der Bojen funkentelegraphisch in Kenntnis gesetzt. Am 25. November waren zum erstenmal am Steuerbordkessel Rohrleckagen in größerem Umfange aufgetreten, so daß mehreremal die betreffenden Rohre mit Stahlpfropfen dichtgesetzt werden und wegschmoren mußten. Während der Reparaturzeit konnte nur mit einem Kessel Dampf gefahren werden. Die Leckagen sind auf die außerordentlich starke Beanspruchung der Kesselanlage zurückzuführen, die nunmehr seit zwei Jahren zu 100 % dauernd in Betrieb war. Während des Aufenthaltes in Pernambuco ist beabsichtigt, aus der Heimat bestellte neue Kesselrohre einzuziehen. Mit dem an der Bordwand einmal entlangschleifenden Planktonnetz waren gelegentlich Muscheln von dem Bewuchs des Schiffsbodens mit heraufgebracht worden, die darauf schließen ließen, daß das Schiff, wie an der westafrikanischen Küste nicht anders zu erwarten war, sehr stark mit „Seepocken“, Krebstieren aus der Gruppe der Rankenfüßer (Balaniden), weniger mit Tang bewachsen ist. Auch durch den Taucher, der im Hafen von Santa Isabel die Bodenventile von dem Bewuchs zu reinigen hatte, wurde eine starke Bewachsung namentlich an der Unterkante des Schiffsbodens zwischen den Dock- und Schlingerkielen festgestellt. Es wurde darauf versucht, von den Beiboote aus den Schiffsboden mit Balken und Ketten abzukratzen, was jedoch nur in geringem Maße gelang, so daß das Schiff einen merklichen Fahrtverlust erlitten hat. Von einer Dockung des Schiffes, wofür in Afrika nur Lagos und in Südamerika nur Bahia oder Pará in Frage kommt, habe ich aus Gründen der Zeit- und Kostenersparnis Abstand genommen. Es wird weiter versucht, den Bodenbewuchs abzukratzen.

Auf der Pegelstation erhielten wir am 2. Dezember nur eine Peilung nach der schwach sichtbaren Nordosthuk der Insel Fernando Poo, Europa Point, und eine Sonnenstandlinie. Im Dunst waren schwach die Höhen der Insel zu erkennen, der Pic war nicht sichtbar. Nachts steuerten wir den Hafen von Santa Isabel an, der an den hellen Lichtern der elektrischen Straßenbeleuchtung der Stadt kenntlich ist, während das schwache rote Hafenfeuer und die grünen Richtlichter für die Einfahrt erst auf etwa 3 Seemeilen in Sicht kommen, d. h. wenn man sich unmittelbar vor der schmalen, durch die Barre führenden Einfahrt, in der starker Querstrom setzt, befindet. Teilweise wurden auch die Richtlichter durch den im Hafen liegenden Dampfer „Winfried“ verdeckt. In seiner Nähe wurde in dem engen, kreisrunden Hafen, einem Kraterkessel, in dem ein deutlich ausgebildeter Drehstrom zu beobachten war, um 10,15 Uhr abends geankert.

Am folgenden Morgen bot sich uns ein überraschend schönes Land-

schaftsbild. In nächster Nähe vom Schiff steigen schroff die dunkelbraunen, mit üppigem, grünem Strauchwerk bestandenen Kraterwände auf, an deren Rand, wie in einem Zirkus, die stattlichen weißen Europäerhäuser, die Kasernen und die stolze neuerbaute Kathedrale, neben einer älteren kleinen Kirche, stehen. Dazwischen zeigen schlanke Kokospalmen ihre zierlichen Wedel, und breitauslaufende Eukalyptusbäume werfen tiefe Schatten. Hinter der Stadt erheben sich sanft die mit dichtem Urwald bewachsenen Höhen, deren dunkles Grün unterbrochen wird von dem helleren der Kakao- und Bananenpflanzungen. Auf halber Höhe sieht man die Häuser des 300 m hoch gelegenen Basilé, wo Pflanzungen, Wohnhäuser und das Privathaus des Generalgouverneurs aus dem Grün des Urwaldes aufleuchten. Darüber erhebt sich in kühner Kegelform der stolze 3050 m hohe, vulkanische Pico de Santa Isabel, der sich scharf von dem blauen Himmel abhebt, während Nebelschwaden über den tiefen Schluchten des Hochgebirges stehen. Jetzt, in der Zeit des Harmattan, ist der Pic selten zu sehen, erst meist gegen Abend bot sich uns öfters das prachtvolle Bild des Pic, der dann in zarten, violett-blauen Tönen vor dem roten Abendhimmel stand.

Der Aufenthalt in Fernando Poo war reich an schönen Ausflügen. Einige Offiziere und Wissenschaftler unternahmen mit dem deutschen Küstendampfer „Wajao“, der im Auftrage des Gouverneurs die Fahrten nach Kamerun und Spanisch-Guinea sowie den südlich von Fernando Poo gelegenen Inseln, Principe, São Thomé und Annobón ausführt, einen viertägigen Ausflug nach Victoria und Duala in unserer alten Kolonie Kamerun sowie nach dem spanischen Bata. Sie wurden von den Deutschen, die zum großen Teil wieder auf ihren alten Pflanzungen sitzen, herzlich aufgenommen. Acht Wissenschaftler und Offiziere unternahmen unter Führung ortskundiger Deutscher eine anstrengende, aber unvergeßlich schöne, viertägige Durchquerung der Insel mit Märschen durch Urwald und Farnenwälder von Concepcion Bay im Osten über die Hochebene von Moka (Tafel 7 in Abb. 13) und den 1400 m hohen Hochpaß zwischen dem Pic und der Südkordillere nach Musola und dem lieblichen Hafen von San Carlos im Westen (Tafel 7, Abb. 12), überall von den Missionaren, den deutschen Pflanzern und Kaufleuten auf das gastlichste aufgenommen. Die Mannschaften fuhrten mit Lastautos und der Eisenbahn zu Tagesausflügen nach Basilé und einigen deutschen Pflanzungen. Die spanischen Behörden und die Bevölkerung der Insel, die schon im Kriege durch die gastliche Aufnahme der deutschen Truppen, Beamten, Pflanzler und Eingeborenen aus Kamerun, im ganzen 14 000 Menschen, ihre Freundschaft für Deutschland bewiesen hatten, bereiteten dem Schiff einen freundlichen Empfang und gewährten ihm alle möglichen Erleichterungen.

Im Hafen unternahmen der Geologe und der Biologe eine erfolgreiche Exkursion am Steilufer des Kraterandes auf Korallen und Gesteine, und auf der Station der „Carnegie“-Expedition wurden sämtliche erdmagnetischen Elemente bestimmt. Eine erfolgreiche Filmexpedition brachte interessante Aufnahmen aus den Dörfern der Eingeborenen Bubé, die noch ziemlich unberührt von der Kultur hier

hausen. Vom Dampfer „Winfried“ nahmen wir 400 tons deutsche Kohle und die Nachschubgüter, darunter auch die Weihnachtstkisten, über und dazu 40 tons Kohlen für den Verbrauch während der Dauer des Hafenaufenthaltes von dem Dampfer „Wajao“, der sie aus Victoria für uns mitgebracht hatte. Zweimal mußte in der Nähe der kleinen Anlegebrücke geankert und mit dem Heck an Land festgemacht werden, um mit einem Schlauch Frischwasser aus der Stadtleitung überzunehmen. Nachdem der Dampfer „Wajao“ das von uns bestellte Vieh in Duala nicht hatte übernehmen können, wurden „Meteor“ durch das Entgegenkommen des Alkalden von Santa Isabel zwei Rinder von den in Moka weidenden 1200 Stück Zuchtvieh zur Verfügung gestellt, die nach Concepcion Bay getrieben wurden, wo wir sie schlachten und übernehmen mußten.

Die Arbeiten auf Profil XI von Fernando Poo nach Pernambuco.

Die Fahrt nach Concepcion Bay, das an der Südostecke der Insel Fernando Poo liegt, wurde dazu benutzt, Lotungen im Norden und Osten der Insel innerhalb der 100 m-Tiefengrenze vorzunehmen, wobei sich aus den Peilungen der Huken und Berge die Ungenauigkeit der Vermessung der Insel ergab, die der Seekarte zugrunde gelegt ist. Die Fahrt führte dicht an dem mit Urwald bestandenen Ufer vorbei, an dem ab und zu einige Finquas, meist Kakaopflanzungen, und höher in den Bergen stattliche Bubédörfer zu beobachten waren. Bei Dunkelwerden ankerten wir in der nach Osten offenen, ungeschützten Concepcion Bay in der Nähe der Polizeistation, und hier wurde das Vieh im Scheinwerferlicht an Land unter Beihilfe der Eingeborenen geschlachtet und an Bord genommen. Unsere nächste Aufgabe war, den 14 Seemeilen von der Nordwestecke der Insel entfernt ausgelegten Hochseepiegel zu lichten. Den Kurs dorthin wählten wir um die Ost-, Süd- und Westküste der Insel, wo zum Teil überhaupt noch keine Lotungen vorlagen. Trotz sehr unsichtigem Wetter, das erforderte, auf eine Seemeile Abstand an die Küste heranzugehen, wurde eine vollständige Lotungslinie um die Insel gelegt, wobei überall große Tiefen gefunden wurden, mit Ausnahme der Westküste nördlich von dem Hafen San Carlos, wo einzelne Felsen vorgelagert sind. Das Wetter war so neblig geworden, daß wir trotz Suchens auf Zickzackkursen die Bojen des Pegels auf ihrer Position nicht fanden, so daß ich mich entschloß, abermals Santa Isabel anzusteuern, um für den nächsten Tag ein sicheres Abgangsbesteck zu haben. Um 11 Uhr nachts ankerten wir außerhalb der Barre vor Santa Isabel und fanden am nächsten Morgen die große, am Pegel vertäute Ankerboje, während eine zweite Flaggenboje, die zur Bezeichnung etwa 300 m von der ersteren entfernt ausgelegt war, offenbar durch den starken Strom vertrieben war. Der Pegel wurde in $\frac{3}{4}$ Stunden aufgenommen und eine ozeanographische Station (237) mit Drahtlotung, Netzfängen und Vergleichsmessungen der Lufttemperatur und -feuchtigkeit vom Boot und Schiff aus vorgenommen. Die Registrierung des Pegels, die 14 Tage gearbeitet hatte, zeigte keine Gezeitenkurve, offenbar dadurch, daß der Pegel im tiefen Schlick auf der Seite gelegen hatte, so daß das Zutritts-

rohr im unteren Kessel von Schlick verstopft war. Der nächste Versuch vor Pernambuco wurde auf möglichst schlickfreiem Grunde ausgeführt.

Nachdem noch eine Deviationsbestimmung nach der Sonne ausgeführt worden war, wurde das Profil XI mit den Stationen 237 bis 240 begonnen und dann ein Vorstoß nach Süden unternommen, um die Station 241 durchzuführen, die den ozeanographischen Längsschnitt durch das afrikanische Becken auf etwa $3,8^{\circ}$ S und $1,0^{\circ}$ O ergänzen soll. Auf dem Kurse dorthin ergaben die Echolotungen eine bisher unbekannte Abnahme der Tiefen von 4500 m auf 2500 m und 2200 m, an welchen Stellen Drahtlotungen zur Erlangung von Bodenproben ausgeführt wurden. Diese Lotungen im Verein mit den ozeanographischen Befunden lassen auf das Vorhandensein einer in etwa nordöstlicher Richtung verlaufenden Verbindungsschwelle zwischen der Südatlantischen Schwelle und dem Festlandssockel schließen. Ebenso scheinen, wie bereits früher vermutet, die Inseln Fernando Poo, Principe, San Thomé und Annobón auf eine Schwelle hinzudeuten, die eine Verlängerung des Kamerungebirges nach See zu in südwestlicher Richtung darstellt. Bei dem Passieren des Äquators, zum zweiten Male auf der Expedition von Norden her, wurde die übliche Linientaufe an den eingangs aufgeführten, neu an Bord kommandierten Besatzungsangehörigen vollzogen.

Am 22. Dezember ankerten wir nach Durchführung der erwähnten ozeanographischen Stationen 241 mit Drahtlotung und Netzfang auf 3900 m Tiefe mit zwei Ankern und 5600 m Trosse. Hier wurden während 25 Stunden zunächst ozeanographische Serien bis zu 2500 m Tiefe und dann während weiterer 40 Stunden Strommessungen in der Kernschicht des Nordatlantischen Tiefenstromes, in 2000 m Tiefe mit dem Merz-Ekmanschen Schwachstrommesser vorgenommen. Während der ganzen Zeit wurde der Oberflächenstrom mit dem Reelingslog und der Strom in 25 und 50 m Tiefe mit dem Starkstrommesser gemessen.

Auf dieser Ankerstation feierten wir auf hoher See unser zweites Weihnachtsfest fern von der Heimat mit einem Gottesdienst auf dem mit Flaggen und Palmzweigen ausgeschmückten Achterdeck und mit einer Bescherung der wiederum in Fülle aus der Heimat gesandten, liebevoll ausgesuchten Geschenke, um dann am 25. Dezember vormittags Anker zu lichten und den Marsch nach Nordwesten auf dem Kurs des Profils XI fortzusetzen. Obwohl in Fernando Poo zweimal die Chininprophylaxe von allen Besatzungsangehörigen angewandt worden war, traten leider gerade in den Weihnachtsfeiertagen zehn Fälle von schwerer Malaria tropica auf, die nur dadurch zu erklären sind, daß wahrscheinlich in Santa Isabel, wo das Schiff zweimal zum Wasserergänzen dicht unter Land liegen mußte, Anopheles an Bord gekommen waren und sich so lange gehalten hatten. Durch Chinineinspritzung wurden die Kranken bald wiederhergestellt und eine weitere Chininausgabe an die gesamte Besatzung angeordnet.

Der Hauptkurs des Profil XI führte etwa in West zu Südrichtung nach Pernambuco, wobei die südlichste Station des zweiten Nordsüd-Querschnittes auf Profil X mit in das Profil XI einbezogen werden konnte. Am 29. Dezember machten wir auf $9^{\circ} 30'$ W die Station 243, die eine Fortsetzung des ersten Nordsüd-Querschnittes von Profil X

bildet. Bei den bisherigen Serienmessungen hatte wieder vielfach das Auftreten zahlreicher Feuerwalzen die Arbeiten erschwert, indem öfters die Fallgewichte nicht herabglitten und die Wasserschöpfer nicht auslösten.

Die Echolotungen ergaben östlich der Südatlantischen Schwelle gleichmäßige Tiefen von 4000 bis 5000 m, dann eine weitere Ausdehnung der Schwelle nach Osten, als bisher angenommen, und auf der Südatlantischen Schwelle mehrere Erhebungen, von denen die höchste bis 1750 m Tiefe aufragte. Hier ergab eine mit dem Monacogreifer gewonnene Bodenprobe ein Stück eines basaltischen Gesteins.

Am 31. Dezember veranstalteten wir eine fröhliche Silvesterfeier mit anschließender Beobachtungsstation (245) und am 2. Januar trafen wir, nach vorheriger funkentelegraphischer Vereinbarung auf unserer Beobachtungsstation 246 mit dem Kreuzer „Emden“ zusammen, dessen Kommandant es eingerichtet hatte, auf seinem Kurse von den Kanaren nach St. Helena den Kurs des „Meteor“ in etwa 3° S und 17° W zu kreuzen. Mehrere Stunden lagen beide Schiffe zusammen, und wir hatten Gelegenheit, den stolzen, schmucken Kreuzer mit seiner modernen Armierung und seinen zweckmäßigen und schönen Wohn- und sonstigen Einrichtungen, ein Muster deutscher Schiffsbaukunst, zu besichtigen und mit den Kameraden ein frohes Wiedersehen zu feiern, gerade ein Jahr, nachdem wir in dem argentinischen Hafen Puerto Madryn mit dem Kreuzer „Berlin“ zusammengetroffen waren. Über Funkpeilungen, Echolotungen, nautische und militärpolitische Auslandsfragen wurden Erfahrungen ausgetauscht.

Nach dem Verlassen der Südatlantischen Schwelle sollten wir nach mehreren Lotungen des amerikanischen Vermessungsschiffes „Dolphin“ auf Tiefen über 6000 m treffen. Für diese großen Tiefen wurde die vordere Serienmaschine mit neuer Stahldrahtlitze bewickelt, um Abreißer bei der schon stark beanspruchten Bronzelitze zu vermeiden. Die Echolotungen ergaben jedoch zunächst keine Tiefen über 5000 m, auch als wir am 5. Januar einen Lotungspunkt des „Dolphin“ mit 6537 m Tiefe in $3,5^{\circ}$ S $22,5^{\circ}$ W direkt mit genauem Besteck ansteuerten. Auch hier fanden wir als Höchsttiefe nur 5200 m, so daß anzunehmen ist, daß die in den Jahren 1850 bis 1860 ausgeführten Lotungen fehlerhaft sind.

Nach dem Passieren dieser Lotungsstelle des „Dolphin“ wurde auf unserem weiteren Kurse nach Westen als größte Tiefe 5790 m gefunden. Die Tiefen betragen bis zu dem sehr steilen Anstieg des Küstensockels zwischen 4000 und 5000 m mit starken Schwankungen. Die in dem brasilianischen Becken beabsichtigte zweite Ankerstation auf Profil XI mußte wegen Kohlenknappheit ausfallen. Denn, obwohl während der zweiten Hälfte des Profils der Südostpassat Segelführung gestattete und der Strom fast ständig in der Kursrichtung setzte, war die Gesamtmarschgeschwindigkeit wegen der vorerwähnten Bewachung des Schiffsbodens nur gering, und der durch sie erzeugte Reibungswiderstand im Wasser erforderte erhöhte Maschinenleistung und somit höheren Kohlenverbrauch.

Die Witterungsverhältnisse auf Profil XI scheiden sich deutlich in zwei Perioden.

1. Vom 14. bis einschließlich 26. Dezember befand sich das Schiff im Bereiche des Guineastromes. Die Bewölkung war meist stark und verschiedenartig. Fast täglich kam es zu Regenfällen, die jedoch den Betrag von 3 mm nie überschritten. Der Luftdruck stieg ganz allmählich von 756,5 mm auf 759 mm, während schwacher Wind dauernd zwischen SSW und SSO schwankte. Die Temperatur sank langsam von 28° auf 25°, bei einer ziemlich gleichbleibenden relativen Feuchtigkeit von 82 bis 84 %.

2. Am 27. Dezember unter 1° S und 4° W war das Gebiet des Südostpassats erreicht, der nun bis in die Nähe der südamerikanischen Küste sehr gleichmäßig mit 6—8 m/sek blies. Dabei ging seine Richtung allmählich von SzO auf SOzO herum. Die Temperatur blieb sehr konstant auf 25° und stieg erst bei Annäherung an die Küste wieder auf 27½°. Die relative Feuchtigkeit hatte noch bis 20° Westlänge Beträge von über 80% und sank erst dann auf 75%. Meßbare Niederschläge fielen im Passatgebiet nicht, der Himmel war überwiegend heiter. Am 8. Januar unter 31° W machte sich bereits der Küsteneinfluß geltend. Zwei starke Regenschauer brachten in der Nacht vom 8. zum 9. Januar 32 mm Niederschlag. Der SO-Wind steigerte sich dabei auf 12 m/sek und hielt auch nachher mit ziemlicher Frische an, während der Himmel sich wieder aufheiterte und in intensivem Blau strahlte.

Die Beobachtung des Tierlebens auf Profil XI ergab folgendes: Sturmschwalben kamen an einigen Tagen, andere Vögel seltener. Am 17. Dezember war eine Landschwalbe an Bord. Fliegende Fische waren dauernd vorhanden. Mehrfach wurden Goldmakrelen (*Coryphaena*) und Bonitos beobachtet. Ein Hai erschien nur einmal nahe der brasilianischen Küste (am 10. Januar), Delphine wurden zweimal, am 26. Dezember in großer Zahl, gesehen. Am 5. Januar waren Pottwale beim Schiff. Mehrfach erschienen nachts an den Stationen Tintenfische. Vom 20. Dezember bis 5. Januar waren regelmäßig, oft in großer Zahl, nachts Feuerwalzen vorhanden. Verschiedene andere niedere Tierformen, darunter wiederholt sehr große Blasenquallen, wurden beobachtet. Das Profil zeichnete sich auf der vom 20. Dezember bis 5. Januar durchfahrenen Strecke durch ungewöhnlichen Reichtum an Oberflächentieren vor den früheren Profilen aus.

Am 11. Januar frühmorgens kündete das Auftreten der landesüblichen primitiven Fischerflöße, Jangadas, die Nähe der brasilianischen Küste an. Auf eine Entfernung von 16 sm kamen die Türme der Kirchen und Kapellen von Olinda in Sicht, der ältesten Siedlung von Pernambuco. Hier setzten wir in 8° 5,2' S und 34° 34' W auf etwa 70 m Wasser den Kuhlmannschen Hochseepiegel auf sandigem Grund aus, der durch eine Spitztonne und eine Flaggenboje bezeichnet wurde. Die Lage und die Dauer des Ausliegens des Pegels wurde den Schiffahrtskreisen und der Regierung von Pernambuco mitgeteilt. Auf derselben Position wurde eine Schelfstation (253) gemacht und dann um 10 Uhr vormittags in den Hafen von Recife eingelaufen und nach Verankern von Bug und Heck am Kai festgemacht.

Insgesamt kamen auf Profil XI 17 ozeanographische Stationen mit 110 Serien und 768 korrespondierenden Beobachtungen von Temperatur

und Salzgehalt zur Ausführung. Die Verdunstungsmessungen wurden in gewohnter Weise durchgeführt, einmal vom Boot und Schiff aus Vergleichsmessungen von Lufttemperatur und Feuchtigkeit.

Die biologischen Untersuchungen erstreckten sich auf 73 Zentrifugenproben, 22 Sedimentierproben, 19 Schließnetzfüge, 6 Fänge mit dem Apsteinnetz, 16 Fänge mit der Deckwaschpumpe.

Die chemischen Analysen bestanden in:

466	Bestimmungen des Sauerstoffs,
463	„ der Wasserstoffionenkonzentration,
286	„ „ Phosphorsäure,
36	„ „ Kohlensäure,
56	„ „ Alkalinität.

Im ganzen wurde 20mal mit der Lucaslotmaschine gelotet und mit der Stoßröhre 15 und dem Greifer 5 Bodenproben erzielt.

Außer den regelmäßigen meteorologischen Registrierungen und Terminbeobachtungen wurden an zwei Tagen Strahlungsmessungen ausgeführt. Die Pilotvisierungen, die wegen Nachlassens der Güte des Ballonmaterials und frühzeitigen Platzens der Ballone öfters wiederholt werden mußten, ergaben 57 Aufstiege mit einer mittleren Höhe von 8750 m, 29 Aufstiege überschritten 5000 m Höhe, 18 diejenigen von 10 000 m und 8 die Höhe von 15 000 m. Die größte Höhe betrug 18700 m. 11 Drachenaufstiege erreichten nur eine mittlere Höhe von 1800 m, da es selten gelang, die windstille Schicht in 800 bis 1000 m Höhe zu durchstoßen.

Dritter Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen.

(Beobachter: Dr. Böhnecke, Dr. Meyer, Dr. Schumacher, Dr. Wüst.)

Von G. Wüst.

Der allgemeine Verlauf der Profile VI bis XI sowie die Anzahl der Stationen richtete sich wie bei den früheren Profilen nach dem Reiseplan von Professor Merz. Nautische Erwägungen (vgl. Bericht des Expeditionsleiters) ließen es zweckmäßig erscheinen, die Reihenfolge der Profile VI und VII zu vertauschen. Die Anordnung der Stationen innerhalb der Profile wurde von den angetroffenen ozeanographischen Verhältnissen abhängig gemacht. Welche Überlegungen hierfür maßgebend und inwieweit Erweiterungen bzw. Einschränkungen der ozeanographischen Arbeiten notwendig wurden, sei in folgendem dargestellt.

Die Arbeiten auf Profil VI.

Die Fahrt von Kapstadt bis zum eigentlichen Beginn des in 15° S verlaufenden Profils wurde zu regelmäßigen Oberflächenbeobachtungen im südwestafrikanischen Auftriebsgebiet und zur Lösung von morphologischen Aufgaben ausgenützt. In Verbindung mit letzteren wurde etwa in 19° S und 10½° W am Nordfuß des Walfischrückens Station 140 bei 3000 m Wassertiefe als Anschlußstation zwischen Profil VI und VII erledigt.

Die erste Station (141) auf der geographischen Hauptbreite wurde in die große Fischbucht gelegt, der dann bis zum Fuße des Kontinentalabfalls in engem Abstände drei Stationen (142—144) folgten. Bis St. Helena wurden dann auf Tiefen von mehr als 5000 m noch 4 Stationen (145—148) durchgeführt. Auf Station 147 in 0° Länge wurde bei 5700 m nach Erledigung der üblichen Stationsarbeiten geankert und während 50 Stunden Strommessungen mit dem Ekman-Merz-Strommesser in 30 m und in den Kernschichten der Tiefenströme

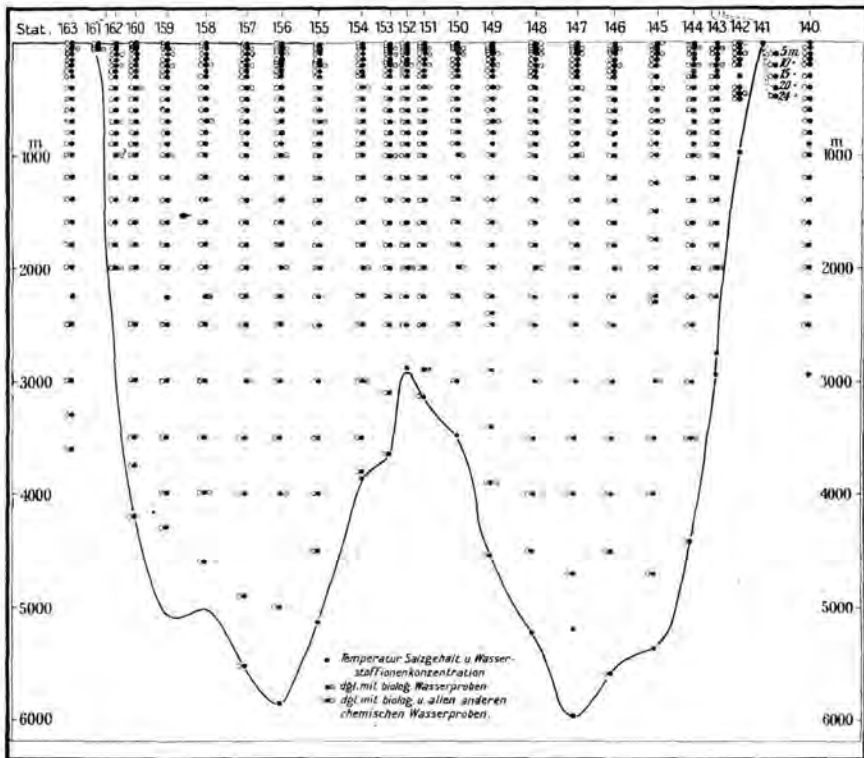


Abb. 6. Arbeiten auf Profil VI (15° S).

— 700 m und 2500 m — ausgeführt. Bei den sich wider Erwarten ungünstig gestaltenden Wetterbedingungen mußte das geplante gleichzeitige Beobachten in verschiedenen Tiefen nach Verlust eines Instruments (infolge Verwicklung der Drähte) aufgegeben werden. Hier wie bei den übrigen Stationen des Reiseabschnittes war das massenhafte Auftreten von Quallen und Feuerwalzen sehr störend, so daß häufig die Instrumente versagten. So erhielten wir aus 2500 m unter 10 Strommessungen (von 30—60 Minuten Messungsdauer) nur 8 brauchbare, aus 700 m unter 13 sogar nur 6, aus 30 m 49 gelungene Messungen. Alle 6 Stunden wiederholten wir nebenher die Bestimmungen von Temperatur und Salzgehalt in 0, 25, 50, 75, 100, 150 und 200 m und gewannen auf diese Weise zum erstenmal von verankertem Schiff aus eine Vor-

stellung der Veränderungen, die innerhalb von 60 Stunden im freien Ozean auftreten können. Auf den Reiseabschnitt St. Helena—Abrolhos entfielen 14 Stationen, deren Abstände sich jeweils nach den festgestellten morphologischen Verhältnissen richteten. Infolge des Verlustes der Ankertrasse am Schluß der Station 147 mußte die zweite im Westbecken geplante Ankerstation ausfallen. Das reichgegliederte Relief im Gebiet der Abrolhosbänke wurde ziemlich eingehend in Zickzackkursen ausgelotet. Das Ansteuern der am weitesten nach Osten vorgeschobenen Jaseurbank in etwa $20\frac{1}{2}^{\circ}$ S und 36° W gab Gelegenheit zur Durchführung der Station 163 auf 3500 m Tiefe, welche als Verbindungsstation zwischen Profil VI und VII wertvoll ist. Insgesamt wurden auf Profil VI zwischen Kapstadt und Rio de Janeiro 24 Stationen erledigt. Um die Verlustgefahr zu verkleinern, wurde bei Stationen von mehr als 3000 m Tiefe in 4 Serien (anstatt wie bisher in 3) gearbeitet, indem die Serien folgendermaßen angeordnet wurden:

- Serie I von 0—200 m
- Serie II von 200—1000 m
- Serie III von 1000—2500 m
- Serie IV von 2500 (3000) m bis Boden.

Durch das Einlegen der kurzen Serie I, die nur 20 bis 30 Minuten beanspruchte, wurde es auch möglich, die starke Schichtung der tropischen Deckschichten durch engere vertikale Beobachtungsabstände (25 m) zu erfassen.

Die Arbeiten auf Profil VII.

Profil VII wurde in Abänderung des Reiseplans in einer mittleren Breite von 22° S von Rio de Janeiro ausgehend bis Walfischbucht durchgeführt. Die erwarteten günstigen Wetterbedingungen traten nicht ein, vielmehr zwang fast von Beginn des Profils ab die meist starke Gegenwirkung des Südost-Passats, die ozeanographischen Arbeiten wieder in rascherem Stile, wenn auch in den vorgesehenen Abständen, durchzuführen und auf Sonderuntersuchungen zu verzichten. Trotz der Kohlenlage entschloß sich der Expeditionsleiter, in einer Windpause wenigstens eine der Ankerstationen, wie geplant, auf der Atlantischen Schwelle in $11\frac{1}{2}^{\circ}$ W bei 2500 m Wassertiefe auszuführen. Zum erstenmal arbeiteten wir systematisch mit dem neuen Ekmanschen Repetierstrommesser und erhielten ohne irgendeinen Versager innerhalb 26 Stunden 8 Strommessungsserien aus 50, 100, 150, 200, 300 und 500 m und zurück bis 50 m mit je 4 Messungen in jeder Tiefe. In der Oberschicht (25—50 m) wurden gleichzeitig stündliche Messungen mit dem Stark- und Schwachstrommesser nach Ekman-Merz und stündliche Bestimmungen mit dem Reelingslog (0 m) vorgenommen. In den Strommessungspausen — etwa alle 3 Stunden — führten wir eine ozeanographische Serie (Temperatur und Salzgehalt) von 0—500 m Tiefe aus, so daß wir von derselben Stelle innerhalb 30 Stunden insgesamt 10 Serien besitzen. Die Kohlenlage machte es notwendig, die Stationsarbeiten in $6^{\circ} 30'$ O abzubrechen und die Erledigung der restlichen 5 Stationen auf den Reiseabschnitt Walfischbucht—Loanda zu verschieben. Von diesen 5 Stationen konnten nach Verlassen von Walfischbucht 3 durchgeführt werden, auf die verbliebenen 2, im Nordzipfel

der Kap-Mulde mußte wegen einer notwendigen Umkehr nach Walfischbucht verzichtet werden. Insgesamt wurden auf Profil VII 21 Stationen (164—184) mit 65 Serien durchgeführt. Aus Gründen der Zeitersparnis arbeiteten wir bei Stationen bis zu Tiefen von 4500 m wieder nur in drei Serien (0—800, 800—2250, 2250—4500 m), und nur bei den ganz tiefen Stationen wurden aus Sicherheitsgründen 4 Serien (0—400, 400—1600, 1600—3000, 3000—5500 m) gewählt. Nebenher gingen kurze Wiederholungen von Beobachtungen zwischen 50 und 200 m, die zugleich biologischen Spezialuntersuchungen dienten.

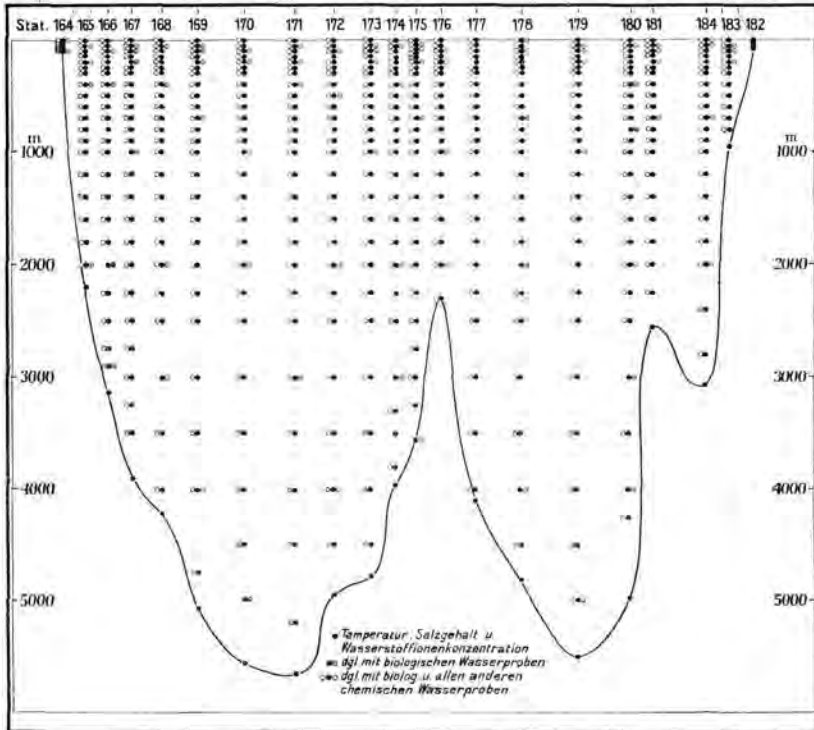


Abb. 7. Arbeiten auf Profil VII (22° S).

Die Arbeiten auf Profil VIII.

Auf Profil VIII gestatteten die günstigen Wetterbedingungen, das ozeanographische Beobachtungsprogramm auf den Stationen wesentlich zu erweitern. Die bisherigen Ankerstationen, auf denen die Serien in regelmäßigen Zeitabständen wiederholt wurden, hatten ergeben, daß die oberen Schichten, insbesondere die Sprungschicht, starke periodische Schwankungen der physikalisch-chemischen Bedingungen mit Perioden verschiedener Länge aufweisen. Um eine Vorstellung von dem Ausmaß dieser Erscheinung auch in den tieferen Schichten zu gewinnen, wurden bei dem ersten Vorstoß von Loanda auf der Ankerstation 186 die Serien bis zu 2250 m Tiefe herab regelmäßig alle 3 Stunden inner-

halb eines Zeitraums von rund 30 Stunden — also insgesamt 9 mal — wiederholt.

Diese Messungen ergaben eine starke, etwa 12stündige Schwankung von Temperatur und Salzgehalt in der in 25 m Tiefe gelegenen Sprungschicht. Die Amplitude betrug hier in der Temperatur $3,6^\circ$, im Salzgehalt gegen $0,25\text{‰}$. Unterhalb der Sprungschicht nahm das Ausmaß dieser Schwankung zunächst sehr stark, dann langsamer ab. Wir fanden in 50—300 m Tiefe die Amplitude der Temperatur zu etwa $0,5^\circ$,

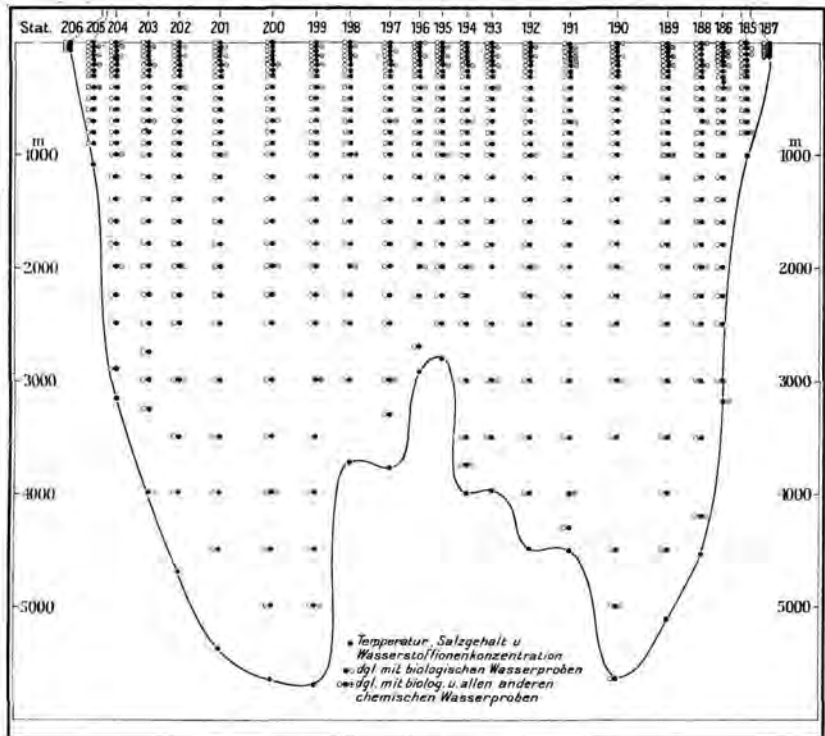


Abb. 8. Arbeiten auf Profil VIII (9° S).

des Salzgehaltes zu $0,05\text{—}0,10\text{‰}$. Die Zahlen stellen Höchstwerte dar, da die Messungen noch nicht auf die gleiche Tiefenlage, welche sich aus den Parallelablesungen an geschützten und ungeschützten Thermometern ergibt, reduziert sind. Unterhalb 800 m betragen die Schwankungen der Temperatur nur noch $0,02\text{—}0,05^\circ$, die des Salzgehaltes blieben schon von 400 m Tiefe ab unter $0,05\text{‰}$. Aus diesen Untersuchungen gelangten wir zu der Auffassung, daß die einmalige Durchführung der obersten 200 m tief reichenden Serie in den Tropen zur Erfassung des mittleren Zustandes und zur dynamischen Berechnung nicht immer ausreicht. Daher wurden auf Profil VIII während der Stationsaufenthalte regelmäßige dreistündige Wiederholungen der obersten Serie (0 bis 200 m) vorgenommen und diese Wiederholungen so oft als möglich auf einen Zeitraum von 12 Stunden ausgedehnt. Diese Untersuchungen

geschahen an der hinteren Lucaslotmaschine, an der bei dem guten Wetter gleichzeitig mit der vorderen Serienmaschine gearbeitet werden konnte. An einigen Stationen wurden die Beobachtungen auch in einzelnen tieferen Niveaus (bis 1000 m) in 6 stündigem Abstände wiederholt. Im übrigen wurde von nun ab wieder in vier übereinandergreifenden Serien (0—200 oder 250, 250—1000, 1000—2500, 2500 m bis Boden) beobachtet. Auf Station 197, in der Mitte des Profils, bei der das ursprünglich geplante Ankern wegen des auffrischenden Südost-Passats unterbleiben mußte, wurden die Serien von 0—2500 m Tiefe fortlaufend etwa alle drei Stunden während eines Zeitraumes von 28 Stunden wiederholt, so daß von diesem Profil für beide Becken (West- und Ostbecken) systematische Untersuchungen über die Änderung von Temperatur und Salzgehalt bis zu 2500 m Tiefe hinab vorliegen. Mit dieser Erweiterung der ozeanographischen Arbeiten suchten wir von nun ab, soweit es das Reiseprogramm gestattete, die Forderung nach 24 stündigen Beobachtungen zu erfüllen, die Merz¹⁾ auf Grund seiner Adriauntersuchungen schon 1910 erhoben hatte und die wir auf den ausgedehnteren Südprofilen äußerer Umstände wegen (Wetter, Aktionsradius) nicht hatten verwirklichen können.

Auf der Ankerstation 186 wurden anschließend an die Serienmessungen mit dem Ekmanschen Repetierstrommesser in den Kern- und Grenzschichten der Tiefenströme (700, 1000 und 2200 m Tiefe) fortlaufend während 28 Stunden Strommessungen ausgeführt. In 50 m Tiefe wurde während der Dauer der Verankerung mit dem Ekmanscher Strommesser jede volle Stunde beobachtet. Wir erhielten lückenlose Beobachtungsreihen, nur in 2200 m Tiefe vereitelten wiederum Quallen, die am Draht festsaßen, die regelmäßige Funktion der Strommesser und verursachten den Verlust einiger Fallgewichte, die sich am Drahte vorzeitig öffneten.

Insgesamt führten wir auf den 22 Stationen des Profils 149 Serien durch.

Die Arbeiten auf Profil IX.

Zwischen Kap San Roque und Freetown verengt sich der Querschnitt des Atlantischen Ozeans, der bei den südlichen Querprofilen mehr als 3000 Seemeilen beträgt, auf etwa die Hälfte, 1500 Seemeilen, und zugleich wird er nach der Tiefe hin durch eine Reihe unregelmäßiger Aufragungen stark eingeschnürt. Um die hier zu erwartenden stärksten Beschleunigungen des Wasseraustausches zwischen Südatlantischem und Nordatlantischem Ozean voll zu erfassen, sah Merz auf diesem Südwest—Nordost verlaufenden Schnitte eine sehr enge Folge von Stationen vor. Wir wählten zum Teil eine noch engere Stationslage und führten insgesamt 13 Stationen (Nr. 207—219) mit 74 Serien aus. Die systematische Untersuchung der Schwankungen wurde durch die regelmäßige dreistündige Wiederholung der obersten Serie (0—200 m) fortgesetzt. In der Regel entfielen auf die Station

¹⁾ A. Merz, Über die Bedeutung 24 stündiger Beobachtungen für die Ozeanographie. Vortrag gehalten am 22. September 1909 auf der 81. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Salzburg. Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., Bd. III, Leipzig 1910.

3—4 solcher Wiederholungen, bei der Ankerstation 214 wurden 7 Serien über einen Zeitraum von 18 Stunden gewonnen. 30 Stunden lang maßen wir auf dieser am Ostabfall der Atlantischen Schwelle gelegenen Ankerstation (3900 m) mit dem Repetierstrommesser Stromstärke und -richtung in 100, 200, 400, 700 und 1000 m und mit dem Starkstrommesser in 25 und 50 m. Die im Anschluß daran 12 Stunden lang fortgesetzten

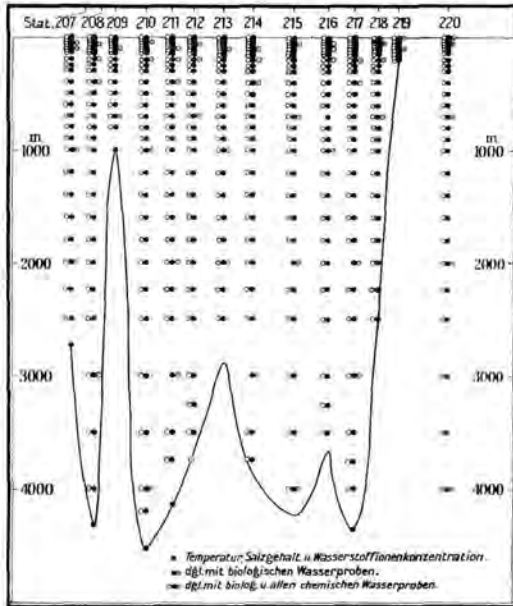


Abb. 9. Arbeiten auf Profil IX
(6° S bis 10° N).

Versuche, in 2000 m Tiefe mit dem Tiefenstrommesser kontinuierliche Messungen zu erhalten, hatten nicht den gewünschten Erfolg, da äußerer Umstände wegen (Quallen, Abtrift) die Auslösevorrichtung des Instrumentes versagte. Da es sich hierbei herausstellte, daß das Schiff durch den starken Nordäquatorialstrom zum Treiben gebracht worden war, wurde nach 42 Stunden Anker gelichtet. Die wiederholten astronomischen Ortsbestimmungen, aus denen sich das Ausmaß des Vertreibens für verschiedene Zeitabschnitte berechnen läßt, werden es voraussichtlich gestatten, diese Fehlerquelle für die Messungen in 25—1000 m Tiefe zu eliminieren.

Die Arbeiten auf Profil X.

Profil X diente durch zwei meridionale Stromquerprofile der Erforschung des Guinea- und Südäquatorialstromes. Im Monat November ist der Guineastrom am schwächsten entwickelt, auch setzt er erst ziemlich weit östlich — etwa 10° W — an und ist recht schmal. Diese Verhältnisse erforderten in Abänderung des Merz'schen Entwurfes die Verschiebung des ersten Stromschnittes um einen Längengrad nach Osten und ein Engerlegen der Stationen im Bereich des Guineastromes, besonders im zweiten Stromschnitte. Das zweite Nord-Südprofil wurde ausgedehnt bis zum Äquator, und hier wurde bereits eine Station des Profils XI vorweggenommen, um Zeit und Weg für das längere Profil XI zu gewinnen. Die systematische Untersuchung der Schwankungen im Bereiche der Sprungschicht wurde durch die etwa dreistündige Wiederholung der Messungen 0—200 m auf den gewöhnlichen 6—10 Stunden dauernden Stationen und auf der 28 stündigen Ankerstation 229 fortgesetzt. Das auf den 17 Stationen des Profils gewonnene Beobachtungsmaterial erstreckt sich auf 91 Beobachtungsserien. Um ein Bild von der Dynamik der beiden Ströme zu

gewinnen, hatten wir 2 Ankerstationen innerhalb desselben Stromquerschnittes geplant, die eine im Maximum des Guineastromes, die andere im Äquatorialstrom mit Strommessungsserien zwischen 0 und 700 m. Bei Station 229 in $3^{\circ} 58' N$ und $0^{\circ} 58' W$ wurde im Kern des Guineastroms auf 4500 m Tiefe mit 6241 m Trosse geankert. Während 28 Stunden wurden Strommessungen in 0 m mit dem Reelingslog, in 25 und 50 m mit dem Starkstrommesser stündlich, in 100, 200, 400 und 700 m mit dem Ekmanschen Repetierstrommesser in fortlaufender, auf- und abführender Reihe durchgeführt. Abgesehen von kleinen Versagern durch Qualen waren bei günstigem Wetter die Strommessungen erfolgreich; jedoch ergaben die astronomischen Ortsbestimmungen zwischen Abend- und Morgenbesteck wiederum ein Vertreiben von etwa 5 Seemeilen. Wegen des Seegangs (Stärke 4–5) mußte die zweite im Südäquatorialstrom geplante Strommessungsstation unterbleiben.

Die Arbeiten auf Profil XI.

Nach Verlassen von Fernando Poo erledigten wir zunächst die noch im Golf von Guinea gelegenen vier Stationen, um dann, das eigent-

liche Profil verlassend, nach Süden bis $3^{\circ} 50' S$ und $1^{\circ} 5' O$ vorzustoßen, wo Professor Merz eine auf dem östlichen Längsschnitte gelegene Verbindungsstation zwischen Profil VIII und Profil IX vorgesehen hatte. Hier wurde nach Erledigung der üblichen Stationsarbeiten bei 4000 m Tiefe am 22. Dezember geankert. Auf dieser bis zum 25. Dezember währenden Ankerstation wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

1. Fortlaufende Serienbeobachtungen zur Untersuchung der Schwankungen in 0, 25 und 50 m während 52 Stunden; in 100, 250, 400, 600, 800 und 1000 m während 24 Stunden; in 1200, 1600, 2000 und 2500 m während 22 Stunden.

2. Strommessungen in 0, 25 und 50 m während 36 Stunden, in 2000 m während 26 Stunden.

Die astronomischen Beobachtungen ergaben, daß „Meteor“ seine Position während der Verankerung nicht geändert hatte. Auf den Rest des Profils entfielen 12 Stationen. Die Kohlenlage erforderte Einschränkung der Wiederholungsserien, die nur noch einmal bei jeder

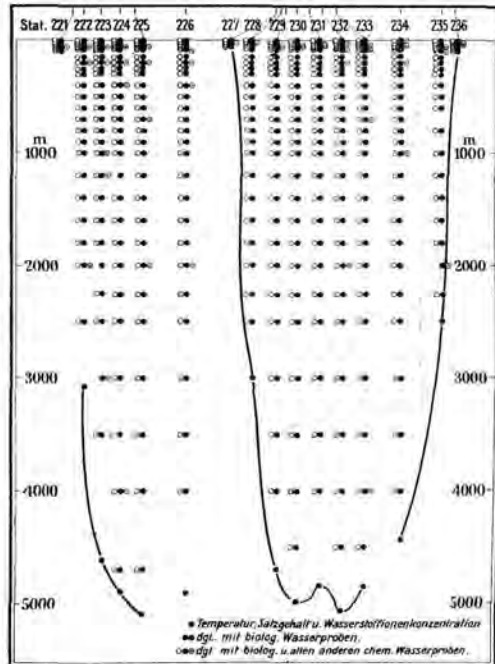


Abb. 10. Arbeiten auf Profil X (Golf von Guinea), erster und zweiter Nord-Südschnitt.

Station vorgenommen wurden, und ferner den Fortfall der geplanten zweiten Ankerstation im Westbecken. Insgesamt entfallen auf Profil XI 17 Stationen mit 110 Serien (darunter 21 kleine Serien von 0—50 m).

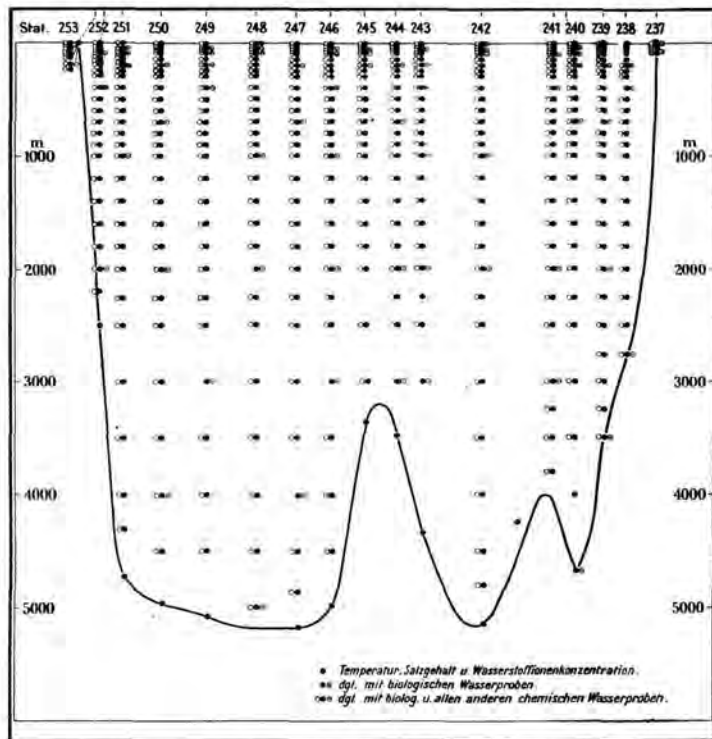


Abb. 11. Arbeiten auf Profil XI (3° N bis 6° S).

Zum Schluß sei eine Übersicht über die ozeanographischen Arbeiten gegeben.

Tab. 1. Übersicht über die ozeanographischen Arbeiten auf den Profilen VI—XI.

Fahrtstrecke	Ozeanograph. Stationen	Serien	Korresp. Beob. v. t° u. S. ‰	Ankerstationen	Dauer der Strommess. Stunden
Profil VI. Kapstadt—Rio de Janeiro	24	87	693	1	48
Profil VII. Rio de Janeiro—Walfischbucht	21	65	564	1	26
Profil VIII. Loanda—Bahia	22	149	1041	1	28
Profil IX. Bahia—Freetown	13	74	559	1	42
Profil X. Freetown—Fernando Poo	17	91	673	1	28
Profil XI. Fernando Poo—Pernambuco	17	110	768	1	36
Profil VI bis XI	114	576	4298	6	

Die normalen Serienmessungen wurden wie früher in der Hauptsache von Herrn Dr. Böhnecke und dem Berichterstatter ausgeführt. An den Wiederholungsserien und den Strommessungen auf den Ankerstationen waren auch die Herren Dr. Schumacher und Dr. Meyer in größerem Umfange beteiligt. Die Erweiterung des Beobachtungsprogramms bedingte eine erhebliche Vermehrung der zu bewältigenden Titrierungen. In Kapstadt war ein Titrierplatz in die Kammer des Herrn Dr. Meyer eingebaut worden, in Rio de Janeiro wurde ein Decktitriertisch mit drei Arbeitsplätzen beschafft, der auf der Schanze unter dem Sonnensegel aufgestellt wurde. So konnten trotz der tropischen Temperaturen die Doppeltitrierungen und Kontrolltitrierungen der normalen Serien fortlaufend erledigt werden, während ein Teil der bei den Wiederholungsserien geschöpften Wasserproben und die Kontrollproben in die Heimat gesandt wurden. Diese Arbeiten wurden von Herrn Dr. Meyer geleitet, dem hierfür zwei Laboranten, Obergefreiter Runge und Gefreiter Hoefler, zur Verfügung standen. In geringerem Umfange war auch der Berichterstatter und von Profil XI ab Herr Dr. Schumacher, der nunmehr diese Aufgabe des ausscheidenden Herrn Dr. Meyer übernimmt, an den Titrierungen beteiligt. Die Veränderung der Nullpunkte der Kippthermometer wurden von Herrn Dr. Böhnecke durch wiederholte Nullpunktprüfungen gelegentlich der Hafenaufenthalte kontrolliert. Schließlich sei erwähnt, daß ab Profil VII die Reparaturarbeiten von dem Zivilmechaniker Krüger ausgeführt wurden und daß ab Profil VI Obergefreiter Laubenthal bei der Vorbereitung und Durchführung der Serien regelmäßig tätig ist.

Mit Profil XI hat die Expedition ihre Untersuchungen im Südatlantischen Ozean abgeschlossen. Sie hat auf den Profilen I—XI insgesamt 253 normale ozeanographische Stationen und 7 Ankerstationen durchgeführt.

Die vorläufigen Ergebnisse.

Die vorläufige Bearbeitung des Beobachtungsmaterials, insbesondere die Konstruktion der Quer- und Längsschnitte von Temperatur und Salzgehalt, läßt bereits eine Fülle neuer Tatsachen erkennen. Hier seien nur die wichtigsten Ergebnisse über das Wesen der Tiefenzirkulation, und zwar nur über ihre drei Hauptglieder: Zwischenstrom, Tiefenstrom und Bodenstrom, soweit sie schon als gesichert erscheinen, mitgeteilt.

Die Querschnitte.

Die vier neuen, noch in den Bereich des Südatlantischen Ozeans fallenden Querschnitte

Profil VII	in	22° S,
„ VI	„	15° S,
„ VIII	„	9° S,
„ XI	„	3° S Hauptbreite

zeigen sowohl im Bodenrelief als auch in der Schichtung der Wassermassen eine bemerkenswerte Übereinstimmung. Diese Tatsache lehrt, daß wir uns hier in einem Gebiet mit überwiegend horizontalen Bewe-

gungen der Tiefenströme befinden, innerhalb deren die bewegten Wasserteilchen ihren Wärme- und Salzgehalt auf weite Strecken beibehalten. Die Isothermen und Isohalinen zeigen mit Annäherung an den Äquator einen mehr und mehr glatten, vorwiegend horizontalen Verlauf, und nur über der Atlantischen Schwelle und im Bereich der kontinentalen Steilabfälle treten Störungen auf, die sich vielfach bis zu den Oberschichten geltend machen.

Unterhalb der salzreichen Deckschicht, die nach Norden und Osten ansteigt, finden wir in allen Schnitten zwischen 600 und 1200 m Tiefe das Salzgehaltsminimum des Zwischenstromes. Er ist unter dem Einflusse der ablenkenden Kraft der Erdrotation am stärksten ausgeprägt auf der Westseite und weist hier Werte von weniger als 34,40 ‰ auf. Ist diese Zwischenschicht im südlichsten Schnitte, 21° S, noch schräggestellt, indem sie von der West- zur Ostseite um 200 bis 300 m ansteigt, so nimmt sie mit Annäherung an den Äquator eine mehr und mehr horizontale Lage ein. Schon in 9° S liegen die Minima auf beiden Seiten des Schnittes in gleicher Tiefe, während wir in Profil IX nördlich des Äquators bereits die beginnende Umkehrung der Verhältnisse erkennen können. Es zeigt sich also, wie zu erwarten, in der äquatorialen Zone nicht mehr die Schrägstellung, die infolge der Erdrotation in den höheren Breiten auftritt.

Das intermediäre Salzgehaltsmaximum (von mehr als 34,80 ‰), in welchem sich der Nordatlantische Tiefenstrom ausdrückt, liegt in allen Schnitten unterhalb 1400 m und zeigt seine stärkste Ausbildung im Westbecken. Das Kerngebiet von mehr als 34,95 ‰ senkt sich vom Äquator bis 21° S um rund 500 m, von 2000 auf 2500 m Tiefe. Der Vergleich zwischen den einzelnen Schnitten ergibt mehrfach die auffällige Tatsache, daß südlicher gelegene Schnitte, die also vom Ursprungsgebiet des Nordatlantischen Tiefenstromes weiter entfernt liegen, in den Kerngebieten höhere Werte des Salzgehaltes aufweisen als die nördlichen. Diese Erscheinung deutet auf Schwankungen im Charakter des Tiefenstromes, deren Ursache offenbar weit im Norden, im Entstehungsgebiet des Stromes, zu suchen ist. Sie ist besonders schön zu erkennen in den Schnitten des Sauerstoffgehaltes, die Dr. Wattenberg entwarf. Der von ihm unternommene Versuch, aus dem Abstände dieser isolierten Kerngebiete in der Längsachse des Tiefenstromes unter der Annahme, daß es sich um jahreszeitliche Schwankungen innerhalb des Tiefenstromes handelt, auf seine Geschwindigkeiten zu schließen, führte zu einer überraschenden Übereinstimmung mit den Ergebnissen unserer im Ostbecken ausgeführten Strommessungen. Dieser Frage wird weiter nachgegangen und insbesondere wird versucht werden, auch aus dem Westbecken durch Strommessungen direkte Werte der Geschwindigkeiten des Tiefenstromes zu erhalten.

Die Zentralschwelle erweist sich zwischen 0° und 22° S nicht nur für die Zirkulation der Wassermassen unterhalb der Schwellentiefe (2000 bis 2500 m) von ausschlaggebender Bedeutung, es knüpft sich an sie eine bemerkenswerte, noch in 1200 m festzustellende hydrographische Scheidegrenze, welche die westlichen Gebiete ausgeprägter Temperaturinversion trennt von den östlichen, in denen nur

vereinzelt in zentralen Zonen eine schwache Inversion zu erkennen ist. Unterhalb 4000 m finden wir im Brasilianischen Becken eine stetige Abnahme des Salzgehaltes und der Temperatur zum Boden, wo $34,68\text{‰}$ und $0,50^\circ$ beobachtet wurden, trafen also hier Wassermassen antarktischer Herkunft, die mit dem Antarktischen Bodenstrom durch die tieferen Pforten des Rio Grande-Rückens in diese Mulde eintreten. Östlich der Zentralschwelle ist die Kongo-Mulde erfüllt mit einer fast homogenen Wassermasse, die um $0,20\text{‰}$ salzreicher und um $2,0^\circ$ wärmer ist als das Bodenwasser der Brasilianischen Mulde. Unsere Salzgehaltsbestimmungen ergaben in der Kongo-Mulde unterhalb 4000 m nahezu völlige Homohalinität ($34,87$ bis $34,89\text{‰}$), unsere engabständigen Temperaturmessungen führten mit allen (16) in die Tiefenmulde fallenden Serien zur Entdeckung einer Temperaturzunahme zum Boden, von rund $2,40^\circ$ in 4000 m auf $2,50^\circ$ in 5000 m. Alle Anzeichen sprechen dafür, daß wir es mit einer adiabatischen Temperaturzunahme zu tun haben: Der adiabatische Gradient würde in diesem Falle bei der Mehrzahl unserer Beobachtungsreihen hinter dem theoretisch zu fordernden Betrag etwas zurückbleiben, im Mittel um rund $0,06^\circ$, eine Erscheinung, die auch in früheren Fällen beobachtet wurde¹⁾.

Diese ozeanographischen Befunde führten zu dem Schluß, daß die Kongo-Mulde allseitig, also auch nach Norden, durch eine mindestens bis auf 4000 m aufsteigende Verbindungsschwelle zwischen Kontinent und Zentralschwelle abgeschlossen sein muß, und daß dieser Querrücken, da die Stationen im Golf von Guinea die adiabatische Temperaturverteilung nicht aufweisen, zwischen 9° S (Profil VIII) und dem Äquator gelegen sein muß. Der von Profil XI bis $3^\circ 50'$ S und $1^\circ 5'$ O unternommene Südvorstoß führte zunächst zur Auffindung mehrerer steiler Aufragungen auf 2500 m, die offenbar dieser Verbindungsschwelle aufsitzen, aber bei der Rückkehr (mit NW-Kurs) auf die geographische Hauptbreite des Profils XI wurden diese Aufragungen nicht wieder angetroffen, wie auch andererseits die Temperaturmessungen auf den weiteren Stationen des Profils den adiabatischen Effekt nicht zeigten. Hieraus folgte, daß die Schwelle von NO nach SW streichen muß. Eine Prüfung durch den von Oblt. v. Recum unternommenen Versuch, unsere Echolotungen mit den sonst vorhandenen Drahtlotungen in einer Tiefenkarte zu vereinen, brachte in der Tat eine Bestätigung. Eine dem Walfischrücken ähnliche Schwelle zieht von St. Thomé ungefähr parallel dem Walfischrücken nach SW und findet etwa in der Mitte zwischen Ascension und St. Helena, letztere Insel wahrscheinlich einbeziehend, den Anschluß an die Zentralschwelle (vgl. den Bericht von Oblt. v. Recum). Die Schwellentiefe dieses Rückens, den wir Guinea-Rücken benennen, beträgt rund 4000 m. In dem nördlich der Schwelle gelegenen Becken, das man zweckmäßig als Guinea-Mulde bezeichnet und dem auch noch die letzten vor Freetown aus-

¹⁾ Vgl. die Aufsätze von W. Ekman, Der adiabatische Temperaturgradient im Meere, S. 340, und G. Schott, Adiabatische Temperaturänderung in großen Meerestiefen, S. 321 in Ann. d. Hydrographie, 1914.

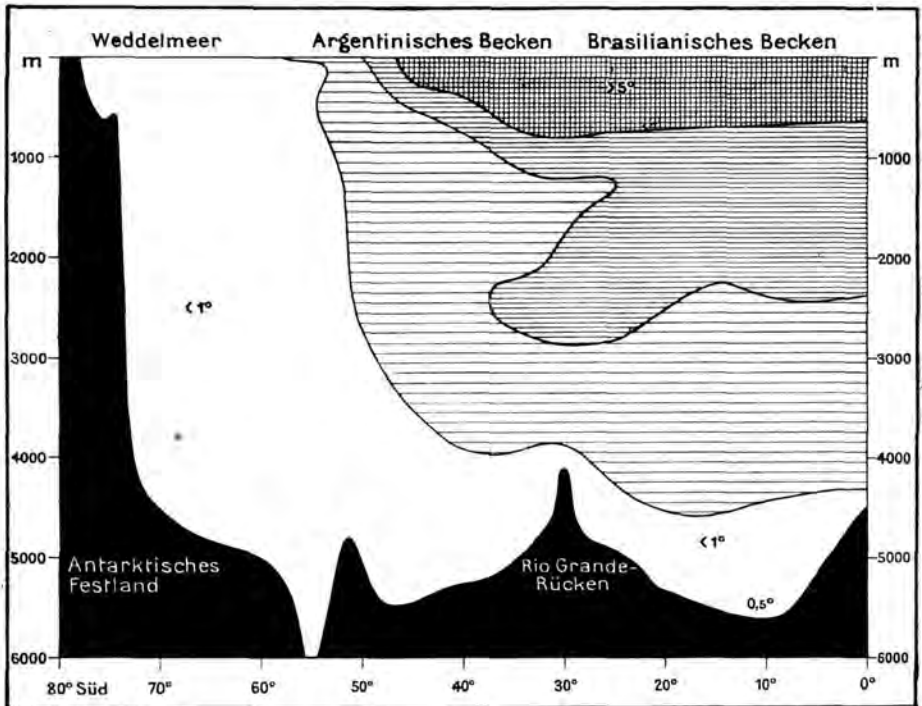
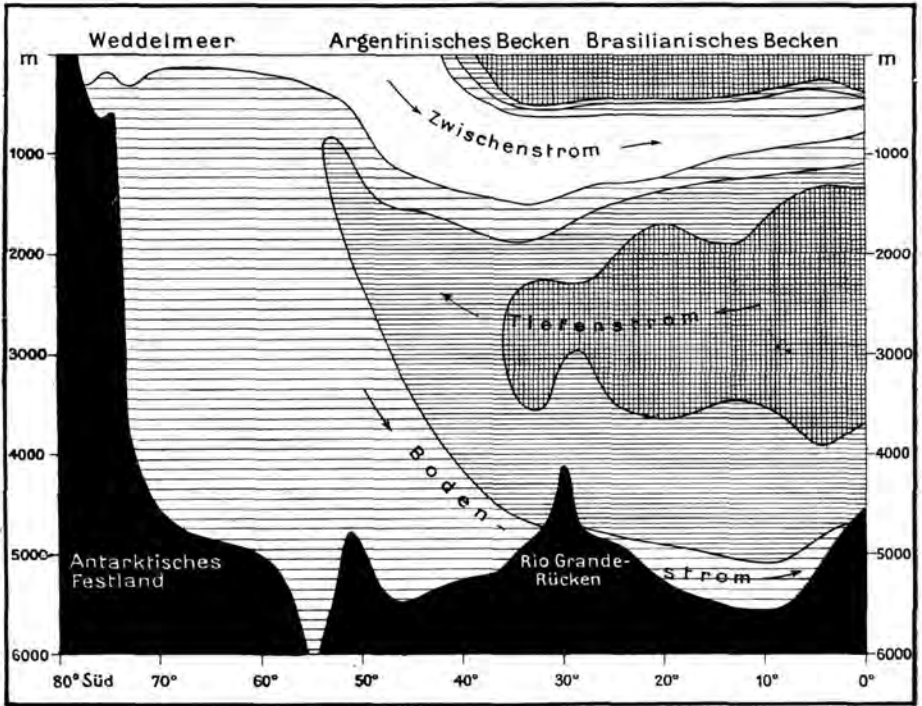
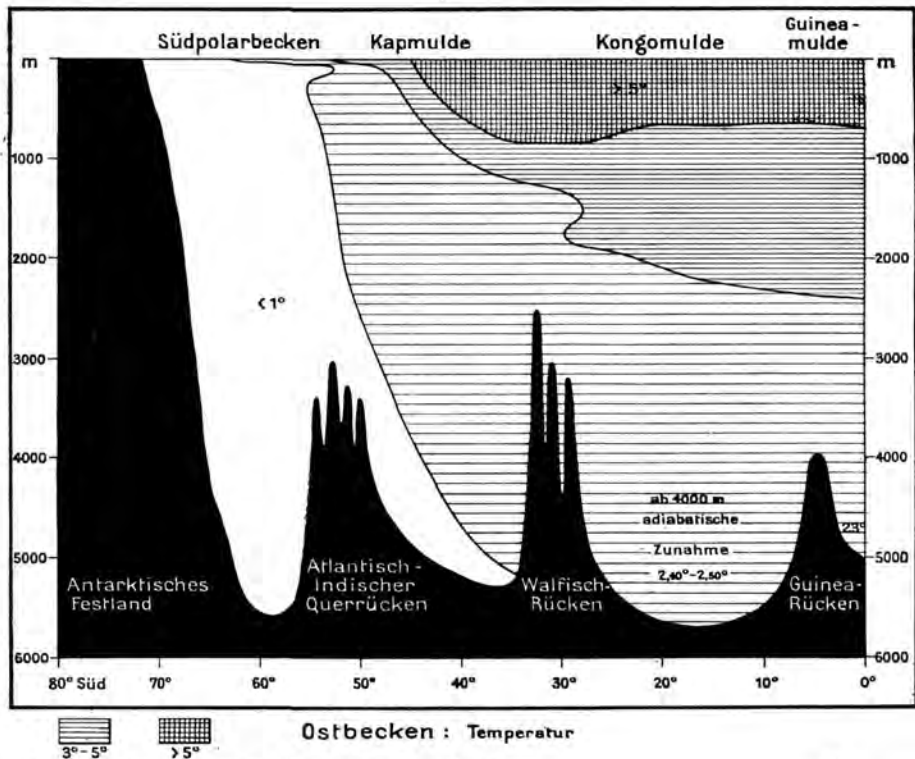
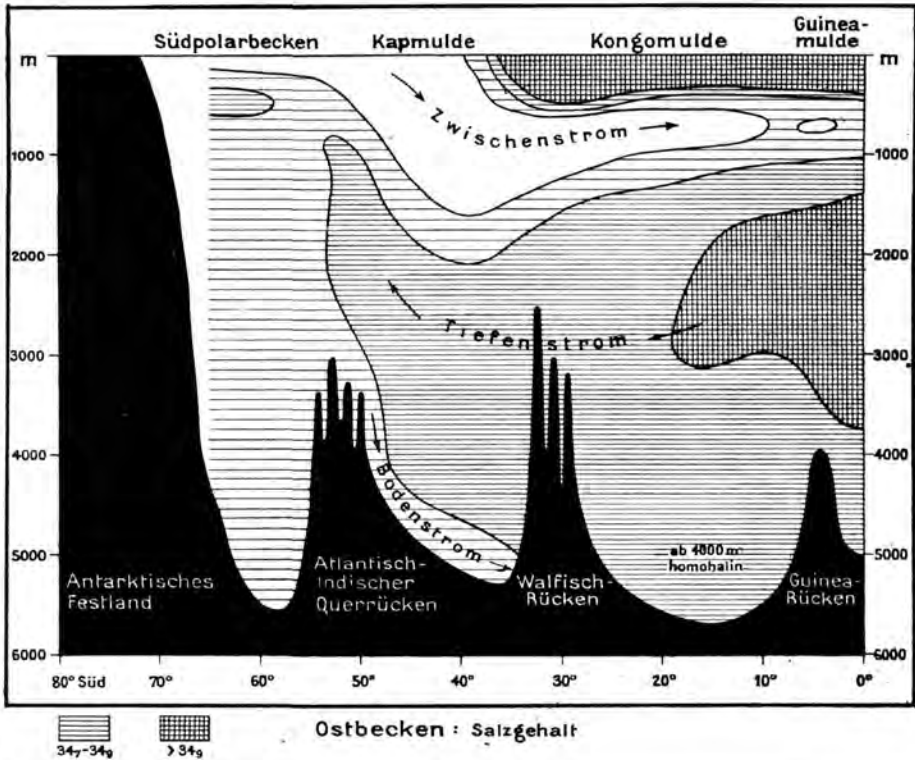


Abb. 12-15. Längsschnitte für Salzgehalt und



Temperatur durch den Südatlantischen Ozean.

geführten Stationen des Profils IX angehören, fanden wir die normale Temperaturabnahme bis zum Boden, wo wir in fast 5000 m Tiefe etwa $2,30^{\circ}$ feststellten¹⁾.

Die Längsschnitte.

Bei der Betrachtung der Querschnitte ist mehrfach auf die große Bedeutung der zentralen atlantischen Schwelle für die Schichtung der Wassermassen und ihre Zirkulation hingewiesen worden. Sie zerlegt den Ozean in der Längsrichtung in zwei parallel verlaufende Systeme von Tiefseebecken. Hiermit ist aber erst eine der morphologischen Ursachen für die Unterschiede zwischen der west- und der ostatlantischen Zirkulation südlich des Äquators gegeben. Die andere Ursache liegt in der morphologischen Gestaltung der beiden Ozeanseiten selbst, und sie ergibt sich am klarsten aus zwei Längsschnitten durch die West- und die Ostbecken (Abb. 12 bis 15²⁾).

Bieten sich im Westatlantischen den unteren Stromgliedern überall Becken von mehr als 4500 m Tiefe dar, so stehen auf der Ostseite die einzelnen Becken unterhalb 3000 bis 4000 m Tiefe nicht miteinander in Verbindung.

Drei große Querriegel — der Guinea-Rücken, der Walfischrücken und der Atlantisch-Indische Querrücken, bisher war nur der Walfischrücken in seiner ozeanographischen Bedeutung bekannt — heben im Ostatlantischen Ozean den Wasseraustausch der großen Tiefen völlig auf. Bereits der Atlantisch-Indische Querrücken läßt nur die oberen Teile des Antarktischen Bodenstromes in die Kap-Mulde eintreten. Am Walfischrücken findet dieser Strom sein völliges Ende. Jenseits desselben, in der Kongo-Mulde, finden wir die bereits oben beschriebene Homohalinität und adiabatische Temperaturverteilung, also einen vertikalen Wasseraustausch unterhalb 4000 m. Im Westen hingegen dringt der Bodenstrom durch die etwa 4500 m tiefen Pforten des Rio Grande-Rückens in die Brasilianische Mulde ein.

Aber auch für das Vordringen des Nordatlantischen Tiefenstromes ist das Bodenrelief von ausschlaggebender Bedeutung. Die Wassermassen mit mehr als $34,90\text{‰}$, die am Äquator zwar in derselben vertikalen Mächtigkeit von 2300 m, jedoch schon mit verschiedener Intensität, in unsere Schnitte eintreten, dringen im Westen bis 37° S vor, während sie im Osten nur bis 19° S zu verfolgen sind. Hier werden sie durch die Querrücken gestaut und in die Vertikalzirkulation der Kongo-Mulde einbezogen. Der Walfischrücken läßt nur die oberen Teile des Tiefenstromes weiter nach Süden vordringen, im Westen macht sich eine Stauwirkung des Rio Grande-Rückens in weit geringerem Maße geltend. Jenseits der beiden Querswellen be-

¹⁾ Die vorläufigen Ergebnisse von Profil IX werden im nächsten Bericht im Zusammenhang mit den nordatlantischen Profilen besprochen werden.

²⁾ Um ein zusammenhängendes Bild der Tiefenströme möglichst in der Stromachse zu erhalten, sind die Schnitte so gelegt, daß sie die zentralen tiefsten Teile der Tiefseemulden durch die sich in den Querrücken bietenden tiefsten Durchlässe miteinander verbinden. Die Originalschnitte beruhen auf 10 Meteorstationen im W und 12 im E. In unserer stark verkleinerten Wiedergabe sind nur jeweils 3 Isothermen und 3 Isohalinen eingetragen, die für die Abgrenzung der vier Hauptwasserarten typisch sind.

ginnt in etwa 35° bis 40° S jenes großartige 2200 m betragende Aufsteigen des Tiefenstromes, das Merz zuerst erkannte, und das nunmehr durch die „Meteor“-Beobachtungen für beide Ozeanhälften sichergestellt ist.

Das salzarme Wasser von weniger als 34,50‰, das in 40° bis 50° S zum Zwischenstrom absinkt, ist im Westen bis über den Äquator, im Osten in dieser geringen Konzentration nur bis 5° bis 10° S zu verfolgen. Aus dieser geringeren Entwicklung des Zwischenstromes und der gleichzeitigen schwächeren Ausbildung des Tiefenstromes im Ostatlantischen erklärt es sich, daß die thermischen Unterschiede der beiden Ströme in der Vertikalen im Osten soviel schwächer sind als im Westen, daß also die Temperaturinversion östlich der Zentralschwelle fast zum Verschwinden kommt.

Zusammenfassend können wir feststellen, daß die „Meteor“-Beobachtungen in ausgezeichneter Weise die bereits von Merz für die Westseite des Ozeans gewonnenen Vorstellungen über die Hauptglieder der meridionalen Tiefenzirkulation bestätigen, und daß die im Ostatlantischen auftretenden Modifikationen dieses allgemeinen Systems in erster Linie bedingt sind durch die Reliefwirkung, deren große Bedeutung Merz aus dem älteren Beobachtungsmaterial der „Gazelle“ und des „Challenger“ noch in seiner letzten Abhandlung¹⁾ erschloß.

Ozeanographische Sonderuntersuchungen.

Von A. Schumacher.

A. Verdunstungsmessungen.

Seit dem Auslaufen aus Kapstadt wurden die Verdunstungsmessungen nach dem im II. Bericht (diese Zeitschrift 1926, S. 250) angegebenen Schema weitergeführt, dabei wurde während sämtlicher Profile dasselbe Gefäß in unveränderter Aufstellung (Achterdeck, Steuerbord) benutzt. Nur die Beschickung des Gefäßes erfolgt jetzt statt um etwa 8 Uhr zwischen 6 und 7 Uhr morgens, d. h. vor dem Einsetzen nennenswerter Einstrahlung. Die fast ausschließlich im Gebiet des Südostpassates gelegenen Profile VI, VII und VIII boten recht günstige Beobachtungsbedingungen. Bei dem vorwiegend seitlichen oder achterlichen Winde waren Störungen durch Flugasche selten und gering; dasselbe gilt von Beeinträchtigungen durch Niederschläge. Im Monsungebiet der Guinea-Region waren, wie von vornherein zu erwarten, die Schwierigkeiten wesentlich größer, einmal infolge der fast täglichen und ergiebigen Regenschauer, vor allem aber infolge der zum Winde meist ungünstigen Kurse und der dadurch bedingten Belästigung durch Flugasche. Die Zahl der geglückten Messungen ist daher auf den letzten drei Profilen erheblich geringer. Es entfallen auf

¹⁾ A. Merz, Die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Meteor“, I. Bericht. Sitz.-Ber. Ak. d. Wiss., Phys.-math. Kl., 1925, XXXI, S. 569.

Profil VI	(Kapstadt—Gr. Fisch-Bucht—Rio)	. . . . .	40	Beobachtungen
„ VII	(Rio—Walfischbucht)	. . . . .	26	„
„ VIII	(Walfischbucht—Loanda—Bahia)	. . . . .	33	„
„ IX	(Bahia—Freetown)	. . . . .	13	„
„ X	(Freetown—Fernando Poo)	. . . . .	8	„
„ XI	(Fernando Poo—Pernambuco)	. . . . .	13	„
insgesamt			. 133	Beobachtungen

Immerhin sind auf Profil IX bis XI damit die ersten über das ganze Guinea-Monsun-Gebiet verteilten Verdunstungsmessungen gewonnen worden; die einzigen bis jetzt hier vorliegenden Beobachtungen waren die von A. M e r z (von der Reise Monrovia—Pernambuco 1911).

Der klimatische Unterschied zwischen Passat- und Monsun-Gebiet kommt bereits in den rohen Werten der Gefäßverdunstung deutlich zum Ausdruck. Der 24 Stunden-Betrag der Gefäßverdunstung beträgt im Golf von Guinea rund 5 mm; der größte der wenigen ungestört ermittelten Werte ist 5,1 mm. Mit dem Übergang in die Passatzone wächst dann — besonders stetig auf Profil XI — der Betrag auf rund 9 mm zwischen 30° West und der brasilianischen Küste. — Im übrigen erscheint die Deutung der Unterschiede in den unbearbeiteten Werten der Gefäßverdunstung noch einigermaßen gewagt, zu weiterer Bearbeitung fehlte jedoch die Zeit.

An Vergleichsmessungen der Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit vom Boot und vom Schiff aus wurden im ganzen in der Berichtszeit 10 Reihen gewonnen. Fast alle Beobachtungspunkte liegen im Gebiet des Benguela- und des Guinea-Stromes; auf der Ankerstation vor Loanda konnten zum erstenmal auch während der Nacht einige Messungen ausgeführt werden. In der eigentlichen Passatzone ist dagegen nur eine Reihe geglückt; in dem hier vorherrschenden kurzen Seegange sind die Bewegungen des Kutters meist so stark und unregelmäßig, daß ein sorgfältiges Handhaben und Ablesen des Psychrometers unmöglich ist.

Die bei der Verdunstungsmessung aufgesammelten Wasserproben werden neuerdings durch Chlortitration bearbeitet, nicht mehr mit dem Interferometer. Für die Benutzung auf den kühlen südlichen Profilen war die Eichung des Interferometers recht einfach gewesen. Die Eichkurve für 20—21° C war mit Hilfe verhältnismäßig weniger Chlortitrationen genügend genau festzulegen, und diese Normaltemperatur im Beobachtungsraum dauernd zu erhalten war mit Hilfe der Heizung nicht schwer. Mit dem Eintritt in die Tropen wäre eine sehr viel umfassendere Neueichung über einen größeren Temperaturbereich nötig geworden; die hierfür erforderlichen Chlortitrationen hätten ausgereicht, um mehrere Verdunstungsprofile zu bearbeiten. Aus Gründen der Arbeitsökonomie wurde daher das Interferometer verlassen. Das Instrument wird bei gehöriger, den Bordverhältnissen angepaßter Bauart und bei ausgiebiger vorheriger Eichung auch auf See durchaus verwendbar sein; einstweilen ist aber bei dem Entwicklungsstande beider Methoden für die Arbeit auf See der Chlortitration — mit Hilfe der neuen Richterschen Büretten — der Vorzug zu geben.

B. Stereophotogrammetrische Wellenaufnahmen.

Zu stereophotogrammetrischen Wellenstudien bot sich während der Berichtszeit eigentlich nur auf dem südlichen Profil VII (Rio de Janeiro—Walfischbucht) Gelegenheit. Während dieses Schnittes mußte gegen den Passat angedampft werden; Windrichtung und Kurs waren also denkbar günstig. Es konnten an neun verschiedenen Tagen insgesamt 33 Aufnahmen gemacht werden. Später, als in den eigentlichen tropischen Profilen dauernd die Sonnensegel gesetzt blieben, wurden die Aufnahmen eingestellt. Bei dem fast stets ganz geringen Seegang hätten sich weder die umfangreichen Vorarbeiten (Bergen der Sonnensegel und Sonnensegelstützen) noch später die Kosten für die Ausmessung der Platten gelohnt. Es steht zu hoffen, daß während der kommenden letzten Profile im Gebiet des Nordostpassates und auf der Heimreise noch lohnende Aufnahmen möglich sind. Von den im Laufe der Expedition gemachten Stereophotographien sind bisher reichlich 40 ausgemessen. Eine Beschreibung der Vorrichtung unter Beigabe einiger Wellenschichtlinienpläne hat der Berichtersteller im Novemberheft 1926 der „Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie“ gegeben.

Dritter Bericht über die chemischen Arbeiten.

Von H. Wattenberg.

Die Reihenmessungen des Sauerstoffs, der Phosphorsäure und der Wasserstoffionenkonzentration wurden auf den Profilen VI bis XI im wesentlichen in der bisherigen Weise fortgeführt. Da jedoch, wie im Salzgehalt und der Temperatur, auch im Sauerstoff sich zeitliche Änderungen besonders in der Nähe der Sprungschicht herausstellten, wurden seitdem auf sehr vielen Stationen aus den wiederholten Serien auch Proben zur Bestimmung des Sauerstoffs entnommen, um die Größe der Schwankungen zu erfassen und um für die Konstruktion der Schnitte dem wahren Wert naheliegende Mittelwerte bilden zu können. Bei der Phosphorsäure und der Wasserstoffionenkonzentration lagen die Änderungen meistens innerhalb der Fehlergrenzen, doch wurden auch von diesen Faktoren auf einer Anzahl Stationen Wiederholungsanalysen ausgeführt.

Analysen des Kohlensäuredrucks wurden weiter von Wasser aus ausgewählter Tiefe gemacht in der Absicht, seine Beziehungen zur Wasserstoffionenkonzentration und zur Alkalinität unter den im Ozean herrschenden Bedingungen festzustellen, zum Zwecke der späteren Berechnung des Kohlensäuredrucks aus den beiden anderen Faktoren, die an Bord einfacher und genauer zu bestimmen sind als die Kohlensäure.

Die im letzten Bericht erwähnte Methode der Alkalinitätstimation wurde systematisch angewandt zur Prüfung einiger Fragen, über die unten berichtet werden soll. Im folgenden werden außerdem einige allgemeine Züge in der Verteilung der Phosphorsäure besprochen und wie früher die Sauerstoffverteilung in ihren Beziehungen zur Tiefenzirkulation anschließend an den Bericht über die Ergebnisse von Profil I bis II diskutiert.

Die Tabelle gibt eine Übersicht über die auf Profil VI bis XI ausgeführten Untersuchungen.

Tab. 1.

Profil	Sauerstoff	H-Konzentration	Phosphorsäure	Alkalinität	Kohlensäure	Edelmetallproben
VI	528	611	323	26	36	162
VII	465	585	446	—	10	273
VIII	916	616	348	38	—	216
IX	343	364	258	42	—	—
X	414	427	289	60	32	—
XI	466	463	286	56	36	—
VI—XI	3132	3066	1950	222	114	651

Vorläufige Ergebnisse.

Sauerstoff.

Unter der dünnen Schicht der Oberflächenströme, deren Sauerstoffgehalt annähernd den zu den betreffenden Temperaturen und Salzgehalten gehörigen Sättigungswerten entspricht, schiebt sich in den niederen Breiten das Wasser des Subtropischen Unterstromes, das etwa zwischen 20 und 30° S abgesunken ist, nach Norden. Es ist in etwa 100 m durch ein intermediäres Sauerstoffmaximum gekennzeichnet, weil es den Oberflächenschichten höherer Breiten mit geringeren Temperaturen und deshalb größerem Sättigungsvermögen entstammt. Aber nicht nur nach Norden, sondern auch nach Süden breitet sich das Wasser von seinem Ursprungsgebiet in der südatlantischen Konvergenzzone aus und schiebt sich als relativ sauerstoffarme Schicht unter das kalte sauerstoffreiche Wasser der Westwindtrift. Im Süden bis etwa 50°, im Norden bis zum Äquator lassen sich diese Ströme im Sauerstoff erkennen; jenseits dieser Grenzen ist die Inversion verschwunden. Die Tabelle zeigt diese Verhältnisse an den Sauerstoffwerten von 0 bis 200 m, die den Stationen entnommen sind, welche auf etwa 30° W liegen.

Tab. 2. Sauerstoffverhältnisse im Gebiet des Subtropischen Unterstroms.

Profil	III	I	IV	II	VII	VI	VIII	XI
Süd-Breite	48,5°	41,5°	32,5°	28,5°	23°	15°	9°	4,5°
O ₂ ccm/l in								
0 m	7,23	5,74	5,32	5,06	4,78	4,56	4,53	4,43
50 m	7,21	5,76	5,38	4,94	4,80	4,52	4,53	4,42
100 m	7,05	5,34	5,22	4,83	4,92	4,94	4,63	4,44 ¹⁾
150 m	7,14	—	—	—	4,74	4,68	3,59	2,42
200 m	6,57	5,68	5,29	4,73	—	4,27	2,73	2,49

Man sieht, wie von Profil II (28,5° Breite) an nach Norden zu in 100 m ein Maximum, nach Süden zu ein Minimum erscheint, während bei II selbst keine Inversion festzustellen ist.

¹⁾ In 75 m.

Der *Zwischenstrom* kann durch alle Profile, also bis etwa zum Äquator, als intermediäres Sauerstoffmaximum in etwa 800 m Tiefe verfolgt werden. Dieses ist nach Norden zu immer mehr an die amerikanische Küste zu gedrängt und räumlich weniger ausgedehnt. Besitzt es auf Profil VII (24° S) noch eine West-Ost-Ausdehnung von etwa 10° , so ist es auf Profil IX (5° S) nur noch auf einer Station nachzuweisen, kann also höchstens eine Ausdehnung von 2 bis 3° besitzen.

Östlich von diesem schmalen Maximum des Zwischenstroms nimmt der Sauerstoffgehalt in gleicher Tiefe (600 bis 1000 m) auf allen Profilen immer mehr ab, um nahe der afrikanischen Küste die niedrigsten Werte zu erreichen. Hier hat das *Minimum* auch die größte vertikale Mächtigkeit und reicht bis nahe an die Oberfläche heran. Auf Station 145 ($15,4^{\circ}$ S und $6,6^{\circ}$ O) wurde in 100 m Tiefe mit $0,36$ ccm/l der bisher niedrigste Wert im ganzen Untersuchungsgebiet festgestellt. Die warme, leichte Deckschicht, welche eine Konvektion weitgehend verhindert, und die Abdrängung der sauerstoffreichen Tiefenströme in die westliche Hälfte des Ozeans begünstigen im Osten die Ausbildung von stagnierenden Wassermassen, deren Sauerstoffgehalt nur langsam erneuert wird.

Als Beispiel für diesen charakteristischen Unterschied zwischen West- und Osthälfte sei die Verteilung des Sauerstoffs in 500 m Tiefe auf Profil VI (22° S) angeführt.

Tab. 3. Verteilung des Sauerstoffs in 500 m auf Profil VI (22° S).

Geogr. Länge	35° W	30° W	25° W	20° W	15° W	10° W	5° W	0°	5° O	10° O
O ₂ ccm/l . . .	4,2	3,2	3,0	2,8	2,6	2,2	1,6	1,8	1,0	0,9

Im Nordatlantischen Tiefenstrom sollte man nach Norden zu eine kontinuierliche Zunahme des Sauerstoffgehalts erwarten, da man sich dem Ursprungsgebiet des Stromes nähert. Aber merkwürdigerweise nimmt der O₂-Gehalt von etwa 25° S an zunächst ab, von etwa 12° S wieder zu, ohne aber auf Profil IX bei 0° die höchsten Zahlen von Profil II ($28,5^{\circ}$ S) ganz zu erreichen.

Tab. 4. Sauerstoffgehalt des Nordatlantischen Tiefenstroms.

Profil	IV	II	VII	VI	VIII	XI	IX
Geogr. Breite.	$33,5^{\circ}$ S	$28,5^{\circ}$ S	23° S	15° S	9° S	5° S	2° S
O ₂ ccm/l . . .	5,7—5,8	5,8—6,0	5,6—5,8	5,4—5,7	5,5—5,7	5,6—5,7	5,6—5,9

Außer der Intensität des Sauerstoffmaximums zeigt auch die räumliche Ausdehnung des sauerstoffreichsten Stromkerns, z. B. des Wassers von über $5,5$ ccm/l, dieselbe Abnahme und Zunahme (vgl. den ozeanographischen Bericht).

Es liegt nahe, diese Erscheinung auf zeitliche Änderungen im Sauerstoffgehalt des Wassers im Ursprungsgebiet des Tiefenstroms zurückzuführen, die ihrerseits durch Temperaturänderungen zu erklären wären. Denn die Temperatur in erster Linie bedingt die

Sättigungskapazität des Meerwassers, während der Salzgehalt innerhalb der im Ozean vorkommenden Grenzen dabei eine ziemlich geringe Rolle spielt.

Die Temperaturänderungen im Absinkgebiet des Tiefenstroms könnten z. B. durch Verschiebung dieses Gebiets nach höheren oder niederen Breiten bedingt sein oder durch Klimaschwankungen oder auch einfach infolge des jahreszeitlichen Temperaturganges entstehen. Wenn man unter Zugrundelegung der letzten Annahme versucht, aus dem Abstand zweier Maxima, die zwei aufeinanderfolgenden Wintern entsprechen würden, die Geschwindigkeit des Stromes für dieses Gebiet zu berechnen, dann kommt man zu einem Wert, der erheblich höher ist als die bisher angenommenen, der aber überraschend gut mit den vorläufigen Ergebnissen der Strommessungen des „Meteor“ übereinstimmt¹⁾.

Die Sauerstoffwerte des Nordatlantischen Tiefenstroms geben ferner neue Anhaltspunkte für die Lösung der Frage nach seinem Entstehungsgebiet, d. h. dem Gebiet, in dem er von der Oberfläche absinkt. Die Zahlen scheinen dafür zu sprechen, daß die Hauptmasse des Tiefenstroms nördlich der Sargassosee etwa nördlich 40° N absinkt. Ferner deutet der Verlauf der Isolinen des Sauerstoffs in den Querschnitten darauf hin, daß nicht nur infolge der quergestellten Rücken das Ostbecken den Strom viel schwächer aufweist, sondern daß an seiner Entstehung die Westhälfte den größten Anteil hat. Im Osten zeigt sich nämlich kein selbständiger Stromkern, sondern von allen Punkten der Querschnitte nimmt der Sauerstoffgehalt in Richtung auf das Maximum im Westen zu.

Alkalinität.

Durch die Alkalinitätstitration wird die an schwache Säuren, vor allem Kohlensäure, gebundene Basenmenge im Meerwasser bestimmt, also in erster Linie die der Karbonate und Bikarbonate. Alle Änderungen im Karbonatgehalt sind wesentlich auf Entzug oder Zufuhr von Kalk (CaCO_3) zurückzuführen, der in Organismen und Sedimenten den weitaus größten Teil aller Karbonate ausmacht.

Die Fragen, die zunächst bearbeitet werden, sind folgende:

1. Ist das Meer an gewissen Stellen an Kalk gesättigt oder übersättigt, kann also eine anorganische Ausscheidung von Kalziumkarbonat stattfinden?

2. Tritt an der Oberfläche durch die Tätigkeit der Kalkorganismen eine Verarmung an Kalk ein?

3. Findet über dem Meeresboden eine Auflösung von Kalk und damit eine Anreicherung des Bodenwassers an CaCO_3 statt? Und sind Unterschiede dabei festzustellen über verschiedenartigen Sedimenten?

Die Verarmung in den Oberflächenschichten und die Anreicherung über dem Boden konnte nicht nur qualitativ nachgewiesen, sondern auch quantitativ erfaßt werden. In den tropischen Meeren, wo eine leichte Deckschicht Konvektion weitgehend

¹⁾ Für die Rechnung sind die Profile ausgewählt, die annähernd in der gleichen Jahreszeit gefahren worden sind, da ja nur diese untereinander vergleichbar sind. Ferner ist der errechnete Wert ein Minimalwert, da ja auf Profil IX das zweite Maximum noch nicht erreicht zu sein braucht.

verhindert, wird ein starkes Minus an Kalk festgestellt, etwa bis zur Sprungschicht, dann bleibt der Gehalt an CaCO_3 nach unten zu auf mehrere tausend Meter annähernd konstant, um dann in der Nähe des Meeresbodens sehr stark zuzunehmen. In Abbildung 16 soll als Beispiel eine für die Tropenzone typische Kurve gegeben werden, die den Verlauf der Alkalinität von der Oberfläche bis zum Boden zeigt. Die Ordinate gibt die Tiefe an und die Abszisse die Zahlen für die Verarmung (—) und die Anreicherung (+) an Kalk in der betreffenden Tiefe.

Aus der Tatsache, daß der Kalkgehalt des Wassers nicht dem aus dem Chlorgehalt berechneten Salzgehalt proportional ist, ergibt sich, daß bei der Berechnung von S aus Cl ein Fehler entstehen muß, der auch in die aus Salzgehalt und Temperatur berechnete Dichte eingeht. Nun zeigt aber eine Überschlagsrechnung, daß dies für die heute verlangte Genauigkeit, die man an die

Berechnung der Dichte stellt, von keinem erheblichen Einfluß ist; es erreichen nämlich die größten Abweichungen kaum $0,01 \text{ ‰}$ im Salzgehalt.

Zur Prüfung der Frage der Sättigung des Meerwassers an Kalk muß außer der gelösten Menge die Löslichkeit von CaCO_3 in Meerwasser von dem betreffenden Kohlensäuredruck bekannt sein. Wenn man für die erste Annäherung die Löslichkeiten in Kochsalzlösung und die in Wasser von verschiedenem Kohlensäuredruck kombiniert, dann kommt man zu dem Schluß, daß das Meerwasser in allen untersuchten Fällen an Kalziumkarbonat ungesättigt ist, daß also keine Ausfällung auf anorganischem Wege stattfindet. Zur Sicherstellung dieses Ergebnisses ist aber eine genaue Bestimmung der Löslichkeit von CaCO_3 im Meerwasser bei verschiedenen Temperaturen und CO_2 -Drucken nötig.

Phosphorsäure.

Es sollen hier nur einige allgemeine Züge hervorgehoben werden, da im einzelnen nur eine Diskussion der Ergebnisse zusammen mit denen der Biologie fruchtbar sein dürfte.

Wenn man zunächst die Oberfläche betrachtet, so findet man eine starke Zunahme des Phosphatgehalts nach Süden zu; etwa von 30° S an wird Phosphorsäure in erheblichen Mengen gefunden, während sie nördlich davon im offenen Ozean unter die Grenze der Nachweisbarkeit sinkt. Zur Erklärung dieser Tatsache verfolgen wir die

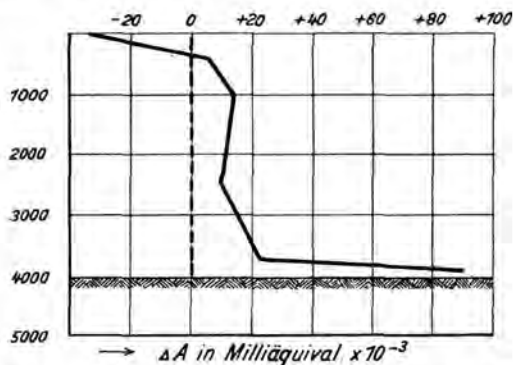


Abb. 16. Vertikale Verteilung der Alkalinität in der Tropenzone¹⁾.

¹⁾ Die Abszisse gibt die Differenz ΔA zwischen der beobachteten und der nach der Formel $A = 0,06779 S$ berechneten Alkalinität (vgl. Br. Schulz in Ann. d. Hydr. 1921, S. 280). Die gestrichelte Linie würde den Alkalinitäten entsprechen, die dieser Formel gehorchen.

Vertikalverteilung der Phosphorsäure einmal für etwa 50° S, einmal für die Tropen: Die Kurven zeigen, daß die wesentlichen Unterschiede sich auf die allerobersten Schichten beschränken, daß darunter aber relativ gleichmäßig hohe Werte vorhanden sind.

Die plötzliche Zunahme mit der Tiefe in den Tropen fällt im allgemeinen zusammen mit der sprunghaften Abnahme der Temperatur, also mit der Sprungschicht, über der sich das leichte, warme Wasser befindet. Das Vorhandensein dieser die Konvektion verhindernden Deckschicht dürfte die Ursache für das Fehlen der Phosphorsäure in den Oberschichten sein, da die durch die Organismen aufgenommenen Phosphate nach dem Absterben des Planktons zum großen Teil mit in die Tiefe genommen werden und dieses Defizit nicht durch Konvektion aus dem phosphatischen Tiefenwasser ersetzt wird. Im Gegensatz dazu wird durch die starke Konvektion in den höheren Breiten eine Verarmung der Oberschichten infolge des Planktonstoffwechsels verhindert.

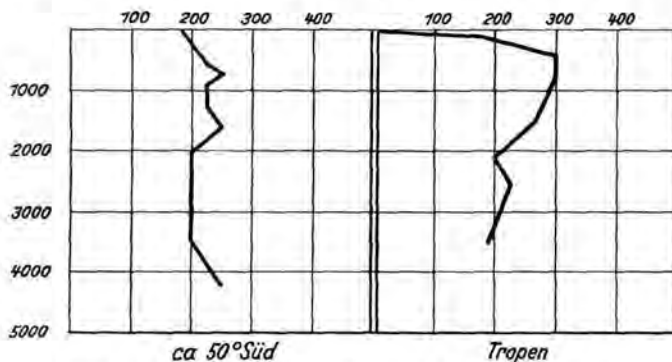


Abb. 17. Vertikale Verteilung der Phosphorsäure.

Die Abszisse gibt die Milligramme P_2O_5 im Kubikmeter an.

Den Transport der Phosphorsäure aus der Tiefe an die Oberfläche beobachtet man auch in großartiger Weise an der westafrikanischen Küste, wo aufsteigendes Tiefenwasser den Phosphatgehalt bis in die Oberfläche enorm erhöht, während er weiter südlich oder westlich außerhalb dieser Zone unterhalb der Nachweisbarkeit liegt. Hier treten auch deutlich die Zusammenhänge mit der Verteilung des Planktons hervor, das in diesem Gebiet sehr starke Entwicklung zeigte. Ebenfalls beobachteten wir sehr häufiges Auftreten von Meeresleuchten und von Leuchtwalzen, die in ungeheuren Mengen das Schiff umgaben. Auch der Fischreichtum und die starke Bewachung der Schiffe in den westafrikanischen Häfen dürfte damit zusammenhängen. Eine sehr gute Übereinstimmung findet man auch für Phosphorsäuregehalt und Wasserfarbe (Gelbgehalt der Farbe nach Forel), was nicht verwundert, da wohl auf offenem Meere die Wasserfarbe eine Funktion des Planktongehalts ist (vgl. S. 147).

Im einzelnen zeigen sich aber, besonders für gewisse Planktonformen, erhebliche Abweichungen. Es ist ja auch von vornherein eine Abhängigkeit nur von der Phosphorsäure allein nicht zu erwarten, denn

die Lebensentfaltung ist noch durch so viele andere Faktoren bedingt, daß es eher erstaunlich ist, daß eine verhältnismäßig so gute Übereinstimmung zwischen diesem einen chemischen Stoff und der Verteilung der Lebewesen besteht. Das kann natürlich daran liegen, daß die anderen zum Aufbau des Plasmas nötigen Stoffe, soweit sie nicht überall im Überfluß vorhanden sind, annähernd parallel mit der Phosphorsäure auftreten. Dann ist immerhin der Phosphatgehalt ein brauchbarer Indikator für nährstoffreiches Wasser.

Bericht über die biologischen Arbeiten.

Von E. Hentschel.

Das Gebiet dieses dritten Berichtes reicht von etwa 25° S bis zur engsten Stelle des Ozeans unter dem Äquator. Seine Abgrenzung nach Süden gegen die Gebiete der beiden ersten Berichte ist, wie unten ausführlich dargelegt werden soll, nicht nur eine künstliche, sondern auch eine natürliche. Das früher besprochene Profil II, auf etwa 28° S, welches sich südwärts an das hier zu behandelnde Untersuchungsgebiet anschließt, durchzieht in seiner ganzen Länge ein westöstlich erstrecktes biologisches Minimalgebiet, das wie eine Scheidewand das Südwasser vom Nordwasser trennt.

Zur Kennzeichnung des Untersuchungsgebiets sollen hier zum erstenmal Zahlenwerte gegeben werden, um zu zeigen, welche Ergebnisse durch die quantitativen Planktonuntersuchungen nach den Methoden Lohmanns zu erzielen sind. Leider ist das für die obersten Wasserschichten wegen des zu umfangreichen Zahlenmaterials aus 0 und 50 m Tiefe vor Beendigung der Expedition noch nicht möglich. Ich werde diese Schichten nur, wie in den früheren Berichten, im großen und ganzen beschreiben, während die Tiefe von 200 m, zur Kennzeichnung der durchlichteten Wasserschichten, und die von 2000 m, als Beispiel für die dunkle Tiefsee, zahlenmäßig auf Grund von Mittelwerten genauer untersucht werden sollen.

Vorausgeschickt sei eine Zahlenreihe, welche die Planktonverteilung in einer Wassersäule von der Oberfläche bis zu 5000 m Tiefe darstellt (Tab. 1). Es sind hier für das Zehngradfeld von 0° bis 10° S und 10° bis 20° W, in dem Ascension liegt, und in dem an neun Stationen im ganzen 32 Wasserproben untersucht wurden, Mittelwerte für die Individuenzahlen des Gesamtplanktons im Liter Wasser für die verschiedenen Tiefen berechnet. Da Metazoen (Gewebstiere) in den Wasserproben äußerst spärlich sind, würden die Zellenzahlen (= Individuenzahlen) der Protisten im Liter nahezu die gleichen sein.

Tab. 1.

Tiefe in m	Individuen im Liter
0	10 147
50	9 443
100	2 749
200	726
400	261
700	114
1000	87
2000	57
3000	18
4000	17
5000	15

Man erkennt eine stetige Abnahme des Planktons von der Oberfläche bis zum Grunde, eine sehr schnelle besonders zwischen 50 und

200 m, eine sehr langsame unterhalb von 3000 m. Die Dichtegrenze für eine Zelle im Kubikzentimeter liegt zwischen 100 und 200 m. Unterhalb von 3000 m hat man im Mittel etwa 60 ccm zu untersuchen, um eine lebende Zelle (Bakterien und Pilze hier wie überall ausgeschlossen!) zu finden. Zwischen 50 und 700 m Tiefe scheint die Abnahme im Sinne einer logarithmischen Kurve stattzufinden. Naturgemäß nimmt mit der Tiefe die Sicherheit der Werte aus technischen und mathematischen Gründen ab.

Einige wenige Zahlen mögen den Unterschied der Planktondichte im Nord- und Südgebiet als Ganzem, unter Ausscheidung des Grenzgebiets von Profil II, kennzeichnen sowie das Verhältnis dieser Werte zu den Mittelwerten für den gesamten Südatlantischen Ozean, und zwar auf Grund der Untersuchung von je etwa 90 Proben von 360 ccm aus 200 m und von 540 ccm aus 2000 m Tiefe.

Tab. 2. Mittlere Individuenzahl im Liter.

Tiefe in m	Südl. von 30° S	Nördl. von 25° S	Gesamtgebiet
200	1120	631	760
2000	50	44	44

Man sieht, daß die Planktondichte in 200 Tiefe im Südgebiet fast doppelt so groß wie im Norden ist, während sie in 2000 m nur um etwa ein Siebentel höher ist. Das Plankton ist also in der Tiefe beträchtlich gleichförmiger verteilt als in den Oberschichten. Entsprechend nimmt es von 200 bis 2000 m Tiefe im Süden etwa doppelt so schnell ab wie im Norden. Und ferner sind die Abweichungen von den Gesamtmittelwerten für den Südatlantischen Ozean (einschließlich Profil II) in 200 m auch relativ viel größer als in 2000 m Tiefe. Die Ursache dieser Unterschiede liegt hauptsächlich im Diatomeenreichtum der durchlichteten Schichten des Südens (s. u.).

Ein wesentlicher Unterschied der beiden Gebiete besteht darin, daß die Veränderung des Planktons nach Menge und Zusammensetzung von Profil zu Profil im Südgebiet eine viel stärkere als im Nordgebiet ist. Wenn man von Süden kommt, so findet man zunächst Schritt für Schritt das Plankton verändert, findet aber schon auf Profil II einen Planktonzustand erreicht, der, besonders durch Kokkolithophoriden gekennzeichnet, bis zum Äquator hinauf und darüber hinaus im wesentlichen bestehen bleibt oder innerhalb dessen wenigstens die Unterschiede bei weitem nicht so stark wie im Süden sind.

Die Frage dieser Veränderung des Planktons von der Antarktis bis zum Äquator sei zunächst an Hand der Tabelle 3 für das Gesamtplankton in den beiden Haupttiefen geprüft.

Tab. 3. Mittelwerte der Individuenzahl des Gesamtplanktons im Liter.

Profil	V	III	I	IV	II	VII	VI	VIII	XI	IX—X
S-Breite etwa	55°	48°	42°	35°	28°	23°	15°	10°	3°	—2°
200 m	1528	1415	302	718	171	695	443	600	747	702
2000 m	74	29	34	49	19	28	24	55	62	62

Diese Zahlen lassen in beiden Tiefen ein wohl ausgeprägtes Minimum auf Profil II erkennen. Die erwähnte vertikale planktonarme Schicht zwischen 25° und 30° S-Breite ist also in 200 und 2000 m nachweisbar. In der Tat geht sie bis an die Oberfläche hinauf, während sie unter 2000 m Tiefe nicht mehr deutlich erkennbar bleibt. Jene Minima werden noch dadurch besonders betont, daß sowohl in der Nordhälfte wie in der Südhälfte der Maximalwert jeweils am Ende oder fast am Ende der Reihe, so entfernt wie möglich vom Minimum liegt. Sowohl der Größenunterschied zwischen Maximum und Minimum wie auch die Schwankungen sind auf der Südhälfte stärker ausgeprägt als auf der Nordhälfte, worin, wenn auch nicht sehr deutlich, die größere Gleichförmigkeit des Nordgebiets zum Ausdruck kommt.

Die Eigenart der Zone des Profils II kann noch auf manche andere Weise nachgewiesen werden. Beispielsweise, wenn man die Profile in bezug auf die Größenordnungen der Einzelwerte der verschiedenen Stationen vergleicht. So liegen in 200 m auf Profil II 73 % der Werte des Gesamtplanktons unterhalb der Individuenzahl 200, auf keinem der anderen Profile dagegen mehr als 20 %. In 2000 m Tiefe sind auf Profil II alle Werte, also 100 %, niedriger als 30, während die anderen Profile niemals über 67 %, meist unter 50 % solcher Werte haben. Man sieht hieraus zugleich, daß die Planktonarmut des Profils II in 200 m Tiefe weit schärfer ausgeprägt ist als in 2000 m.

Zeichnet man ferner Isoplanktenkarten für die Tiefe von 200 m, sowohl für das Gesamtplankton wie für die Hauptgruppen, welche es zusammensetzen, so kommt das Minimalgebiet im Profil II als westöstlich erstreckter Streifen zur Darstellung. Dieser Streifen ist deutlich erkennbar beim Gesamtplankton, noch schärfer umschrieben bei den Gruppen der Protozoen und Peridineen, dagegen nur angedeutet bei den Kokkolithophoriden und Diatomeen. An seinem Westende verbreitet sich der planktonarme Gebietsstreifen stets etwas auf die Nachbarprofile.

Am anschaulichsten kommt jedoch die merkwürdige Erscheinung zur Darstellung, wenn man nord-südlich gerichtete Vertikalschnitte für die Hauptgruppen des Tiefenplanktons durch den Ozean zeichnet, etwa einen westlich und einen östlich der Mittelatlantischen Schwelle. Man sieht dann, wie zwischen 25° und 30° S-Breite die Isoplankten aus 2000 m Tiefe sich stark und scharf gegen die Oberfläche aufbiegen, da niedrige Planktonwerte, wie sie auf den Nachbarprofilen erst in 2000 m Tiefe gefunden werden, auf Profil II schon in 200 bis 700 m Tiefe auftreten. Südlich von 30° ist die Planktonverteilung unverkennbar in hohem Grade durch die Tiefenströmungen bedingt, in den hier besprochenen Zone aber ist dieser Einfluß nicht mehr nachweisbar.

Die Ursachen, welche zur Entstehung dieser merkwürdigen biologischen Scheidewand quer durch den Ozean geführt haben, sind nur undeutlich zu erkennen. Aus dem Studium des Verlaufs der Tiefenströmungen auf Grund der Verteilung von Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoffgehalt u. dgl. mehr geht hervor, daß in dieser Breite eine Stauung der meridional bewegten Wassermassen stattfindet, bedingt durch die beiden Querrücken, welche hier vom Ozeanboden aufsteigen, den Rio Grande-Rücken im Westen und den Walfischrücken im Osten.

So entsteht eine Störungszone. Da diese aber im Planktonleben weit deutlicher ausgeprägt ist als in den physikalischen und chemischen Verhältnissen, wäre vielleicht auch an das Mitwirken anderer, biologisch besonders bedeutsamer Ursachen zu denken.

Wie gesagt, ist bei den Diatomeen und Kokkolithophoriden, den beiden charakteristischsten Organismengruppen des Nannoplanktons, jene Minimalzone nicht scharf ausgeprägt. Ihre Verteilung in süd-nördlicher Richtung kommt in großen Zügen in der Tabelle 4 zum Ausdruck. Darin ist außer ihren Mittelwerten für die verschiedenen Profile noch eine dritte Wertreihe, die der Quotienten C : D, d. h. der Kokkolithophoridenzahl dividiert durch die Diatomeenzahl, angegeben, die erkennen läßt, ob und in welchem Grade die eine oder andere der beiden Gruppen in der Lebensgemeinschaft des Planktons vorwiegt.

Tab. 4. Mittelwerte der Individuenzahlen im Liter für 200 m Tiefe.

Profil	V	III	I	IV	II	VII	VI	VIII	XI	IX—X
S-Breite etwa	55°	48°	42°	35°	28°	23°	15°	10°	3°	—2°
Diatomeen . .	961	478	17	42 ¹⁾	16	25 ¹⁾	79	119	163	102
Kokkolithoph.	26	468	50	290	58	83	61	96	138	100
C : D	0,0	1,0	3,0	7,0	3,6	3,3	0,8	0,8	0,8	1,0

Man sieht, daß, wie zu erwarten, der größte Diatomeenreichtum im äußersten Süden liegt. Bei Profil II findet sich wieder das Minimum, wenn auch nicht sehr auffallend entwickelt. Von etwa 20° S an steigt der Diatomeenstand wieder zu mäßigen Höhen an. Die Kokkolithophoriden haben naturgemäß ihr Minimum im äußersten Süden, aber schon auf dem nächsten Profil liegt ihr Maximum, dessen Entstehung wesentlich durch stellenweise sehr hohe Werte einer einzigen Art bedingt ist. Profil II hat hier zwar nicht das absolute Minimum, aber doch auch einen verhältnismäßig niederen Mittelwert. Die Quotienten schließlich zeigen, daß im äußersten Süden die Kokkolithophoriden neben den Diatomeen ganz verschwinden, daß auf Profil III etwa Gleichgewicht herrscht, daß von Profil I bis VII die Kokkolithophoriden wenigstens dreimal so stark sind wie die Diatomeen, daß aber von etwa 20° S bis zum Äquator wieder die Diatomeen überwiegen und nördlich des Äquators wieder Gleichgewicht eintritt.

Anschaubarer kommt die ganze Sachlage zur Darstellung, wenn man die Quotienten C : D für jede einzelne Station berechnet und danach Isolinien in eine Karte einzeichnet. Die 1,0-Linie, d. h. die für das Gleichgewicht, durchzieht vorwiegend rein west-östlich etwa in 40° bis 45° S den Ozean. Nördlich davon überwiegen also die Kokkolithophoriden. Aber deren Herrschaftsgebiet wird unterbrochen durch einen Streifen des Überwiegens der Diatomeen, der von der brasilianischen Küste schräg zum Golf von Guinea hinüberzieht. In sehr bemerkenswerter Weise zieht sich außerdem ein ganz schmaler Streifen des Überwiegens der Diatomeen längs der afrikanischen Küste zwischen dem Südgebiet und dem Nordgebiet der Diatomeenherrschaft,

¹⁾ Ein Wert über 1000 unmittelbar an der Küste ist weggelassen.

sie verbindend, hin. Daß dieser letztere Streifen eine Auswirkung des kalten aufsteigenden Küstenwassers ist, ist kaum zu bezweifeln. Weniger gut läßt sich die naheliegende Vermutung begründen, daß der besprochene Querstreifen mit dem kühlen Oberflächenwasser des östlichen Südäquatorialstromes und seinem Diatomeenreichtum (s. u.) in Zusammenhang stehe.

Alle diese Betrachtungen beziehen sich auf die Veränderung der Planktondichte in süd-nördlicher Richtung. Naturgemäß ist sie im allgemeinen viel ausgeprägter als die Veränderung in west-östlicher Richtung. Daß aber auch sie in typischer Weise vorkommen kann, zeigt das eben angeführte Beispiel von der Besonderheit der westafrikanischen küstennahen Gewässer und die früher erwähnte Erweiterung des Minimalgebiets bei Profil II nach Westen. Besonders hervorzuheben ist in dieser Hinsicht noch der Einfluß der Mittelatlantischen Schwelle auf die Planktonverteilung. Sie scheidet in der Tiefe zwei Wassermassen von verschiedener Herkunft und verschiedener Beschaffenheit. Daß diese auch verschiedene Planktondichte haben, ist daher nicht auffallend. Merkwürdigerweise macht sich aber ein Unterschied von Ost- und Westwasser oder in anderen Fällen die Ausbildung einer Zwischenschicht mit niederen Werten auch oberhalb der Schwelle bis über die 1000 m-Tiefe hinauf in verschiedenen Organismengruppen noch deutlich geltend.

Das **Oberschichtenplankton** des Untersuchungsgebiets in Tiefen von 0 bis 50 m kann, wie gesagt, einstweilen nicht auf Grund genauer zahlenmäßiger Belege zur Darstellung gebracht werden. Es sei darüber nur einiges nach den allgemeinen Erfahrungen mitgeteilt. Von besonderer Wichtigkeit ist hier nur eine einzige auffallende Eigentümlichkeit der Planktonverteilung, nämlich die, daß die sogenannte „Kältezunge“ der Planktonexpedition, jenes Gebiet verhältnismäßig kühlen Wassers, das sich vom Nordende des Benguelastroms aus westwärts mit dem Südäquatorialstrom weit in den Ozean hinaus erstreckt, in der Planktonzusammensetzung und in der Planktonmenge der Oberschichten sehr deutlich als selbständiges Gebiet ausgeprägt ist. Insbesondere ist sie durch relativen Reichtum an Diatomeen ausgezeichnet. Die Karte der Wasserfarben, welche Schott (Geographie des Atlantischen Ozeans, 2. Auflage, Tafel 7) veröffentlicht hat, zeigt diese „Kältezunge“ deutlich als Gebiet mit verhältnismäßig viel Gelb in der Wasserfarbe. Es ist höchst auffallend, mit welcher Genauigkeit in dem ganzen Bereich die Grenzen eines gewissen Diatomeenreichtums mit der Grenze der Farbe, die 2% Gelb enthält, zusammenfallen. Das ist auf allen Profilen nachweisbar. Sogar der schmale Streifen blauerer Wassers, welcher von Westen in den Golf von Guinea eindringt, tritt auf Profil XI südwestlich von Fernando Poo als eine Lücke in der Diatomeenbevölkerung in die Erscheinung. Auf diesem Profil zwischen Fernando Poo und Pernambuco, das mit dem größten Teil seiner Erstreckung durch den Bereich jenes etwas grüneren Wassers verläuft, zeigt sich besonders deutlich, daß bei etwa 4° S und 25° W eine scharfe Planktongrenze liegt.

Die Schottsche Karte enthält nun innerhalb des 2%-Gebiets mehrere Flecken noch weiter ins Grüne gehender Verfärbung. Von

diesen wurde der zwischen der Großen Fischbay und St. Helena liegende 9%-Fleck auf unserer Station 146 angetroffen. Dort fand sich an der Oberfläche außer sonstigem Planktonreichtum ein Bestand von im Liter etwa 10 000 Individuen einer Diatomeenart (*Rhizosolenia setigera*), die sonst fast ganz fehlte. Ein anderer auf der Breite von Walfischbai liegender grüner Fleck und der bei Ascension scheinen durch starke Wucherung von Peridineen (*Gymnodinien*) hervorzutreten. — Es gibt jedoch auch Wucherungsgebiete außerhalb der besprochenen Grenzen. So wird von der bekanntesten Kokkolithophoride, *Pontosphaera huxleyi*, das höchste Maximum des ganzen Untersuchungsgebiets mit 16 000 Zellen im Liter auf $21^{\circ} 30' S$ und $0^{\circ} 0' L$ änge (Station 179) erreicht. Legt man durch diese Station einen Ost-West- und einen Nord-Südschnitt, so sieht man, daß hier zapfenförmig eine Planktonvolkmassse von der Oberfläche bis in große Tiefen hinabdringt.

Gebiete der Wucherung sind gewöhnlich auch die Küstengewässer und Häfen. Sie bieten eine große Mannigfaltigkeit planktonischer Lebensgemeinschaften dar. Beachtenswert ist, daß auf der Reede von St. Helena, als einer echt ozeanischen Insel, nichts von Planktonwucherung und nichts von neritischen (d. h. den Küstengewässern eigentümlichen) Planktonbestandteilen gefunden wurde. Vor den Mündungen großer Flüsse, wie des Oranje, Kunene, Kuenza, Niger, Rokel-River in Afrika, des Itajahy und San Francisco in Südamerika, wurden Planktonproben entnommen, von denen jedoch nur einzelne eine Wucherung unter dem Einfluß des Nährstoffreichtums des Süßwassers deutlich erkennen läßt.

Die Verteilung der makroskopischen Tiere der Oberfläche stand in gutem Einklang mit dem Planktonleben der obersten Wasserschichten. Beim Fortschreiten von Süden nach Norden ließ sich deutlich der Übergang in ein neues Lebensgebiet nachweisen. Auf dem südlichsten Profil (VII in $23^{\circ} S$ -Breite) waren Kaptauben und Albatrosse noch häufig, fliegende Fische nur wenig (in der Nähe der brasilianischen Küste) vorhanden; auf dem nächsten Profil (VI, in $17^{\circ} S$ -Breite) kehrte sich das Verhältnis um. Weiter nördlich fanden sich fliegende Fische dauernd, von Vögeln, wenn überhaupt welche, meist nur Sturmschwalben.

Eine zweite charakteristische Erscheinung ist die, daß jene oben erwähnte planktonreiche „Kältezunge“ sich durch besonderen Reichtum an makroskopischen Oberflächentieren auszeichnet. Auf Profil XI war das regelmäßige Vorkommen von Feuerwalzen, das nicht seltene von Goldmakrelen (*Coryphaena*), Bonitos und Tintenfischen sehr auffallend. Genau wie beim Plankton trat auch hier auf $25^{\circ} W$ plötzlich Verarmung ein.

Zur Frage der Wanderung oder Verschleppung von Küstenorganismen ist hervorzuheben, daß Riesentange an der afrikanischen Küste bis Walfischbai hinauf treibend gefunden wurden. An der Küste Südamerikas konnte festgestellt werden, daß Pinguine noch bis Itajahy nicht selten gelangen, daß sie in der Bucht von Rio bisweilen auftauchen und daß einmal einer bei Valença, wenig südlich von Bahia, gefangen worden ist, der sich jetzt im Besitz der medizinischen Fakultät in Bahia befindet.

Bericht über die geologischen Arbeiten auf den Profilen VI bis VIII.

Von Otto Pratje.

Auf den Profilen VI, VII und VIII, die auf rund 15, 22 und 9° S liegen, wurde der nördliche Anschluß an das früher durchfahrene Gebiet gewonnen, und manches, was im Süden bereits angedeutet war, kam in den tropischen Gebieten zur Entfaltung. Es wurde mit den bisher erprobten Methoden weitergearbeitet, so daß darüber nichts Neues zu sagen ist und die Zahlenwerte nach wie vor alle miteinander vergleichbar sind.

Eine jetzt gemachte Zusammenstellung der Werte über die Oxydierbarkeit der Grundproben an ihrer Oberfläche zeigte eine deutliche Abhängigkeit von der Verteilung der Organismen und von den Oberflächenströmen. Eine besonders auffällige Zone hoher Werte zog in den Breiten um ungefähr 30° S über den Ozean. In gleicher Breite nahm der Planktongehalt plötzlich ab, um erst später wieder anzusteigen, und die Strömungskarte von Hans H. F. Meyer verzeichnete hier ein Konvergenzgebiet. So vielfältig auch die Ursachen der Oxydierbarkeit sein mögen, so gibt doch der Zahlenwert in diesem Falle einen Anhaltspunkt für die Anreicherung an organischem Material an der Oberfläche der Grundprobe. In der Tiefe überwiegen nachher andere Faktoren.

Wiederholt ist in den Berichten darauf hingewiesen worden, daß der Kalkgehalt nicht von der Tiefe allein abhängig sei. Die letzten Profile haben schöne Beispiele dafür geliefert. So wurden folgende Werte auf Profil VI, also auf annähernd gleicher geographischer Breite, gewonnen:

Brasil-Mulde		Kongo-Mulde	
Tiefe	Kalkgehalt	Tiefe	Kalkgehalt
5150 m	4 v. H.	5200 m	80 v. H.
5900 m	2 v. H.	5600 m	46 v. H.

Doch nicht nur benachbarte Mulden zeigen diese Unterschiede, selbst in derselben Mulde, in der Kongo-Mulde, ist die Ost- und Westseite verschieden. Hier wieder ein paar abgerundete Werte:

Westseite		Ostseite	
Tiefe	Kalkgehalt	Tiefe	Kalkgehalt
5300 m	80 v. H.	5350 m	40 v. H.
4550 m	90 v. H.	4550 m	25 v. H.
4500 m	95 v. H.	4400 m	40 v. H.
3150 m	90 v. H.	2950 m	10 v. H.
—	—	900 m	7 v. H.

Die Westseite zeigt also bis tief hinunter sehr hohe Werte. Sie sinken etwa in der Mitte der Mulde an einer sehr deutlichen Grenze, die mit einer morphologischen Grenze zusammenfällt, auf etwa die Hälfte ab und werden an der Ostseite nach oben hin sogar noch kleiner.

Bereits früher habe ich schon den Einfluß der Strömungen auf den Kalkgehalt betont, und diese sind bis zu einem gewissen Grade abhängig vom Bodenrelief. Hier in der Kongo-Mulde hat der unruhige, in Höhen

und Tiefen stark wechselnde Boden im Westen die hohen Werte, der einförmige an der Ostseite die niedrigen Werte. Außerdem haben wir im Osten aufsteigendes Tiefenwasser, das auch in den vorgenannten Zahlen zum Ausdruck kommt. Ihrer Zusammensetzung nach sind die kalkarmen Sedimente, die wir fanden, grüne Schlicke und Diatomeenschlamme, die durchaus an Absätze der polaren Gewässer erinnern, während in den Sedimentkarten hier Globigerinenschlamme verzeichnet sind. Das reicht nach Norden bis zum Profil VIII (9° S), wo in 3200 m nur 6% Ca Co_3 festgestellt wurden. In noch größeren Tiefen liegen in der Kongo-Mulde rotgefärbte Tone, die von grünen Tönen unterlagert werden und dem roten Tiefseeton zuzurechnen sind. Sie unterscheiden sich jedoch wesentlich von denen in der Brasilianischen Mulde.

In der Brasilianischen Mulde liegen die Verhältnisse ganz ähnlich, zum Teil noch ausgeprägter, da der rote Tiefseeton nur ganz geringe Kalkmengen (bis zu 2% hinab) enthält. Die Anordnung ist spiegelbildlich, so daß die kalkreichen Sedimente diesmal im Osten und die ärmeren in der Mitte und im Westen liegen.

Bezüglich der Kap-Mulde konnte ich in meinen früheren Berichten die reiche Schichtung der Grundproben erwähnen. Die Brasilianische Mulde ist ebenfalls ein Gebiet mit ausgeprägter, weit verbreiteter Schichtung unter Einschluß von Tiefseesanden. Wie bei den Kalkgehalten möchte ich auch hier nur die Tatsache mitteilen und eine Deutung erst später nach beendeter Untersuchung versuchen.

Eine weitere auffällige Erscheinung war es, daß wir an der Grenze des roten Tiefseetones gegen den Globigerinenschlamm am Mittelatlantischen Rücken wiederholt in der Stoßröhre eine Mangankruste mit unterlagerndem Ton erhielten. Es wäre seltsam, wenn die Stoßröhre jedesmal eine Knolle getroffen und die obere Kruste abgeschabt hätte. Ich glaube vielmehr annehmen zu dürfen, daß sich selbst auf weichem Sediment Mangankrusten, die größere Flächen einnehmen, bilden können. Bei den Dretschzügen der früheren Expeditionen wurden solche Krusten nicht gefunden. Es wäre noch die Frage aufzuwerfen, ob es sich vielleicht um eine für den Atlantischen Ozean eigentümliche Ausbildungsform der Manganausscheidungen handelt. Sie läßt sich heute noch nicht beantworten.

Morphologisch sind so zahlreiche neue Tatsachen wie in den höheren Südbreiten nicht mehr zu verzeichnen, da die nördlicheren Gebiete durch zahlreichere Lotungen bereits besser bekannt waren. In dem Bericht über die Echolotungen werden die neuen Einzelheiten aus diesem dritten Abschnitt gegeben werden. Hier möchte ich nur einige wenige Tatsachen erwähnen, die von besonderem geologischen Interesse sind. Das unruhige Auf und Ab der Mittelatlantischen Schwelle, das auf dem Profil II in verstärktem Maße auffiel, hat nach Norden noch zugenommen. Wenn ferner dort östlich des Walfischrückens in dem Nordzipfel der Kap-Mulde am afrikanischen Kontinent ruhigere Oberflächenformen auftreten, so ist dieser Unterschied zwischen Westen und Osten in der Kongo-Mulde noch ausgeprägter, wo etwa der Längengrad von Greenwich die Grenze zwischen bewegtem und ruhigem Bodenrelief bildet. Ebenso scharf ist eine Grenze in der Brasil-Mulde bei etwa 28° W erkennbar. Von den beiden besuchten

Inseln liegt St. Helena auf der Ostflanke der Mittelatlantischen Schwelle, die hier in ihrer Gesamtneigung wohl etwas flacher ist als auf der Westseite. Tiefen von über 4000 m umgeben sie ringsum. Ascension dagegen stellt eine der zahlreichen Erhebungen auf dem Rücken der Schwelle dar, zwischen denen sich aber auch noch ansehnliche Tiefen befinden.

Bericht über die sedimentpetrographischen Arbeiten auf den Profilen IX bis XI.

Von Carl W. Correns.

In die Erforschung des Meeresbodens teilen sich auf der Deutschen Atlantischen Expedition ein Geologe, Dr. Pr at j e, der die ersten acht Hauptschnitte bearbeitet, und ein Mineraloge, der Berichterstatter.

Das Interesse des Mineralogen konzentriert sich auf die Erforschung der physikalischen und chemischen Bildungsbedingungen der Ablagerungen auf dem Meeresboden und der aus ihnen entstehenden Gesteine. Von diesen Ablagerungen stehen durch die Anlage der Expedition als einer ozeanographischen in erster Linie die der Hochsee zur Verfügung. Für systematische Untersuchung der Küsten- und Schelfablagerungen ist weniger Gelegenheit. Aber auch die Hochseedimente sind ein äußerst wichtiges Studienobjekt, um Fragen grundsätzlicher Art über die Bildung der Gesteine ihrer Lösung näher zu führen. An der Bildung der Sedimente wirkt nun eine Reihe von verschiedenartigen Faktoren mit, die z. T. außerhalb des Forschungsgebietes des Mineralogen liegen und durch die Zusammenarbeit mit den andern Expeditionsmitgliedern geklärt werden müssen. So haben die Kalk- und Kieselschalen von Planktonlebewesen einen oft sehr wichtigen Anteil an der Zusammensetzung der Sedimente. Die Gesetzmäßigkeiten der Verteilung des Planktons im Meer sind also notwendig zur Kenntnis der Entstehung sehr vieler Sedimente. Hier liefert der Biologe quantitative Werte. Ebenso wichtig ist die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Meerwassers, z. B. seines Gehaltes an Sauerstoff, Kohlensäure, Kalk, Phosphorsäure. Die Bearbeitung dieser Aufgaben liegt in der Hand des Chemikers. Die Angaben über die physikalischen Eigenschaften des Meeres, insbesondere über die sehr wichtigen Strömungen liefern die Ozeanographen. Über die Morphologie des Erdbodens geben uns die akustischen Lotungen Aufschluß. So bleibt als eigentliches Arbeitsgebiet die Untersuchung der festen anorganischen Beimengungen des Meerwassers und der Luft und als wichtigstes die Untersuchung der Ablagerungen selbst übrig.

Zur Gewinnung der Grundproben wird an der Lucaslotmaschine mit 1 mm Stahldraht im allgemeinen die von Dr. Pr at j e benutzte Stoßröhre verwendet, eine mit Bleigewichten beschwerte Eisenröhre, in der in einem zweiteiligen Messingmantel ein Glasrohr steckt. Die Röhre stantzt Bodenproben von 20 oder 30 mm Durchmesser und häufig beträchtlicher Länge (auf Profil XI im Durchschnitt 64 cm) aus dem Meeresboden heraus. Die Röhre wird beim Herauf-

holen von zwei Klappen verschlossen, die beim Auftreffen auf den Grund ausgelöst werden. Diese Vorrichtung konnte noch etwas verbessert werden. Lockere tonarme Sedimente, z. B. Globigerinensand auf den Schwellen, haften nicht in der Stoßröhre. In solchen Fällen wird ein zangenartiger Bagger benutzt. Das dem Petersen greifer nachgebaute Instrument ist, da es nicht ganz dicht schließt und deshalb die weniger feineren Bestandteile ausgeschlämmt werden, auf größeren Tiefen weniger geeignet als der genauer gearbeitete und in der Form praktischere Monacogreifer, der auch auf 2000 m Tiefe mit gutem Erfolg verwendet wurde. Er brachte aus dieser Tiefe unter anderem auch ein 62,7 g schweres Stück eines basaltischen Gesteins herauf.

Die Grundproben werden möglichst bald nach dem Heraufholen untersucht. Hierbei werden die von Dr. Prätje angewandten Methoden weiter benutzt, soweit sie nicht zugunsten solcher neuen Verfahren zurücktreten mußten, die nur an frischen Proben ausgeführt werden können. So wurde die Bestimmung des Karbonatgehaltes etwas zurückgestellt, da sie in der Heimat genauer ausgeführt werden kann. Denn alle chemischen Bestimmungen an Sedimenten, auch die weiter unten beschriebenen, kranken daran, daß das stets notwendige Abwiegen einer Menge Sediment wegen des Seegangs nicht mit der wünschenswerten Genauigkeit ausgeführt werden kann. Mit der Torsionswaage von Hartmann und Braun ist es möglich, auf 5 bis 10 mg genau abzuwiegen, je nach der Stärke des Seegangs. Da aber die Maximalbelastung 1 g ist, beträgt der Fehler doch mindestens $\frac{1}{2}$ bis 1 %. Bei der Bestimmung des Karbonatgehaltes kommt hinzu, daß eine Trennung von Kalzium und Magnesium notwendig wäre, um exakte Ergebnisse zu erzielen. Diese Analyse würde wegen der mehrfach notwendigen Wägungen mit noch größeren Fehlern behaftet sein.

Bei der Schlämmanalyse, die zur Feststellung der Verteilung der Korngrößen dient, kann das Wiegen umgangen werden durch Abzentrifugieren in kalibrierten Zentrifugengläsern. Die Genauigkeit ist aber auch hier gering. Doppelbestimmungen gaben ziemlich hohe Abweichungen voneinander. Trotzdem wurde das Verfahren beibehalten, um über das ganze Expeditionsgebiet vergleichbare Zahlenwerte zu erhalten. Eine Wiederholung auch der Schlämmungen in der Heimat erscheint notwendig.

Ganz ohne Anwendung der Waage läßt sich die Reaktion der Bodenprobe untersuchen, d. h. der Frage nachgehen, wie sauer bzw. alkalisch ein Sediment reagiert. Die Sedimentprobe wird mit ganz wenig abgekochter Kochsalzlösung zentrifugiert und die Wasserstoffionenkonzentration der überstehenden Flüssigkeit in engen Glasröhren nach dem von Dr. Wattenberg für das Meerwasser benutzten Verfahren (Borax-Borsäure als Vergleichslösung, Naphtholphtalein als Indikator) kolorimetrisch gemessen. Elektrometrische Verfahren lassen sich an Bord nicht durchführen.

Besonderer Wert wird auf die mikroskopische Untersuchung der Proben gelegt, auf die Feststellung, welche Bestandteile die Grundprobe zusammensetzen. Das große Polarisationsmikroskop von Wülfing-Winkel mit seiner in allen Einzelheiten

für die verschiedensten Zwecke durchdachten Konstruktion, z. B. dem genauen und bequemen Kreuztisch zu quantitativen Arbeiten, wurde mit gutem Erfolg benutzt. Das Einbettungsverfahren unter Anwendung des kleinen Abbeschen Refraktometers und gegebenenfalls Trennung mit Bromoform führen rasch wenigstens zu einem Überblick über die Zusammensetzung des mikroskopisch erkennbaren Teils des Sedimentes. Nur ein Teil ist jedoch so bestimmbar; in jeder Probe aus der Hochsee haben die tonigen Komponenten, die feinen Schlammteile, die dem Sediment erst den Zusammenhang geben, großen Anteil. Über diese ist bisher so gut wie nichts bekannt. Ich betrachte es als eine meiner wichtigsten Aufgaben, diese ganz vernachlässigten Bestandteile der Sedimente, die in den „Tonen“ oft die Hälfte des Sedimentes und mehr ausmachen und auch an den Globigerinenschlammten einen recht beträchtlichen Anteil haben, zu erforschen. Denn über die mikroskopisch erfaßbaren Bestandteile der marinen Sedimente wissen wir seit den Untersuchungen des Mineralogen Renard im Challengerwerk und durch zahlreiche spätere Forscher einigermaßen Bescheid. Wohl kann auch hier besonders durch quantitative Methoden wertvolle Arbeit geleistet werden, bei den tonigen Bestandteilen aber fehlt noch die qualitative Kenntnis.

Diese Tonteilchen sind ja so klein, daß sie auch mit den stärksten Vergrößerungen nicht im Mikroskop abgebildet werden können, sie gehören zu den Kolloiden. Sie können im Ultramikroskop untersucht werden, einem Mikroskop, in dem sie zwar auch nicht abgebildet, aber durch das von ihnen seitlich abgelenkte Licht im Dunkel-feld sichtbar gemacht werden. Man kann also feststellen, ob solche Teilchen vorhanden sind und sie zählen. Um über ihre Herkunft und Wanderungen etwas zu erfahren, werden auf zahlreichen Stationen Wasserproben aus verschiedenen Tiefen untersucht und ihr Gehalt an feinsten Trübe gemessen. Das Verfahren hat noch einige technische Schwierigkeiten, deren Diskussion nicht hierher gehört, aber so viel steht schon jetzt fest, daß in allen Proben meßbare Mengen vorhanden sind und daß dabei die biologische Komponente keine wesentliche Rolle spielen kann, denn diese nimmt nach der Tiefe zu sehr rasch ab, die Trübe nicht. Zur Ergänzung dieser Messungen werden größere Mengen Seewasser aus bestimmten Tiefen durch Membranfilter gesaugt, deren Poren so klein sind, daß sie die meisten Kolloide zurückhalten.

Wenn auch das Ultramikroskop kein Bild der kolloiden Teilchen gibt, so können doch aus den Beugungsbildern Schlüsse auf Größe, Form und Brechungsexponent gezogen werden, wie ich an anderer Stelle weiter ausgeführt habe. So kann auch die Tonkomponente des eigentlichen Sedimentes untersucht werden.

Außer durch das Ultramikroskop werden durch Anfärben weitere Angaben über die Zusammensetzung der Tone erhalten. Saure Farbstoffe färben die positiv geladenen Kolloide und basische die negativ geladenen an. Durch die verbrauchte Menge des betreffenden Farbstoffes erhält man Vergleichswerte für die Menge der positiv und negativ geladenen Teilchen. Durch direkte Einwirkung des elektrischen Stroms auf das entsalzte und aufgeschlämmte Sediment (Kataphorese)

kann man diese Feststellung kontrollieren, jedoch sind die experimentellen Schwierigkeiten hierfür noch nicht ganz überwunden.

Während schon die mikroskopische Untersuchung möglichst am frischen Sediment vorgenommen werden muß, ist dies für die Untersuchung der Kolloide unumgänglich notwendig. Die im Meerwasser schwebenden groben und feinen Teile sind nach dem Ablagern auf dem Meeresboden in anderen physikalisch-chemischen Bedingungen, als es diejenigen waren, in denen sie entstanden. Je nach ihrer Zusammensetzung verändern sie sich schneller oder langsamer oder gar nicht. Bei den Kolloiden verlaufen solche Änderungen im allgemeinen rasch. Es ist deshalb zu erwarten, daß sie sich in derselben Bodenprobe von der Oberfläche nach der Tiefe zu ändern, denn die unten liegenden Teilchen sind ja schon vor längerer Zeit abgelagert. Diese Veränderungen gehören zu den Vorgängen, die dazu führen, daß aus dem lockeren Schlamm ein Gestein sich bildet. Ihre Erforschung ist eine weitere Hauptaufgabe, denn es fehlt uns bisher meist das Zwischenglied zwischen dem sich heute bildenden Schlamm und dem dazu gehörenden festen Gestein. Um festzustellen, wie weit solche Umwandlungen schon auf dem Meeresgrunde vor sich gehen, ist es von größter Wichtigkeit, möglichst lange Proben aus dem Meeresboden herauszustanzen. Diese werden dann an beiden Enden und wenn nötig auch in der Mitte nach den oben angegebenen Methoden untersucht. Hierzu kommt noch zur Feststellung von Diffusionsvorgängen die Untersuchung des Salzgehalts der Probe an beiden Enden (Titrierung der Chlorionen). Der Gehalt an Wasser wird durch Trocknen bei 105° ebenfalls an verschiedenen Stellen der Probe bestimmt. Schlämmanalyse, Reaktion, mikro- und ultramikroskopische Untersuchung, Färbung mit sauren und basischen Farbstoffen, Salz- und Wassergehalt werden so in ihren Veränderungen verfolgt. Hierzu kommen nach Rückkehr noch weitere chemische Feststellungen.

Die bei diesen Untersuchungen sich ergebenden Unterschiede zwischen dem jüngsten Sediment an der Meeresoberfläche und dem älteren in einigen Dezimetern Tiefe können außer dem Altern, dem „Versteinern“ des Sediments noch eine ganz andere Ursache haben. Sie können auch auf einer Änderung der Sedimentationsbedingungen beruhen. Ein schönes Beispiel für diesen Fall ergab die mikroskopische Untersuchung einer Grundprobe, die ich aus 5000 m Tiefe im Golf von Guinea auf $0^{\circ} 3' N$ und $9^{\circ} 30' W$ erhielt. Das an der Oberfläche hauptsächlich aus einem Gemenge von Globigerinen- und Radiolarienschalen bestehende Sediment wird nach unten zu immer reicher an eckigen Mineralfragmenten von 0,02 bis 0,04 mm Durchmesser, bei 43 cm Tiefe machen diese schon etwa die Hälfte des Sediments aus. Bruchstücke von Quarz überwiegen, daneben finden sich Feldspate, Glimmer und Hornblenden. Globigerinenschalen sind noch häufig, Radiolarienreste treten ganz zurück. Hier ist also allmählich die Zufuhr von größerem Material vom Festland her aufgehört. Ein Beispiel für sprunghafte Änderung ist eine Probe aus $0^{\circ} 39,5' S$ und $4^{\circ} 56,8' W$, wo bräunlichgrauer Globigerinenschlamm in 27 cm Tiefe mit scharfer Grenze an blaugrauen Ton anstößt. An der Grenze sind Globigerinenschalen angereichert. Das spricht für eine Unterbrechung der

Sedimentation des Tones und Ablagerung des Globigerinenschlammes erst nach einer Pause.

Die Zusammensetzung der Sedimente ändert sich außer in vertikaler Richtung, wie in den eben betrachteten beiden Fällen, auch in horizontaler. Das Sediment an der Oberfläche des Meeresbodens geht mit mehr oder weniger scharfer Grenze in ein anderes über. Während im ersteren Falle die Sedimentationsbedingungen sich mit der Zeit sprunghaft oder stetig änderten, ändern sie sich im andern Falle mit dem Orte. Die Erklärung dieser regionalen Änderung ist die umfassende Aufgabe, die uns wieder auf die eingangs erwähnte Zusammenarbeit der verschiedenen Disziplinen führt. Häufig wird einem dieser Teilgebiete, der Morphologie des Meeresbodens, die Hauptrolle bei der verschiedenartigen Ausbildung der Sedimente zugesprochen. Allerdings werden durch die Morphologie die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Meerwassers beeinflusst und insofern ist auch die Sedimentbildung von ihr abhängig. Direkten Einfluß auf diese hat sie durch den Einfluß der Tiefe, der sich bei sonst gleicher chemischer Zusammensetzung des Meerwassers in einer weitergehenden Auflösung einzelner Bestandteile infolge der längeren Zeit der Einwirkung äußert. Zweitens können steile Böschungswinkel die Sedimentbildung beeinflussen, das Sediment kann auf solchen Stellen abrutschen. Durch die Echolotungen des „Meteor“ sind zwar schon ganz vereinzelt Böschungswinkel bis zu 26° festgestellt worden, auf den letzten drei Profilen liegen aber die steilsten um 8° herum, kommen also für solche Vorgänge nicht in Betracht.

Die Abhängigkeit der Korngröße von der Morphologie ist eine Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit, in geringerem Maße auch von der Temperatur, da die innere Reibung des Wassers sich mit der Temperatur stark ändert. Der Einfluß von Dichteänderungen ist von geringerer Größenordnung, wie sich durch eine einfache Rechnung leicht zeigen läßt. Der weitaus wichtigste Faktor sind die Strömungen. Sie sind im allgemeinen in geringen Tiefen, z. B. auf den Schwellen rascher, je nach der Stärke der Strömung werden nur gröbere oder gar keine Bestandteile abgelagert. Solche Auswaschung feinerer Bestandteile und sogar Unterbrechung der Sedimentation wurden mehrfach auf den Schwellen beobachtet, in einem Falle aus 2000 m Tiefe das oben erwähnte Basaltstück heraufgebracht, auf dem eine kleine Koralle festgewachsen war.

Noch mehr als die Korngröße ist der Kohlenstoffgehalt der Sedimente — im wesentlichen handelt es sich um Kalziumkarbonat — von verschiedenartigen Faktoren abhängig. Die mit verfeinerten Methoden unternommenen Bestimmungen des Kohlenstoffgehalts des Seewassers (der Alkalinität) in den verschiedenen Tiefen, insbesondere nahe dem Meeresboden, durch den Expeditionskemiker Dr. Wattenberg deutet darauf hin, daß im Untersuchungsgebiet anorganische Ausscheidung von Kalk am Meeresboden nicht stattfinden kann, daß im Gegenteil Herauslösen von Kalk aus dem Sediment in manchen Fällen angenommen werden muß. Die Auswertung dieser Untersuchungen des Meerwassers und der ergänzenden Untersuchungen der Sedimente selbst soll erst nach Vorliegen weiteren Materials erfolgen.

Beobachtungen während der Hafenaufenthalte.

Es ist schon oben erwähnt worden, daß auch Untersuchungen über die festen Beimengungen anorganischen Ursprungs des Meerwassers gemacht werden. Diese Beimengungen, feinsandige und tonige Teilchen, stammen vom Festlande und verdanken ihre Entstehung zum weitaus größten Teil der Verwitterung. Es läßt sich theoretisch zeigen, das tonige Trübe überall im Meer verfrachtet werden kann. Auch bei dem bekannten Ausflocken der Tone an den Flußmündungen wird ein Teil der Tone nicht mit ausgeschieden. Die Begründung für diese Anschauung muß an anderer Stelle erfolgen. Der Aufenthalt in den Häfen wird in erster Linie dazu benutzt, die Verwitterungsprodukte zu untersuchen. So konnten in der Umgebung von Freetown die interessanten Eisenkrusten studiert werden, die auf einem gabbroähnlichen Eruptivgestein liegen und anscheinend Pseudomorphosen nach diesem bilden, und auf Fernando Poo Verwitterungs- und Zersetzungserscheinungen des jungen basaltischen Eruptivgesteins und seiner Tuffe.

Ferner wird den Strandbildungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. So konnten an verschiedenen Stellen von Fernando Poo Ablagerungen beobachtet und gesammelt werden, die aus Tuff- und Lavamaterial und organogenem Kalksand, vorwiegend Korallen-, Kalkalgen- und Schneckenresten bestehen. Gemeinsam mit Professor Hentschel wurde der Korallen- und Kalkalgenbewuchs im seichten Wasser (1 bis 1,50 m Tiefe) bei Punta Fernandes studiert. Besondere Beachtung wird in Pernambuco dem „Riff“ gewidmet, das schon Darwins Aufmerksamkeit auf sich zog und zu dem von Branner sehr ausführlich beschriebenen Gürtel von „Steinriffen“ gehört, der die brasilianische Küste von Ceará bis Porto Seguro (im Süden des Staates Bahia) begleitet. Das Riff wird von einem zum Teil konglomeratischen Quarzsand gebildet, der durch Kalk verkittet ist. Diese Verkittung geht nur bis etwa 3 m Tiefe, wie Bohrungen schon 1874 zeigten, darunter liegt loser Sand. Die verkittende Kalklösung stammt offenbar von den zahlreichen, Kalkschalen tragenden Tieren, die auf der Oberfläche des Riffs lebten und leben. Auf den von mir besuchten Teilen waren es vorwiegend Balaniden, seltener Serpeln und Osträen und nur ganz vereinzelte Kalkkorallen. Kieselschwämme sind stellenweise zahlreich.

Die anlässlich der Hafenaufenthalte angestellten geologischen Beobachtungen konnten bei der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit nichts wesentlich Neues bringen. Die petrographischen Aufsammlungen sollen erst in der Heimat ausgewertet werden.

Bericht über die akustischen Lotungen.

Von Oberleutnant zur See Freiherr von Recum.

Die Durchführung der akustischen Lotungen blieb auf den Profilen VI—XI so, wie sie sich bisher bewährt hatte. Bei Beendigung des Profils XI werden über 54 000 Lotungen vorliegen, die noch ihrer endgültigen Bearbeitung harren. Nur in geringem Umfange sind ein-

zelne kleine Abschnitte zu nautischen Zwecken verarbeitet und bereits durch die Marineleitung veröffentlicht worden.

Über Ausrüstung und Wirkungsweise der verschiedenen Lot-systeme verweise ich auf meine Arbeit im ersten Bericht¹⁾.

Signal- und Atlaslot.

Die Grundlage für die akustischen Lotungen bilden die Echolotapparate der Signalgesellschaft Kiel und der Atlaswerke Bremen. Trotz der dauernden Beanspruchung der Lotapparate leisten sie Vorzügliches. Die Durchführung des akustischen Lotprogramms im zweiten Jahr der Expedition hat nicht nur aufrecht erhalten werden können, sondern ist sogar noch erweitert worden.

Die Arbeiten mit den Lotapparaten haben eine Fülle neuer Erfahrungen und Anregungen gebracht, die teils zur Verbesserung der Apparate selbst führten, teils aber auch noch der späteren Ausführung überlassen bleiben müssen.

Die guten Erfahrungen, die mit dem Signalsender im Schiffsboden gemacht worden sind, führten dazu, auch noch den zweiten Signalsender, der bisher an der Backbordseite in die Schiffswand eingebaut war, in den Schiffsboden zu verlegen. Zwei Vorteile wurden damit gewonnen. Einmal wurden durch die Verlegung des Senders in tiefere Wasserschichten die Störungen beim Senden vermindert, andererseits wurde dadurch erreicht, daß der verlegte Sender mit dem bisher im Schiffsboden befindlichen Sender gleichzeitig betätigt werden konnte, so daß eine stärkere Schallquelle entstand. Für große Tiefen hat sich dieses Verfahren bewährt.

Kleine technische Änderungen, wie Verlängern des Sendetons bei großen Tiefen und Einschalten eines zweiten Hörkreises im Signallot, dienen dazu, das Loten bei schwierigen Empfangsverhältnissen leichter und sicherer zu gestalten. Auch das Loten kleiner Tiefen mit dem Atlaslot wurde verbessert. Es wurden durch entsprechende Empfindlichkeitseinstellung der Empfänger Tiefen bis zu 7 bis 8 m gelotet.

Daß das Personal durch die häufigen Lotungen reiche Erfahrungen, die der Genauigkeit zugute kommen, gesammelt hat, brauche ich nicht besonders hervorzuheben. Das Signallot gestattet es besonders gut, den Meeresboden gewissermaßen abzutasten. Aus der Art der Wiederholung des Echos kann man auf die Bodengestaltung schließen. Bei ebenem Boden wiederholt sich das Echo in gleichen meßbaren Abständen, bis zu fünfmal hörbar; bei einem stark bewegten Meeresboden kommen die Echos in ungleichen Abständen angerollt und überschlagen sich. Man kann also aus dem Echo auf einen in der Nähe befindlichen Anstieg oder Abfall schließen. Für die Anlage einer Station und die Wahl der Stoßröhre oder des Greifers für das Lucaslot sind diese Kenntnisse wichtig.

Behmlot.

Die Versuche mit dem Behmlot, Type II, wurden ebenfalls planmäßig fortgesetzt. Das Ergebnis war jedoch wenig zufriedenstellend.

¹⁾ Bericht über die akustischen Lotungen. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Jahrg. 1926, Heft 1.

Vor Antritt des Profils IX wurde deshalb der Apparat gegen ein neues Behmlot, Type IIa, ausgetauscht.

Der Apparat ist im wesentlichen gleich der Type II. Ein besonderer Vorteil ist die Unterbringung der Schaltungen und auswechselbaren Widerstände in einem besonderen Schaltkasten, getrennt vom Kurzzeitmesser-Apparat, so daß diese empfindliche Apparatur nicht durch Öffnen des Kurzzeitmessergehäuses leidet.

Die mit dem Behmlot, Type IIa, angestellten Versuche sind günstiger ausgefallen. Es wurden Lotungen bis zu 120 m erreicht. Jedoch ist die Streuung in den Angaben so groß, daß eine praktische Verwendung infolge des ungenügenden Genauigkeitsgrades bisher nicht in Frage kam. Starke Bewegungen des Schiffes scheinen auf die Beschleunigung des Zeitrades einen Einfluß zu haben. Da außerdem die Detonationen der Lotpatronen sehr störend wirken und beim Loten in der Umgebung der Abschlußvorrichtung stets mit einer Gefährdung zu rechnen ist, kann das Behmlot nur zu beschränkten Zeiten in Benutzung treten.

Freilote.

Die Freilote haben sich bei geringen Tiefen als brauchbar erwiesen. Da diese Lotmethode sich auf die gleichbleibende Sinkgeschwindigkeit des Lotkörpers gründet, wurden Versuche angestellt, die Sinkgeschwindigkeit in verschiedenartigen Wasserverhältnissen zu prüfen. Auf Stationen, die nach Salzgehalt und Temperatur möglichst verschieden waren, wurden mit Freiloten Reihenlotungen vorgenommen. Ob eine Berücksichtigung der physikalischen Verhältnisse des Wassers für die Lotungen der Freilote in Frage kommen Tiefen notwendig wird, kann erst nach Bearbeitung des gesammelten Materials beantwortet werden.

Untersuchungen der Schallgeschwindigkeit im Seewasser.

Die Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalls im Seewasser für die akustischen Lotungen ist besonders schwierig, da sie durch die physikalischen Verhältnisse des Seewassers in den verschiedenen Tiefen beeinflußt wird. Während sie unter anderem von A. Schumacher¹⁾ theoretisch untersucht worden ist, hat Ende 1923 die Nordamerikanische Coast and Geodetic Survey²⁾ die ersten systematischen Versuche in der Praxis ausgeführt.

Da die Temperatur und der Salzgehalt des Seewassers im Verein mit der Draht- und Echolotung die Grundlagen für die Bestimmung der Schallgeschwindigkeit bilden, gewinnt das Material, das auf etwa 250 Stationen der „Meteor“-Expedition gewonnen wird, eine besondere Bedeutung. Auf der Fahrt vom Südlichen Eismeer durch die Tropen in den Nordatlantischen Ozean sind die verschiedenartigsten Verhältnisse angetroffen worden, so daß zu erwarten ist, daß wir nach Auf-

¹⁾ A. Schumacher, Hydrographische Bemerkungen und Hilfsmittel zur akustischen Tiefenbestimmung. Ann. der Hydrographie, 1924, S. 67 ff.

²⁾ N. N. Heck und J. H. Service, Velocity of sound in sea water, Special Publication Nr. 108, U. S. Coast and Geodetic Survey, Washington 1924.

arbeitung dieses umfangreichen Materials einen guten Schritt in der Erkenntnis der Schallgeschwindigkeit im Seewasser vorwärts gekommen sein werden.

Besondere Erwähnung verdient hierbei noch, daß beim Loten mit der Lucaslotmaschine von Profil IX ab dicht über der Stoßröhre ein Kipprahmen mit zwei Thermometern, einem geschützten und einem ungeschützten, angebracht wird. Aus der Differenz der Ablesungen beider Thermometer kann man den Druck und damit auch die wahre Tiefe bestimmen. Somit erhält man zur Draht- und Echolotung einen weiteren Vergleichswert.

Die vorläufigen morphologischen Ergebnisse der Profile VI bis XI.

Bevor nicht alle maßgebenden ozeanographischen, geologischen und biologisch-chemischen Faktoren vorliegen und miteinander verglichen und abgewogen sind, ist es sehr schwierig, aus den durch die Echolotungen gewonnenen Schnitten allein ein einigermaßen sicheres Bild von der Morphologie des Meeresbodens zu gewinnen. Die Lotungen in den zwischen den Schnitten liegenden Gebieten sind oft so spärlich, daß man nur auf Vermutungen angewiesen ist. Ein zusammenhängendes Bild des Meeresbodens zu zeichnen, muß erst späterer Bearbeitung vorbehalten bleiben.

Im Nachfolgenden soll nur über das Gebiet zwischen 25° S und 10° N berichtet werden, das wir in diesem Berichtsabschnitt durchfahren haben. Über das Abloten einiger Bänke und fraglichen Untiefen ist bereits in dem Bericht des Expeditionsleiters geschrieben worden.

Wir haben gegenüber der bisher bekannten Topographie des Meeresbodens wieder einige bedeutende Änderungen angetroffen, wenn auch die im nördlichen Teil des Südatlantischen Ozeans zahlreicher vorliegenden Lotungen weniger Überraschungen brachten.

Profil VII (22° S).

Die Betrachtung der Lotergebnisse soll auf dem südlichsten Querschnitt (VII) dieses Berichtsabschnittes beginnen, der von Rio nach Swakopmund auf etwa 22° S verlief. Wir finden, daß nach Verlassen des etwa 100 m breiten Schelfs an der brasilianischen Küste der Meeresboden zuerst sehr steil auf 3000 m abfällt, um dann allmählich zum Brasilianischen Becken auf etwa 5700 m abzusinken. Wie auch auf den südlichen Querschnitten ist das Relief des Meeresbodens bis etwa 25° W sehr gleichförmig. Von dort steigt es auf etwa 24° W auf 4500 m, um dann wieder auf 5900 m nach Osten abzufallen. Jetzt beginnt das Relief sehr bewegt zu werden, bis es zum Mittelatlantischen Rücken ansteigt. Auf dem Rücken finden wir zwei Höhen von weniger als 3000 m Wassertiefe mit einer Einsenkung von fast 4000 m Tiefe. Auf etwa 12° W lag an der Ostseite die größte Erhebung mit etwa 2150 m. In stark bewegtem Relief fällt der Meeresboden zur Kongo-Mulde ab, wo wir als größte Tiefe etwa 5800 m loteten. Im weiteren Verlauf nach Osten überquerten wir den nördlichen Teil des Walfischrückens, der hier ziemlich breit ist und auf dem ebenfalls zwei Auf-

ragungen sich befinden, die auf etwa 2400 m Tiefe ansteigen mit einer Einsenkung dazwischen auf etwa 3100 m. — Auf 9° O hatten wir die tiefste Stelle des nördlichen Ausläufers der Kap-Mulde mit 4700 m erreicht, wonach der Anstieg zum afrikanischen Schelf begann, der hier ziemlich schmal ist.

Profil VI (15° S).

Nördlich anschließend verlief der Schnitt von den Abrolhosbänken über St. Helena nach der Tigerbucht auf etwa 15° S. Im Westen angefangen finden wir von den Abrolhosbänken einen Steilabfall auf etwa 4000 m und dann eine allmähliche Senkung zum Brasilianischen Becken auf 5500 m. Im Brasilianischen Becken loteten wir auf etwa 26° W eine Erhebung von etwa 3900 m, auf die nach Osten ein Einschnitt von 5700 m folgte. Das anfangs ruhige Relief wurde jetzt wie im Süden wieder sehr bewegt. Die Überquerung des Atlantischen Rückens brachte wieder zwei Aufragungen mit einer Einsenkung von etwa 1000 m. Die größte Erhebung befand sich auf dem Ostteil des Rückens auf etwa 2300 m Tiefe. Nach Osten schließt sich hieran, durch eine tiefe Senke von 4500 m getrennt, eine Vorhöhe, die auf 2800 m Wassertiefe ansteigt. Von der nächsten im Osten folgenden Schwelle von etwa 4200 m, auf deren Ostrand St. Helena aufsitzt, ist die Höhe wieder durch eine Senke von über 4500 m getrennt. — Stark bewegt folgt nach Osten der Abstieg zur Kongo-Mulde, in deren westlichem Teil auf etwa 0° Länge als größte Tiefe fast 6000 m gelotet wurde. Mit etwa 5500 m verläuft dann der Meeresboden sehr gleichmäßig bis zum stufenweisen Anstieg zum Schelf. Auf 9° O loteten wir noch vor der Küste auf dem Anstieg zum Schelf eine Aufragung von 3100 m Tiefe, die von einer Tiefe von 4500 m eingeschlossen war.

Profil VIII (9° S).

Der nächste Schnitt verlief auf 9° S über die Insel Ascension. Im Gegensatz zu den südlichen Schnitten war der Abfall zur Brasilianischen Mulde im Westen stark bewegt. Auf 30° W fanden wir eine Schwelle mit Erhebungen bis zu 4200 m Wassertiefe. Nach Überquerung des Beckens, das Tiefen zwischen 5500 m und 5700 m aufwies, trafen wir auf 19° W auf eine Erhebung von 2700 m, die vom Mittelatlantischen Rücken durch Tiefen von über 4000 m getrennt war. Der Atlantische Rücken war ähnlich wie auf den südlichen Querschnitten gegliedert. Auf seinem Westrande sitzt die Insel Ascension. Im Osten an den Rücken anschließend verläuft eine Schwelle auf etwa 4000 bis 4400 m, auf der in 6° W eine Aufragung auf etwa 3500 m vorgefunden wurde. Eine in der Grollischen Tiefenkarte auf $8\frac{1}{2}^{\circ}$ W verzeichnete Tiefe von 5695 m wurde nicht gefunden. Die Schwelle sinkt erst auf etwa $1\frac{1}{2}^{\circ}$ W ab zur Kongo-Mulde, die am Westrande auf diesem Schnitt ihre größte Tiefe mit 5700 m erreicht. Der Anstieg zum Schelf bei Loanda geht sehr allmählich und gleichmäßig vor sich.

Profil X (Golf von Guinea) und XI (etwa 3° S).

Profil X mit seinen senkrechten Schnitten durch den Guineastrom muß in Zusammenhang mit Schnitt XI auf etwa 2° S betrachtet werden.

Wir finden hier im Brasilianischen Becken ein stark bewegtes Relief mit Erhebungen im westlichen Teil auf 4800 m Wassertiefe. Die von der „Dolphin“ geloteten Tiefen von über 6300 m auf 21° W wurden auf diesem Schnitt nicht angetroffen. Der Atlantische Rücken ist stark gegliedert und erreicht an seinem Westrande eine Höhe von 1700 m Wassertiefe. Im Osten finden wir wiederum nach einer Senke von 4300 m eine Aufragung auf 2900 m in etwa 10° W. Im weiteren Verlauf nach Osten zeigt unser Profil erst in 5° W Tiefen von 5000 m. In 4° S und 1° O stieg der Meeresboden auf etwa 3900 m an. Nördlich hiervon fanden wir zwischen 1° und 2° O und 3° S und 1° N mehrere Aufragungen von 2300 m bis 2500 m Wassertiefe an, wo bisher Tiefen von über 4500 m angenommen wurden. Wie weiter unten gezeigt wird, sind gerade diese Lotungen für die Morphologie von großer Bedeutung.

Profil IX.

Der nördlichste Querschnitt, den wir bisher durch den Atlantischen Ozean legten, verläuft an dessen engster Stelle zwischen Kap St. Roque und Freetown (Sierra Leone). Zwischen Fernando Noronha und den St. Pauls-Felsen, die die höchste Erhebung des Mittelatlantischen Rückens bilden, finden wir Tiefen von fast 5000 m. Bei Überquerung des Rückens, eben westlich St. Pauls-Felsen, finden wir wiederum die doppelte Gliederung des Rückens mit Aufragungen von 2300 m. Der Meeresboden sinkt dann auf etwa 4000 m ab, um dann in 7° N und 22° W auf 1130 m wieder anzusteigen. Nordwestlich hiervon loteten wir Tiefen von 4700 m, bis dann der Anstieg zum Schelf begann.

Mit Hilfe der an Bord befindlichen Arbeitskarten, in denen alle vor der Expedition bekannten Drahtlotungen und die jetzt auf der Expedition gewonnenen Echo- und Drahtlotungen einzutragen waren, wurde der Versuch unternommen, eine neue Tiefenkarte zu zeichnen.

Im Nachfolgenden soll kurz auf die wesentlichen neuen Ergebnisse hingewiesen werden, die hierdurch gewonnen wurden.

Der Mittelatlantische Rücken.

Vergleicht man die Lotungsergebnisse, die wir auf den einzelnen Querschnitten über den Mittelatlantischen Rücken gewonnen haben, miteinander, so findet man auf allen Schnitten eine gewisse Ähnlichkeit in ihrer Gliederung. Fast durchlaufend finden wir auf dem Rücken zwei Aufragungen mit geringerer Wassertiefe als 3000 m, die eine Einsenkung von über 1000 m einschließen. Während im Westen der Rücken im allgemeinen allmählich abfällt, finden wir im Osten eine Eintiefung von etwa 4000 bis 4500 m und östlich davon eine Vorhöhe von weniger als 3000 m, die von der St. Helena-Schwelle durch eine Senke von über 4500 m getrennt ist. Diese Anzeichen deuten darauf hin, daß wir es beim Mittelatlantischen Rücken mit einem untermeerischen Gebirge zu tun haben, das in stark bewegtem Relief vom Äquator ab in südlicher Richtung hinzieht.

Weiterhin finden wir in der starken Biegung des Rückens am Äquator in Ostwest-Richtung und der davon nördlich an der schmalsten Stelle vorgelagerten Romanche-Tiefe eine große Ähnlichkeit mit dem

Antillenbogen, der, wie Dr. Pr at j e ebenfalls bereits gezeigt hat, im Südantillenbogen ein Abbild hat, wo wir ebenfalls an der Außenseite der Biegung die größte Tiefe von 8050 m gelotet haben.

Das Brasilianische Becken.

Betrachten wir nunmehr das Brasilianische Becken, so finden wir, daß es durchaus nicht die großen gleichmäßigen Tiefen aufweist, wie man bisher an der Hand der spärlichen Lotungen vermutete. Es wird wahrscheinlich von mehreren Schwellen in Nordost—Südwest-Richtung durchzogen, die allerdings im Mittel kaum 500 m vom Meeresboden aufragen und vom Mittelatlantischen Rücken zum brasilianischen Kontinent zu verlaufen scheinen. Östlich der Inseln Trinidad—Martin Vaz erfährt das Brasilianische Becken in nordöstlicher Richtung eine Einengung. Sie läßt eine Schwelle, wenn auch in geringer Höhe, in nordöstlicher Richtung vermuten, die zu der auf 19° W und 9° S geloteten Aufragung auf Profil VIII hinzuleiten scheint.

Die Kongo-Mulde.

Hier finden wir eine wesentliche Änderung in ihrer Form gegenüber der bisherigen Darstellung. Nach Westen reicht sie mit der 5000 m-Linie, abgesehen von ihrem südlichen Ausläufer, nicht über 2° W hinaus. Ihre größten Tiefen befinden sich ebenfalls im Westen auf etwa 0° Länge. Als wesentliches, neues Ergebnis der Lotungen finden wir, daß die Kongo-Mulde durch einen etwa Südwest verlaufenden Rücken in zwei Teile geteilt wird: die südliche, langgestreckte, eigentliche Kongo-Mulde und eine nördliche, keilförmig mit ihrer 5000 m-Linie bis etwa 6° S reichende Mulde von Tiefen bis zu 5500 m, die wir als Guinea-Mulde bezeichnen. Dieser neue Guinea-Rücken, der sich von der Insel São Thomé (analog dem Walfischrücken) ebenfalls in südwestlicher Richtung nach etwa 10° S und 5 bis 6° W hinzieht, findet seine Stütze in den auf Profil XI zwischen 1° und 2° O und 3° S und 1° N gewonnenen Tiefen unter 4000 m. Als weiterer Anhalt dient die auf Profil VIII etwa auf 6° W und 9° S erhaltene Lotung von 3500 m.

Der Rücken scheint sich dann in seinem südlichen Verlauf an den Mittelatlantischen Rücken anzuschließen. Es ist wahrscheinlich, daß die Insel St. Helena auch mit ihm im Zusammenhang steht. Das Vorhandensein des Guinea-Rückens ist nicht nur durch die Lotungen sehr wahrscheinlich geworden, sondern findet auch in den ozeanographischen Ergebnissen eine gute Stütze, wie Dr. W ü s t in seinem Bericht nachweist.

Wenn wir zusammenfassend die vorläufigen morphologischen Ergebnisse betrachten, so scheint es, daß wir im Südatlantischen Ozean zwei Hauptstreichrichtungen der unterseeischen Erhebungen erkennen können. Nord-Süd verläuft das untermeerische Gebirge des Mittelatlantischen Rückens, das den Südatlantischen Ozean in zwei große Teile scheidet. In diesen finden wir Nordost-Südwest gerichtete durchlaufende Erhebungen, die die Kontinente mit dem Mittelatlantischen Rücken verbinden. Jedoch sind die Verhältnisse im Osten und Westen grundverschieden. Während im Osten der Walfischrücken und der ihm

etwa parallel laufende Guinea-Rücken solche Höhen erreichen, daß sie auf den Wasseraustausch eine abriegelnde Wirkung haben, ist dieses in der Westhälfte nicht der Fall (vgl. ozeanogr. Bericht). Hier finden wir wohl Andeutungen von durchgehenden Schwellen in südwestlicher Richtung vom Mittelatlantischen Rücken zum Kontinent. Diese erreichen anscheinend jedoch nur beim Rio Grande-Rücken eine größere Höhe, während sie im Brasilianischen Becken im allgemeinen nur in geringeren Auftragungen nachweisbar sind. Auch die ozeanographischen Ergebnisse weisen hier darauf hin, daß wir überall mit Durchlässen von etwa 4500 m und mehr Meter Tiefe zu rechnen haben, die den Wasseraustausch von Süden nach Norden ermöglichen.

Bericht über die meteorologischen Arbeiten.

Von J. Reger und E. Kuhlbrodt.

Auf den Profilen VI bis XI wurden die meteorologischen Terminmessungen und die Registrierungen der verschiedenen meteorologischen Elemente wie bisher laufend durchgeführt und so ein umfangreiches Material an Beobachtungen in den Bodenschichten gewonnen.

Auf Schnitt VII wurde eine mechanisch registrierende Windfahne aufgestellt, die seitdem dauernd in Betrieb ist. Sie befindet sich auf der Brücke am Ruderhaus; bei diesem sonst günstigsten Platz muß allerdings in Kauf genommen werden, daß zu den Zeiten, an welchen die Rahsegel gesetzt sind, die Richtungswerte verfälscht werden.

Das Schreibgerät der Widerstandsthermometer leidet in den Tropen sehr unter Beschlagen der inneren Kontakte, wodurch die elektrische Temperaturmessung unsicher wird. Eine eingehende Überholung des Apparates in Rio de Janeiro brachte Besserung, die Reparatur muß aber jetzt in Pernambuco wiederholt werden.

Strahlungsmessungen wurden ausgeführt: 7 Reihen am 25. 5., abwechselnd mit den Aktinometern Linke und Michelson; 5 Reihen am 15. 8., jede Reihe doppelt mit den beiden vorhandenen Michelson-Aktinometern; 5 Reihen am 23. 11.; 4 Reihen am 29. 12.; 3 Reihen am 3. 1. 27. — Wie schon früher betont, sind die Bedingungen an Bord unseres Schiffes für Strahlungsmessungen nicht geeignet. Jedenfalls kommt eine systematische Ausführung der Messungen nicht in Betracht, wir werden uns damit begnügen müssen, Stichproben zu bekommen.

Die Pilotballon- und Drachenaufstiege, welchen programmäßig unsere Hauptarbeit gilt, nahmen eine sehr erfreuliche Entwicklung; von bisher fast unerforschten höheren Luftschichten über dem Bereich des Südostpassates und dem äquatornahen Gebiet des Atlantischen Ozeans erhielten wir eine Fülle von Beobachtungsmaterial, dessen Auswertung von großer Bedeutung sein wird. Abb. 12 bis 16 geben im Anschluß an die Darstellung in den früheren Berichten eine Übersicht über die aerologische Arbeit auf den Profilen VI bis XI; es sind die bei den einzelnen Aufstiegen erreichten Höhen eingezeichnet, wobei

also der Meßbereich sich auf alle unterhalb der angegebenen größten Höhe liegenden Luftschichten bezieht.

Die nachstehende Tabelle gibt eine zusammenfassende Übersicht über die Pilotballonaufstiege.

Profil	Zeit	Zahl der Aufstiege	Mittlere Höhe m	Zahl der Aufstiege über			Größte Höhe m
				5000 m	10000 m	15000 m	
VI	22. 4. bis 8. 6.	56 (60)	8 400	36	29	5	17 400
VII	{ 2. 7. bis 29. 7. } { 12. 8. bis 15. 8. }	49 (51)	7 900	29	18	7	18 500
VIII	29. 8. bis 27. 9.	53 (58)	6 000	24	13	6	18 500
IX	10. 10. bis 30. 10.	25 (29)	10 400	20	14	7	18 900
X	10. 11. bis 2. 12.	41 (50)	8 250	27	14	7	19 500
XI	16. 12. bis 10. 1.	44 (57)	8 750	28	18	8	18 700

Die Küstenfahrten sind bei den Schnitten (besonders VI) mit eingerechnet. Die eingeklammerte Zahl der Aufstiege ist die Zahl der Visierungen überhaupt; der nicht eingeklammerte Wert ist die Zahl, wenn gleichmäßig für einen Vor- oder Nachmittag nur je ein Aufstieg genommen wird, wie es dem Programm entspricht.

Wie zu erwarten, brachten die Pilotvisierungen auf den tropischen Schnitten wesentlich bessere Höhen als diejenigen in den außertropischen Breiten. Das Ergebnis ist aber über Erwarten günstig ausgefallen: 268 Pilotaufstiege (einschließlich der Wiederholungsmessungen 305) konnten auf den Profilen VI bis XI ausgeführt werden; sie hatten eine mittlere Höhe von 8050 m. Hiervon überschritten 164 Aufstiege (= 61 %) die Höhe von 5000 m, 106 (= 40 %) diejenige von 10 000 m; 40 „Hochaufstiege“ von mehr als 15 000 m Höhe liegen vor. Die größten Höhen, bedingt durch die „Platzgrenze“ der benutzten Ballone, schwankten zwischen 17,5 und 19,5 km.

Durch die so gewonnene Häufung der Aufstiege und die nicht nur in wenigen Einzelfällen, sondern im allgemeinen Durchschnitt erreichte gute Höhe wird die große Luftbewegung in der Troposphäre über dem tropischen Südatlantischen Ozean erfäßt sein.

Durch die Küstenfahrten sind dicht längs der afrikanischen und amerikanischen Küsten viele Aufstiege möglich gewesen; sie lassen den wichtigen Übergang von Meer zu Land in den Windverhältnissen erkennen.

Profil VIII brachte die geringste mittlere Höhe (6000 m). Auf diesem Schnitt beendete die besonders für den östlichen Teil des Südostpassat-Gebietes charakteristische Stratokumulusdecke viele Messungen vorzeitig. Allgemein sind aus diesem Grunde auch auf den anderen Schnitten die Aufstiege über der östlichen Ozeanhälfte beeinträchtigt worden. Andererseits wurde hierdurch die Höhenlage dieser an die Passatinversion gebundenen Wolkenschicht ausgezeichnet festgelegt.

Im Äquatorialgebiet ist die Windschichtung für die Pilotvisierungen sehr günstig. Auf der westlichen Hälfte von Schnitt IX war zudem die Bewölkung gering, so daß hier besonders gute Ergebnisse erzielt wurden; teilt man Profil IX auf in IXa von Bahia bis nahe an 2° N

und 27° W, 21. bis 30. Oktober, und IXb für den östlichen Teil, so brachte IXa bei 15 (18) Aufstiegen und bei einer mittleren Bewölkung nach den Terminbeobachtungen von 3,1 Zehnteln eine mittlere Höhe von nicht weniger als 14 050 m. Schnitt IXb lag dann im Bereich der starken äquatorialen Kumulonimbusbildung, und zudem war hier der Ausfall des einen von uns durch Krankheit von Nachteil, so daß nur 10 (11) Aufstiege mit einer mittleren Höhe von 4900 m erhalten wurden.

Charakteristisch ist der Höhendunst an der westafrikanischen Küste, der aber auch noch auf dem freien Meere bis weit hinaus ausgeprägt ist. Dieser Dunst war für die Pilotvisierungen hinderlich, besonders auf Profil X und der östlichen Hälfte von Profil XI, also südlich der Guinea-Küste und vor allem im Golf von Guinea. Die Visierung des verschleierte, nur schwach leuchtenden Ballons war recht anstrengend; der Gebrauch des Rotfilters vor dem Okular des Theodoliten war hier von besonders großem Nutzen.

Bereits auf Profil X hatte die Tauglichkeit der Gummiballone, auch der erst in Bahia an Bord genommenen, merklich nachgelassen, so daß eine verhältnismäßig große Zahl von vorzeitigen Platzen vorkam und mit der Wasserstofffüllung heruntergegangen werden mußte (Steiggeschwindigkeit meist 290 bis 300 m pro Minute gegen etwa 370 bis 380 m auf früheren Profilen). Zu Anfang von Profil XI platzten in höherem Maße als je zuvor Ballone schon bei der Füllung oder gleich in den ersten Minuten weg. Es mußte hier mit der Füllung noch weiter heruntergegangen und mit einer Steiggeschwindigkeit von 270 bis 280 m pro Minute gearbeitet werden. Durch diese Maßnahme, besonders aber durch Wiederholungen der durch Platzen zu früh beendeten Aufstiege wurde der Nachteil erfolgreich ausgeglichen. Allerdings bedingte dies eine erhebliche Mehrbelastung an Zeit und Energie.

Seit dem letzten Bericht in dieser Zeitschrift erschien über die Pilotballonaufstiege auf den Schnitten I bis V ein gesonderter Aufsatz, in dem über die Technik der Messungen, insbesondere über die aus den Beobachtungen mit dem Entfernungsmesser neu ermittelte Steiggeschwindigkeit der benutzten großen Ballone Näheres mitgeteilt wurde¹⁾.

Auf den Schnitten VI bis XI konnte in wesentlich stärkerem Maße als früher das Basisgerät zur Messung herangezogen werden, so daß jetzt die aus den Entfernungsmessungen sich ergebende Steiggeschwindigkeit eindeutig durch zahlreiche, gut übereinstimmende Werte bestimmt ist. Die Abweichung gegenüber den aus dem Diagramm auf Tafel 2 des erwähnten Annalenaufsatzes folgenden Werten ist nicht groß.

Die Auswertung der Pilotvisierungen ist im Gange; sie läßt besonders bezüglich der Windschichtung in dem äquatorialen Gebiet wichtige Ergebnisse erkennen. Nach Abschluß der vorläufigen Auswertung soll hierüber gesondert berichtet werden.

Die *Drachenaufstiege* führten, wie schon erwähnt, im neuen Abschnitt der Expedition ebenfalls zu recht guten Erfolgen. Es

¹⁾ E. Kuhlbrodt, Die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Meteor“, III. Technik und bisheriger Umfang der Pilotballonaufstiege. Köppenheft der Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 54, 1926, Beiheft zur Septemhernummer.

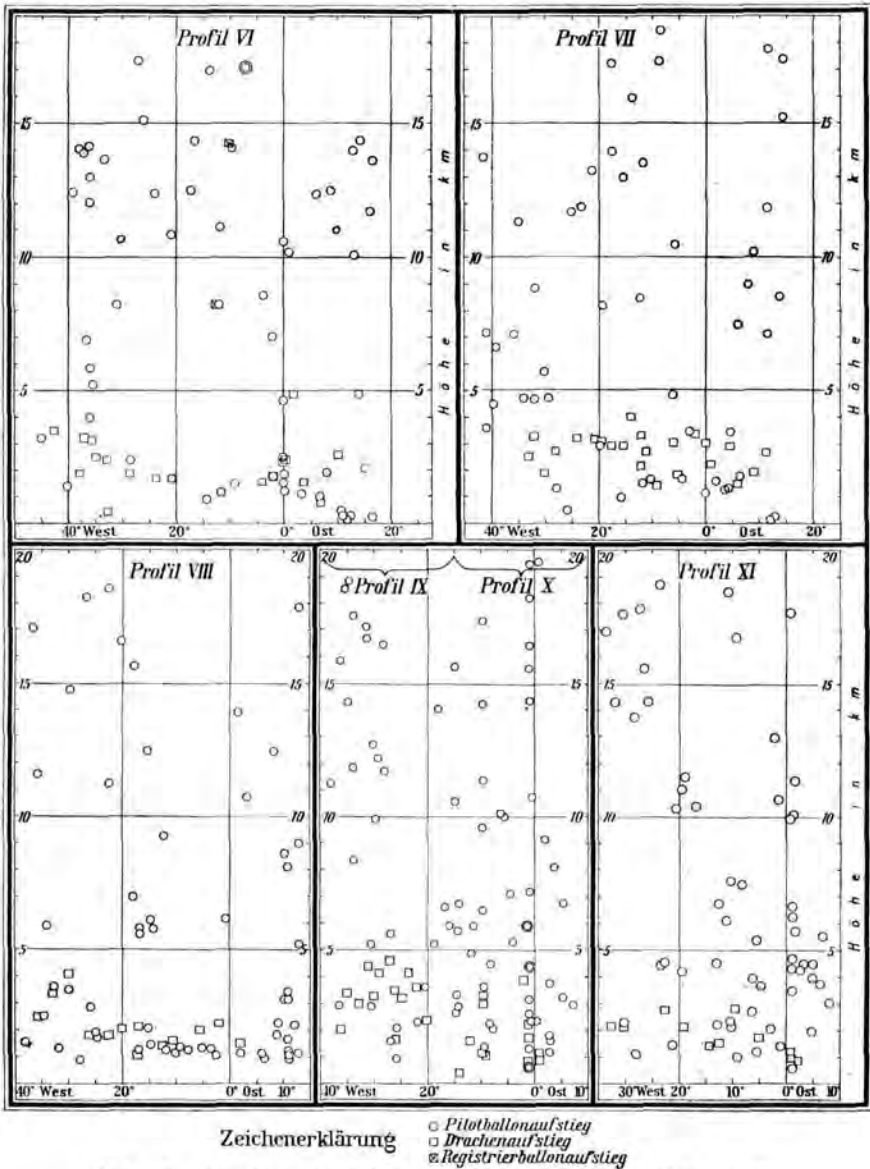


Abb. 18. Aerologische Arbeit des „Meteor“ auf Profil VI bis XI.

kamen insgesamt 88 Aufstiege zustande, bei denen eine mittlere Höhe von 2420 m erreicht wurde. Die größte Höhe betrug 4870 m. Besonders günstig waren die Verhältnisse auf den Profilen VII und IX, auf welchen gegen den Passat gefahren wurde und ziemlich regelmäßig jeden Tag ein Aufstieg gemacht werden konnte. Auch die mittleren erreichten Höhen waren auf diesen Schnitten am besten; auf Profil IX betrug sie z. B. 3370 m.

Wenn mit dem Passat gefahren wurde, so konnte nur selten ein Aufstieg ohne Kursänderung gemacht werden, und man war dann zumeist auf die Lotstation angewiesen. Für Aufstiege vom stillliegenden Schiff ist jedoch bekanntlich eine Windgeschwindigkeit von mindestens 6 m/sek erforderlich; so kam es denn, daß zuweilen Aufstiege ausfallen mußten. Um die Lücken nicht zu groß werden zu lassen, wurden deshalb auf Profil VIII auch zwei Nachtaufstiege gemacht, da ja die Lotstationen häufig auf die Nachtzeit fallen. Die Drachenwinde wurde dabei mit einer Sternlampe beleuchtet, und die Drachen wurden beim Hochlassen und Landen von der Brücke aus in das Licht des Scheinwerfers genommen. Beide Aufstiege gelangen gut, wenn sich auch der eine etwas aufregend gestaltete dadurch, daß eine Regenboe mit stürmischem Winde vorüberzog, in welcher die leichten Drachen Kopfsprünge machten und nur mit großer Mühe wieder geborgen werden konnten.

Auf Profil VI bis VIII sind überhaupt keine Drachenverluste eingetreten, auf IX bis XI je einer, und zwar jedesmal der Apparatdrachen allein. Auf Profil IX und X riß er beim Landen, nachdem er aus 4200 bzw. 3300 m Höhe heruntergeholt war, auf Profil XI beim Auslassen. Die Ursache war jedesmal Kinkenbildung im Draht. Durch das Rollensystem (Führungsrolle, Auslaufrolle, Gaffelrolle) bekommt der Draht in kurzer Zeit einen starken Drall. Wenn nun der Fall eintritt, daß der Draht außer Zug kommt, zieht er sich wie eine Spiralfeder zusammen, und bei nachfolgender plötzlicher Zugbeanspruchung entsteht leicht ein Kink, der dann bricht. In allen drei Fällen wären keine Verluste eingetreten, wenn die Schirmdrachen nicht so rasch untergehen würden. Das ist bei Aufstiegen in See ein Nachteil gegenüber den Kastendrachen mit Holzrahmen, die schwimmfähig sind. Durch eine häufigere Erneuerung der oberen 1 bis 2 km-Drahtwicklung in welcher der Drall hauptsächlich auftritt, lassen sich aber vielleicht derartige Unfälle mehr oder minder einschränken.

Da im Passatgebiet nicht mehr mit so bedeutenden Windstärken wie auf dem südlichen Profil zu rechnen war, wurde wieder mit einer leichteren Drahtbewicklung gearbeitet: 1800 m von 0,7 mm-, 4000 m von 0,8 mm- und 6000 m von 0,9 mm-Draht. Dazu kam ein Auslauf von 100 m mit 0,8 mm-Draht. Als Apparatdrachen wurden durchweg solche von 8 qm benutzt. Häufig wurden auch noch ein oder zwei 8 qm-Drachen als Hilfsdrachen angehängt, da sie besonders bei stärkerem Winde besser gingen als die leichten 5 qm-Drachen, welche sich gern auf die Seite legten, wenn ihnen der Wind beim Einholen zu stark wurde. Auf Schnitt XI mußten vier Aufstiege mit Ballonapparat gemacht werden, als der letzte Drachenapparat am 2. Januar verloren gegangen war. Dazu wurde der Hauptdrachen erst mit 130 bis 140 m Draht in den Wind gebracht, so daß er frei vom Schiffswirbel war, und dann der Apparat mit einer Klemme und etwa 5 m Schnur am Draht befestigt. Hochlassen und Landen ging auf diese Weise ohne Störung. Aber es stellte sich heraus, daß das Thermometer bei höher stehender Sonne doch nicht ganz strahlungsfrei war, weil der Apparat dauernd pendelte. Ein Aufstieg, der nach Sonnenuntergang gemacht wurde, ergab indessen gute Resultate.

Um einer zusammenfassenden Bearbeitung der Aufstiege, die aber erst nach Beendigung der Expedition möglich ist, nicht vorzugreifen, können über die Ergebnisse nur allgemeine Andeutungen gemacht werden. Das Charakteristikum des Südostpassats wurde bereits in einer kurzen Abhandlung¹⁾ angedeutet. Der Südostpassat ist ein Kaltluftkörper, der mit scharfer oberer Begrenzung flach von der afrikanischen Küste ansteigt und in wechselnder Entfernung von der amerikanischen Küste steil abfällt. Anscheinend befindet sich diese westliche Begrenzung in einer ständigen wellenförmigen Bewegung, die für das südamerikanische Küstengebiet dieselbe Bedeutung hat wie die Polarfront für die Westwindzone. Wenn später die Beobachtungen der Expedition im Zusammenhang mit den Küstenbeobachtungen bearbeitet sind, wird sich hoffentlich ein genaues Bild der Witterungserscheinungen an dieser Passatfront ergeben.

Die Registrierballonaufstiege ließen sich auch in diesem Abschnitte nicht in dem geplanten Maße zur Ausführung bringen. Auf Profil VI konnten westlich von St. Helena zwei Aufstiege gemacht werden. Davon gab der erste zu guten Hoffnungen Anlaß, wenn er auch mit seiner Maximalhöhe von 14 200 m die Stratosphäre nicht erreicht hatte. Aus diesem Grunde wurde gleich am darauffolgenden Tage ein zweiter Aufstieg gemacht, bei welchem aber der eine Ballon schon in 8300 m Höhe platzte. Auf Profil IX wurde wieder ein Versuch gemacht, als Bewölkungs- und Windverhältnisse dafür günstig erschienen. Beim Füllen wurde in der Richtung des ziemlich kräftigen Passatwindes gefahren, so daß er teilweise ausgedampft wurde. Um beim Hochlassen von der Takelage freizukommen, mußte jedoch aus dem Winde gedreht werden. Dabei wurden die Ballone stark niedergedrückt und platzten schließlich, ehe der Apparat hochgelassen werden konnte. Der Passat hatte eine Geschwindigkeit von 7 m/sek. Durch die geringe Schiffsgeschwindigkeit wird die Möglichkeit zu Registrierballonaufstiegen allgemein stark eingeschränkt.

Auf Schnitt X wurde wiederum ein Aufstieg gemacht. Der untere Wind war diesmal so schwach, daß er ausgedampft werden konnte, und das Ballongespann ging glatt vom Schiff weg. Ein Ballon platzte jedoch bereits in etwa 5000 m Höhe. Der andere Ballon wurde nicht aus den Augen verloren und mit dem Schiffe verfolgt. In einer Entfernung von 4 sm, als der Schwimmer bereits im Wasser war, während der Signalballon den Apparat über Wasser hielt, platzte auch dieser. Trotz langen Suchens konnte der Apparat nicht gefunden werden, obwohl er, in einen Korbkasten eingebaut, schwimmfähig war.

Mit vollständig frischem Ballonmaterial sollen auf den nächsten Profilen weitere Versuche gemacht werden.

Die Höhe von unteren Wolkengrenzen wurde durch Eintauchen von Ballonen und Drachen in Wolken auf Schnitt VI bis XI in etwa 130 Fällen festgestellt und so gutes Material über die Wolkenschichtung erworben.

Die tropischen Breiten des Ozeans sind arm an Zirkuswolken.

¹⁾ J. Reger, Der Südostpassat nach den Drachenaufstiegen der „Meteor“-Expedition. Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre.

jedenfalls an markanten, meßbaren. Aus diesem Grunde war der Zug der Ziruswolken nur in wenigen Fällen zu beobachten.

Die Wolkenphotographie wurde eifrig fortgesetzt; die Schnitte VI bis XI ergaben über 250 Aufnahmen. Auf Tafel 8 dieses Berichtes sind zwei Wolkenbilder wiedergegeben. Abb. 14 zeigt die besonders für das zentrale Gebiet des Südostpassats als sehr charakteristisch erkannte Stratokumulusdecke, die meist gelockert oder durchbrochen war. Diese Wolkenschicht ist an die Passatinversion, also an die obere Grenze des Passatkörpers gebunden und in stärkster Ausbildung über dem östlichen Teil des Passatbereiches vorhanden; aber auch über fast allen Teilen des tropischen Südatlantischen Ozeans wurden wenigstens zeitweise Reste dieser Decke gefunden. Abb. 15 zeigt die für den Bereich des Brasilstroms charakteristische Haufenwolkenbildung. An diesem Tage waren wir im Grenzbereich zwischen den beiden Gebieten; nach Verschwinden der bis dahin überwiegenden Stratokumulusdecke bildeten sich bei klarem Himmel vormittags Fraktokumuluswolken, die sich am Nachmittag verdickten und schließlich zu Kumulusbänken bei klarer Sicht zusammenschlossen; kleine Kumulusstürme schossen auf, zerflatterten aber schnell, es herrschte eine sehr mannigfaltige, rasch wechselnde Kumulusbildung. In der Höhe zeigte das Bild intensiv leuchtende Ziruswolken.

KLEINE MITTEILUNGEN.

Kundgebung des 8. Brasilianischen Geographischen Kongresses.
Der Präsident des 8. Brasilianischen Geographischen Kongresses in Victoria, Carlos Xavier, hat an den deutschen Gesandten in Rio de Janeiro folgendes Telegramm gerichtet:

„Ich habe die Ehre, Euerer Exzellenz mitzuteilen, daß der 8. Brasilianische Kongreß den Beschluß gefaßt hat, durch Vermittlung der deutschen Gesandtschaft der Geographischen Gesellschaft in Berlin und den Gelehrten des Forschungsschiffes „Meteor“ seine Glückwünsche zu den bedeutsamen Verdiensten auszusprechen, welche sich der Kreuzer durch seine ozeanographischen Forschungsfahrten um die ganze Wissenschaft und insbesondere um Brasilien erworben hat.“

Unsere Mitglieder wissen, daß die Deutsche Atlantische Expedition, über deren Verlauf in diesem Heft zum drittenmal berichtet wird, durch die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft im Verein mit der Deutschen Marine entsandt worden ist. Wir freuen uns über die Anerkennung, die der wissenschaftlichen Leistung des „Meteor“ vom Auslande gezollt wird.

DIE DEUTSCHE ATLANTISCHE EXPEDITION

AUF DEM VERMESSUNGS- UND FORSCHUNGSSCHIFF

„METEOR“

IV. B E R I C H T

(Profil XII—XIV)

MITGETEILT DURCH DIE
NOTGEMEINSCHAFT DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT

- F. SPIESS: Bericht des Expeditionsleiters.
G. WÜST: Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen.
A. DEFANT: Kurzperiodische Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt in den obersten Wasserschichten des Ozeans.
G. BÖHNECKE: Die Bodenwassertemperaturen bei der Romanche-Tiefe.
A. SCHUMACHER: Ozeanographische Sonderuntersuchungen.
H. WATTENBERG: Bericht über die chemischen Arbeiten.
K. QUASEBARTH: Bericht über die auf Profil XIV durchgeführten Edelmetallanalysen.
E. HENTSCHEL: Bericht über die biologischen Arbeiten.
C. W. CORRENS: Bericht über die sediment-petrographischen Arbeiten.
C. W. CORRENS: Geologische Beobachtungen auf der Insel Sal.
J. REGER und E. KUHLBRODT: Bericht über die meteorologischen Arbeiten.

Hierzu 8 Bildertafeln und 25 Textabbildungen.

Die Berichte schließen mit dem Einlaufen des „Meteor“ in die heimischen Gewässer

DIE DEUTSCHE ATLANTISCHE EXPEDITION

AUF DEM VERMESSUNGS- UND FORSCHUNGSSCHIFF
„METEOR“

Druckfehlerberichtigung.

1. Die Abbildung Tafel 10 unten ist mit der Abbildung Tafel 12 oben zu vertauschen. Die Unterschriften Fig. 18 usw. und Fig. 20 usw. bleiben an ihrer Stelle.
2. Bei der Abbildung Tafel 12 unten muß es statt „Phot. Wüst“ heißen: „Phot. Correns“.
3. S. 302 ist die Anmerkung zu streichen.

Insel Sal.

J. REGER und E. KUHLBRODT: Bericht über die meteorologischen Arbeiten.

Hierzu 8 Bildertafeln und 25 Textabbildungen.

Die Berichte schließen mit dem Einlaufen des „Meteor“ in die heimischen Gewässer.

SONDERABDRUCK
AUS DER ZEITSCHRIFT DER GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE ZU BERLIN
JAHRGANG 1927, Nr. 5/6



Phot. Correns.

Fig. 16. Mindello auf São Vicente, von Südwesten gesehen.



Phot. Wüst.

Fig. 17. Salinengarten bei St. Maria, im Hintergrund die Serra Negra.
Insel Sal (Kapverden).



Phot. Wüst.

Fig. 18. Insel Sal (Kapverden): Blick nach Norden über die Serra Negra.



Phot. Correus.

Fig. 19. Krater mit der Saline bei Pedra Lume. Insel Sal (Kapverden).



Phot. Wüst.

Fig. 20. Hafen von Porto Grande mit dem „Meteor“, von Norden gesehen.
In der Bucht Mindello, São Vicente.



Phot. Wüst.

Fig. 21. Höhlenwohnungen und Monte Verde südlich von Mindello auf
São Vicente.



Phot. Correns.

Fig. 22. Pernambuco, Riff bei Boa Viagem.



Phot. Schumacher.

Fig. 23. An der Bahn Pernambuco—Ribeirão.
Maniokfeld mit Mamãobäumen im Vordergrund.



Fig. 24. Blick auf Pará, Altstadt und Segelschiffhafen.

Phot. Wüst.



Phot. Wüst.

Fig. 25. Pará, Markt am Segelschiffhafen.



Phot. Wüst.

Fig. 26. Pará, Gerodeter Urwald am Rande der Stadt.

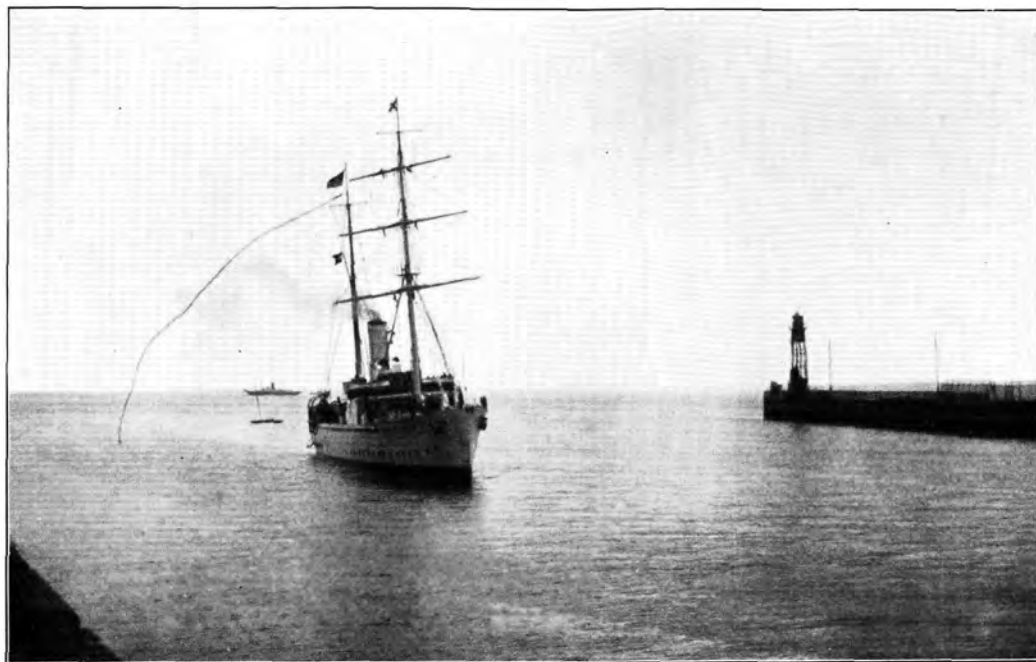


Fig. 27. Vermessungs- und Forschungsschiff „Meteor“, mit dem Heimatswimpel in Wilhelmshaven einlaufend.

Bericht des Expeditionsleiters.

Von F. Spieß, Kapitän zur See und Kommandant.

Der vierte und letzte Bericht, den die Expedition während ihrer Arbeit auf hoher See in die Heimat sendet, umfaßt die nördlichsten Querprofile XII, XIII und XIV im Gebiet vom Äquator bis zu 20 Grad Nordbreite (s. Abb. 21). Die Arbeiten auf den Beobachtungsstationen dieser Profile, auf denen die letzten Ausläufer des Antarktischen Zwischenstromes und des Antarktischen Bodenstromes verfolgt, sowie der Nordatlantische Tiefenstrom in der Nähe seines Ursprungsgebietes erforscht werden sollten, konnten dank den günstigen Witterungsverhältnissen in der Zeit von Ende Januar bis Ende Mai 1927 programmäßig durchgeführt werden. Das Klima, das wir während unserer Tätigkeit auf See und während mehrfachen Aufenthaltes auf den Kap-Verdischen Inseln durchaus erträglich fanden, bot nur in Pernambuco und namentlich in Pará durch die große Hitze und Feuchtigkeit wenig Gelegenheit zu körperlicher Erholung. Um so angenehmer empfanden wir es, daß in Pernambuco, welches uns schon von unserem kurzen Anlaufen zur Kohlenergänzung auf dem Anmarsch zum Profil IX oberflächlich bekannt war, unsere deutschen Landsleute uns in gastlicher Weise zu angenehmem Aufenthalt in ihre schönen Landhäuser in Recife einluden und uns so Gelegenheit gaben, die vorläufige Bearbeitung unseres Beobachtungsmaterials und die Berichterstattung über den III. Arbeitsabschnitt, Frühjahr bis Ende 1926, in Ruhe fertigzustellen.

Die sauber und modern angelegte Stadt Recife mit ihren lieblichen Landhäusern, blühenden Gärten und grünen Schmuckplätzen, mit ihrer an die Avenidas von Rio de Janeiro erinnernden herrlichen Strandpromenade nach Bom viagem und mit Olinda, der alten, schönen Kirchen- und Klosterstadt, bot vielfach Gelegenheit zu Ausflügen und Spazierfahrten. Auf einer Bahnfahrt ins Innere des Landes lernten wir die interessante Landschaft, die manchmal an das Hochland von Südwestafrika erinnerte, kennen, ferner in Ribeirão die Zuckerrohrverarbeitung und in Paulista die großen Baumwollfabriken, welche den ganzen Norden Brasiliens mit Textilwaren versehen und in denen eine Anzahl deutscher Kameraden der alten Armee und Marine Anstellung gefunden haben. Die Deutsche Kolonie, die leider gerade in diesen Tagen den Tod des Vorsitzenden des Deutschen Klubs zu beklagen hatte, veranstaltete eine Reihe von Ausflügen und Festlichkeiten sowie ein Sportfest für die Mannschaften, während die brasilianischen Behörden dem Schiff jede Erleichterung und Unterstützung gewährten und großes Interesse für unsere Expedition bekundeten. Der Aufenthalt, der uns mit einer Anzahl deutscher Handelsdampfer und dem von seiner Südamerikareise zurückkehrenden deutschen Schulschiff

„Großherzogin Elisabeth“ zusammenführte, verzögerte sich wiederum durch das um zwei Tage verspätete Eintreffen unseres Nachschubes und unserer Post. Er wurde dazu ausgenutzt, die beschädigten Kessel neu zu bohren, die Prüfungen der Unteroffizieranwärter vorzunehmen und den Schiffsboden durch einen Hafentaucher, so gut wie möglich, von dem starken Bewuchs zu reinigen, was jedoch wegen der im Hafenbecken setzenden Strömung nur in bedingtem Maße möglich war. Mit dem einige Tage im Hafen liegenden englischen Kreuzer „Capetown“ von der westindischen Station wurden offizielle Besuche ausgetauscht.

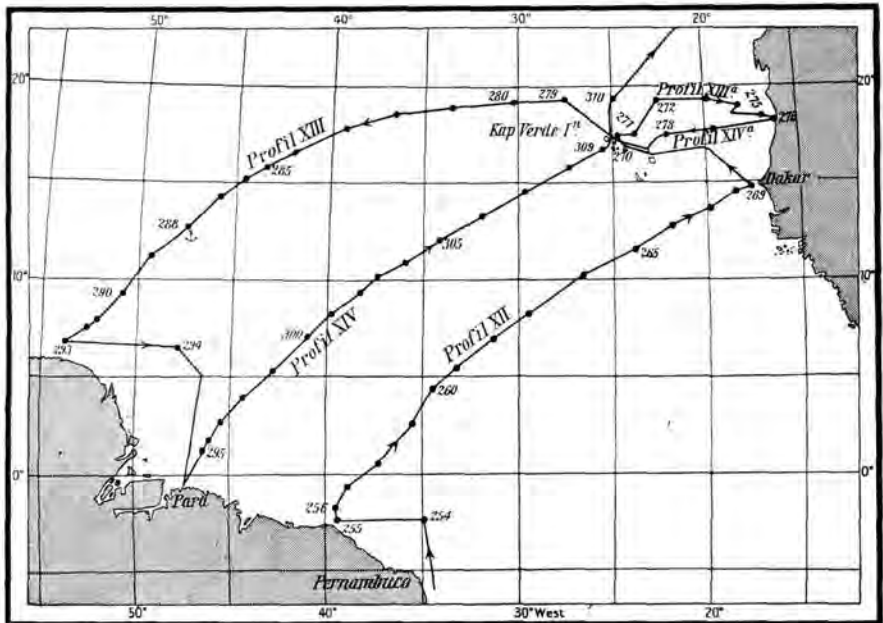


Abb. 21. Die letzten drei Profile des „Meteor“ mit den Stationen 254 bis 310.

Während des Aufenthaltes in Pernambuco schiffte sich der als Nachfolger von Professor M e r z neu ernannte Direktor des Berliner Instituts für Meereskunde, Professor D e f a n t, der in erster Linie an der Herausgabe unseres wissenschaftlichen Expeditionswerkes beteiligt sein wird, als Gastteilnehmer an Bord ein, um sich über das praktische Arbeiten der Expedition auf See zu informieren. Seine Unterbringung verlangte die Ausschiffung des jüngsten Ozeanographen Dr. M e y e r, dessen Arbeiten teils durch Professor D e f a n t selbst übernommen wurden, der sich in den Dienst der ozeanographischen Beobachtungen stellte, teils hinsichtlich der Titriertätigkeit in erster Linie auf Dr. S c h u m a c h e r übergangen. Ferner trafen als Ersatz für krankheitshalber Abkommandierte ein Unteroffizier und vier Mannschaften aus der Heimat ein. Nach Übernahme von Nachschub, Proviant und Kohlen verließ „Meteor“ am 28. Januar nach 16tägigem, schönem und abwechslungsreichem Aufenthalt das gast-

liche Recife unter Austausch von Ehrenbezeugungen mit dem Schulschiff „Großherzogin Elisabeth“, auf dem sich die Deutsche Kolonie nach herzlicher Verabschiedung vom „Meteor“ versammelt hatte.

Die Arbeiten auf Profil XII von Pernambuco bis São Vicente.

Das nächste Ziel war die Aufnahme unseres Hochseepiegels. Die zu seiner Bezeichnung dienende Flaggenboje war wiederum durch den starken Strom vertrieben; es war nur noch die eigentliche große Pegelboje vorhanden. Der Pegel, der in dreiviertel Stunden gelichtet wurde, hatte während der 16 Tage des Ausliegens diesmal eine einwandfreie Gezeitenkurve geschrieben, die im Verein mit den Pegelaufzeichnungen für die gleiche Zeitdauer, die uns die Hafenverwaltung zu Recife zur Verfügung gestellt hat, Aufschluß über die Gezeitenerscheinungen auf dem Küstenschelf vor Pernambuco gibt. Unter Vermeidung früher von uns gesteuerter Kurse haben wir dann, längs der Küste mit allen Segeln nach Norden fahrend, die Risca do Zumby-Bank, die in der Karte mit 6,8 m Tiefe angegeben ist, bei guten Landpeilungen abgelotet und als geringste Tiefe 17 m gefunden. Von hier steuerten wir zunächst eine auf $4^{\circ} 22' S$ und $35^{\circ} 21' W$ gelegene Lotung von 4930 m an, da nach der bisher bekannten Morphologie diese isolierte große Tiefe unwahrscheinlich erschien. Als geringste Tiefe fanden wir dort 3039 m. Dann wurde eine östlich davon liegende 119 m-Stelle angesteuert, die Groll veranlaßt hat, einen Verbindungsrücken zwischen dem Festlande und den Inseln Las Rocas und weiter Fernando Noronha zu konstruieren, dessen Vorhandensein wir nachprüfen wollten. Bei hinreichend genauen Bestecken fanden wir jedoch überall gleichmäßige Tiefen bis zu 3060 m. Zur weiteren Untersuchung, ob die Rocas auf einem sich weiter nach Osten erstreckenden Rücken aufsitzen, wurde auf Ostkurs eine Lotungsreihe gelegt. Es wurden jedoch auch hier keine Bodenerhebungen gefunden, welche die Annahme eines solchen Rückens rechtfertigen könnten.

Nach Erledigung dieser Feststellungen wurde die auf dem ozeanographischen Westschnitt gelegene Station 254, die als Verbindungsstation zwischen Profil IX und XII gedacht war, angesteuert und hier am 31. Januar in $2^{\circ} 27' S$ und $34^{\circ} 57' W$ auf 3950 m Tiefe mit 6000 m Trosse und zwei Ankern geankert. Während 42 Stunden wurden Strommessungen an der Oberfläche mit dem Reelingslog, in 25 und 50 m mit dem Ekman-Merzschens Strommesser und zur Erfassung des Nordatlantischen Tiefenstroms in 2000 m Tiefe mit dem Ekmanschen Repetierstrommesser, außerdem zweistündige Wiederholungen der obersten ozeanographischen Serien bis 250 m zur Untersuchung der Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt erfolgreich ausgeführt, wobei wieder einige Messungen durch das Festsetzen von Quallen an der Drahtlitze versagten.

Am 2. Februar wurde in $2\frac{1}{2}$ Stunden Anker gelichtet, wobei sich ergab, daß der Normal-Anker durch Brechen des Verbindungsschäkels im Ankerpflug des Patentankers verlorengegangen war. Von hier aus steuerten wir unter Segel die auf dem brasilianischen Küstenschelf bei Ceará liegende, eigentliche Anfangsstation des Profils XII an. Am

3. Februar machten wir einen Registrierballonaufstieg, der durch vorzeitiges Platzen des obersten Ballons nur eine Höhe von 4780 m erreichte. Trotz vorzeitigem Platzen auch des Signalballons über dem Wasser konnte das Instrument aufgefunden und geborgen werden. Am Küstenschelf wurde auf 70 m Tiefe eine Lotung gemacht, die als Grundprobe Fels ergab, und dann auf 475 m die Schelfstation 255, bei der als Grundprobe Kalksand gewonnen wurde. Noch etwa 30 Seemeilen von der Küste entfernt konnten wir hier vielfach kleine Fischerboote beobachten.

Das Profil XII konnte dann ohne besondere Störungen mit 15 ozeanographischen Stationen bis Dakar an der afrikanischen Küste durchgeführt werden. Trotz der provisorischen Schiffsbodenreinigung wurde die Marschgeschwindigkeit durch den dauernd gegenan wehenden Nordostpassat von Stärke 5 bis 6 und den Gegenstrom auf 5,5 bis 6 Seemeilen in der Stunde herabgesetzt; doch hatte der dauernde Gegenwind den Vorteil, daß fast täglich Drachenaufstiege gemacht werden konnten. Das Profil führte im ersten Teile noch durch das Gebiet des Südostpassats, der bei mäßiger Stärke heiteres, trockenes Wetter brachte. Die Temperatur bewegte sich ständig um 27° herum. Am 3. Februar nachmittags fiel der erste tropische Regenschauer, der mit 7 mm nicht allzu ergiebig war. Der Ostsüdost hielt aber noch an, und die Temperatur stieg bis auf $27\frac{1}{2}^{\circ}$. Ohne seine Stärke zu ändern, drehte der Wind schließlich am 5. Februar unter dem Äquator über Ost nach Ostnordost herum. Nunmehr kam es zu häufigeren Regenschauern, die am 9. Februar mit einem Dauerregen von zwölf Stunden ihren Höhepunkt und auch ihr Ende erreichten. Die Gesamtmenge vom 3. bis 9. Februar betrug 61 mm Regen. Von jetzt ab blieb der Nordostpassat trocken, jedoch bei ziemlich starker Bewölkung. Seine Geschwindigkeit war durchweg größer als die des Südostpassats. Im freien Ozean stieg er vom 10. bis 12. Februar auf 11 m/sek und bei São Vicente erreichte er Sturmesstärke bis 20 m/sek. Die Temperatur nahm mit zunehmender Breite allmählich ab bis auf $19\frac{1}{2}^{\circ}$ bei Dakar. Der Luftdruck wies bei einem mittleren Werte von 759,7 mm nur geringe Schwankungen auf. Er hatte sein Minimum mit 758 mm am 7. und 8. Februar unter 2 bis 4° N, sein Maximum mit 762 unter 8° N. Die Feuchtigkeit war nicht nur im tropischen Regengebiet, sondern auch im Passate zumeist hoch, so daß sich ein Gesamtmittel von 80 % ergab. Die mittlere Windgeschwindigkeit auf dem ganzen Profil betrug $7\frac{1}{2}$ m/sek, wobei der Sturm bei São Vicente nicht mitgerechnet ist.

Die Echolotungen des Profils XII ergaben bis zur Mittelatlantischen Schwelle zwischen 4500 und 3700 m schwankende Tiefen. Als höchste Erhebungen auf der Schwelle, die wiederum eine größere Ausdehnung nach Osten, als bisher angenommen, und zwei Aufragungen zeigte, wurden 2500 und 2250 m festgestellt, die für die Anordnung der ozeanographischen Stationen ausschlaggebend wurden. Auf einer dieser Erhebungen brachte die Lotung mit dem Monacogreifer Globigerinenschlamm mit Lava- und Bimsteinbröckchen herauf, also vulkanischen Boden. Wir befanden uns hier in dem bereits bekannten Gebiet der Epizentren von Seebeben. Nach Überschreiten der Schwelle fanden wir im Gegensatz zu den Erhebungen, die sich auf Profil IX in

3° 55' S und 32° 32' W und in 6° 51' S und 21° 26' W gezeigt hatten, auf diesem Profil XII in der gleichen geographischen Länge keine ähnlichen Erhebungen, sondern östlich wie westlich der Atlantischen Schwelle gleichmäßig tiefe Mulden.

Die beobachteten Stromversetzungen brachten teilweise Abweichungen von den bisherigen Angaben der Stromkarten. Mit Annäherung an den afrikanischen Kontinent beobachteten wir eine auffallende Unsichtigkeit, die durch den von der Küste herstammenden Wüstensand hervorgerufen wird, und die öfters bei Sonnenuntergang prachtvolle Farbenspiele am Himmel entstehen ließ. Hier trafen wir mit Annäherung an die Hauptschiffahrtswege nach Südamerika und Afrika nach langer Zeit wieder einige Dampfer auf See, darunter die deutschen „Cap Norte“ und „Cap Polonio“. Der uns befreundete Führer des letzteren, Kapitän Rollin, der sich auf der Heimreise befand, verabredete mit dem „Meteor“ einen Treffpunkt auf dem Schnittpunkt der beiderseitigen Kurse. Am 15. Februar vormittags lag der stolze Ozeanriese „Cap Polonio“ eine Zeitlang mit dem kleinen Forschungsschiff zusammen; ein Kutter mit unserer Post für die Heimat wurde hinüberschickt, und ich folgte mit drei Offizieren einer kurzen Einladung des Kapitäns, der zusammen mit seinen Passagieren unser Schiff mit reichen Geschenken an Frischproviand, Obst und Blumen bedachte. Das Zusammenliegen der Schiffe wurde zur Übung im Signalverkehr mit Winkflaggen und Flaggsignalen ausgenutzt, während die Musikkapellen beider Schiffe vaterländische Weisen spielten. In der Nacht vom 19. bis zum 20. Februar kam, nachdem wir am Abend ein besonders schönes, die hellsten Sterne überstrahlendes Zodiakallicht beobachtet hatten, das Leuchtfeuer von Cabo Verde auf 24 sm Abstand in Sicht. Hier wurde auf 500 m Tiefe unter der Küste die letzte Station des Profils XII gemacht, bei der der Greifer als Grundprobe wieder Fels heraufbrachte. Da die Temperatur in den letzten Tagen auf 18° abgenommen hatte, konnte das Sonnensegel geborgen werden, und bei der großen Feuchtigkeit, die nachts herrschte und das Oberdeck mit Tau bedeckte, mußte das bisher übliche Schlafen der Mannschaft in Hängematten an Oberdeck wegen Rheumatismusgefahr verboten werden.

Über das Tierleben auf See hat auf dem Profil XII Professor H e n t s c h e l folgende Beobachtungen gemacht: Delphine erschienen nur an den beiden Endstrecken des Profils, große Wale nur einmal am 15. Februar. Vögel waren selten; nur in den ersten Tagen nach dem Auslaufen aus Pernambuco und dann wieder kurz vor São Vicente fanden sich Sturmschwalben häufiger ein. Am 20. Februar kam bei den Kap Verden eine Rauchschwalbe an Bord geflogen. Fliegende Fische waren dauernd vorhanden, größere Fische (Coryphaenen, Bonitos u. a.) gelegentlich, Haie viermal, von denen einer gefangen wurde. Von niederen Tieren wurden Blasenquallen am häufigsten, und zwar fast täglich beobachtet, jedoch mit einer Lücke vom 9. bis 14. Februar auf der Mitte des Profils. Feuerwalzen erschienen nur einmal, dagegen mehrfach Veilchenschnecken und bei São Vicente Quallen. Treibender Tang kam am Tage nach dem Auslaufen von Pernambuco und zwei Tage vor dem Einlaufen in São Vicente zu Gesicht.

Nach Beendigung des Profils XII nahmen wir Kurs auf die Kap-Verdischen Inseln und steuerten hierbei zunächst die Birkenhead-Bank auf $16^{\circ} 44' N$ und $19^{\circ} 51' W$ an, die in den Karten als fraglich bezeichnet ist und eine Untiefe von 157 m aufweisen soll. In Übereinstimmung mit einer großen Anzahl von Drahtlotungen mit Grundproben auf der englischen Admiralitätskarte fanden wir bei gutem Besteck rings um diese Position große Tiefen und auf der angeblichen 157 m-Stelle 3397 m (die englische Seekarte gibt hier 3340 m an). Die Birkenhead-Bank scheint also nicht zu existieren; sie ist bereits in der erwähnten englischen Seekarte weggelassen. Von hier aus wurde die fragliche Santa Rita-Bank auf $16^{\circ} 17' N$ und $20^{\circ} 52' W$ zur Nachprüfung angesteuert, die eine Tiefe von 141 m haben soll. Auch hier fanden wir keine Tiefenabnahme, sondern als geringste Tiefe 3658 m, so daß auch die Existenz der Santa Rita-Bank unwahrscheinlich ist. Der Nordostpassat zeigte hier in der Küstennähe eine Höhe von nur 50 m und weniger, so daß unser im Vortop angebrachtes Registrierthermometer in die obere warme Luftschicht hineinragte, in der die Temperatur einen Sprung von 19 Grad auf 27 Grad machte. Eine ähnliche Erscheinung hatten wir an der südwestafrikanischen Küste im Gebiet des kalten Benguelastromes beobachtet. Von der Position der Santa Rita-Bank nahmen wir Kurs auf zwei in amerikanischen Karten verzeichnete flache Stellen mit 180 m Tiefe östlich der Insel Bôavista, fanden dort als geringste Tiefen jedoch 2700 und 2529 m, und steuerten dann zur Ausführung von Lotungen in dem wenig bekannten Gebiet der Nordgruppe der Kapverdischen Inseln zunächst zwischen der flachen Insel Sal und dem gebirgigen, langgestreckten Bôavista hindurch. Zwischen beiden Inseln loteten wir eine Schwelle, die bis zu 250 m Tiefe aufragt. Von hier steuerten wir an der Nordküste der Insel São Nicolão entlang, die nur schwach im Dunst in Sicht kam, während die übrigen Inseln der Nordgruppe in dichte Wolken gehüllt waren. Am 23. Februar standen wir bei Hellwerden an der Nordostspitze der Insel São Antão. Unsere astronomischen Ortsbestimmungen und Landpeilungen ergaben wieder die schon bei dem ersten Anlaufen der Kap Verden vor zwei Jahren auf der Ausreise gemachte Beobachtung, daß die Ostküste der Insel São Antão um 2 Seemeilen weiter östlich liegt als in den Seekarten angegeben. Von dem beabsichtigten Auslegen des Hochseepiegels im Norden der Insel São Vicente mußte wegen des auf Stärke 7 bis 8 aufgefrischten Nordostwindes, offenbar ein Ausläufer des damaligen großen Sturmes im Nordatlantischen, und entsprechend hohem Seegang Abstand genommen werden. Aber auch im Süden von São Vicente war eine Verankerung des Pegels unmöglich, da hier die Insel zu wenig Windschutz bot und der felsige Küstenschelf zu steil ins Meer abfällt. Hier wurde in der São Pedro-Bucht noch eine Lotung mit dem Greifer vorgenommen und dann, zwischen São Antão und São Vicente nach Norden fahrend, der Hafen von Porto Grande angesteuert. Wieder boten die Inseln das uns schon bekannte, großartige Bild der vulkanischen, vegetationslosen Felskolosse und der rötlich leuchtenden, öden Schuttberge (Tafel 9). An der Südseite der Insel São Vicente beobachteten wir eine rings die Insel umgebende, deutlich abgesetzte

und gleichmäßig hohe Terrasse, die wohl eine Hebung der ganzen Insel vermuten läßt. Der Hafen von Porto Grande zeigte jetzt, nach der Beendigung des englischen Kohlenstrieks, lebhaften Verkehr und geschäftiges Treiben. Im ganzen löschten und luden 12 Dampfer verschiedener Nationalitäten Kohlen.

An wissenschaftlichen Arbeiten waren auf dem Profil XII insgesamt 16 ozeanographische Stationen mit 88 Serien und 660 korrespondierenden Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt ausgeführt worden. Die Verdunstungsmessungen waren in der eigentlichen Passatzzone durch Flugasche beeinträchtigt und konnten nur zu Anfang und zu Ende des Profils vorgenommen werden.

Im ganzen wurden 18 Drahtlotungen, davon 15 mit der Stoßröhre, 2 mit dem Monaco- und 1 mit dem Petersen-Greifer erzielt, die interessante Übergänge von Globigerinenschlamm in roten Ton und außerdem die schon erwähnten Beimengungen vulkanischen Materials ergaben.

Vom Biologen wurden gemeinsam mit dem Chemiker auf der Ankerstation (254) Planktonkulturversuche in an der Meeresoberfläche ausgehängten Flaschen vorgenommen. Im ganzen wurden 66 Zentrifugenproben und 200 Sedimentierproben untersucht, sowie 25 Fänge mit dem Schließnetz, 5 mit dem Apsteinnetz und 15 mit der Deckwaschpumpe ausgeführt.

Der Chemiker titrierte neben der Alkalinitätsbestimmung den Sauerstoff im Bodenwasser, um Anhaltspunkte über die Bewegungsverhältnisse der Wasserschichten dicht über dem Meeresboden zu gewinnen. Neben der Entnahme von 102 Wasserproben für Goldanalyse wurde auf Profil XII versucht, eine Methode zur Bestimmung des Eisens im Meerwasser auszuarbeiten, die ergab, daß viel weniger Eisen im Meere vorhanden ist, als bisher angenommen. Die übrigen chemischen Untersuchungen bestanden in

433	Bestimmungen	der Wasserstoffionenkonzentration,
408	„	des Sauerstoffs,
290	„	der Phosphorsäure,
42	„	der Alkalinität.

An aerologischen Arbeiten sind zu nennen: 44 Pilotballonaufstiege mit einer mittleren Höhe von 9655 m, 31 Ballone überschritten die Höhe von 5000 m, 17 diejenige von 10 000 m und 6 die von 15 000 m. Die größte Höhe, zugleich das bisher auf der Expedition erreichte Maximum, betrug 20 700 m. Der Zug der Zirkuswolken ist an 11 Tagen gemessen, und 90 photographische Wolkenaufnahmen sind gemacht worden. Die fast täglich vorgenommenen 21 Drachenaufstiege erreichten eine mittlere Höhe von 2480 m und die größte Höhe von 4360 m.

Am 23. Februar, 10 Uhr vormittags, ankerten wir im Hafen von Porto Grande vor der Stadt Mindello. In der Nacht vom 22. zum 23. Februar war in der Stadt um 10.15 Uhr abends ein Erdbeben von 10 Sekunden Dauer gespürt worden. Der Seismograph der Kabelstation ist seit längerer Zeit außer Betrieb, jedoch war der Stoß auf den Streifen der empfindlichen automatischen Telegraphenapparate beobachtet worden. In See hatten wir nichts wahrgenommen, jedoch war das Beben, wie wir später erfuhren, auch auf der Insel Sal zur

gleichen Zeit gespürt worden. Die Stadt Mindello hatte seit unserem letzten Besuch, genau vor zwei Jahren, ein neues schönes Postgebäude und verschiedene gute Autostraßen erhalten, die an der Küste entlang und ins Innere zum Monte Verde führten. Auf der Insel wurden verschiedene Ausflüge durch die interessante, vulkanische Wüstenlandschaft mit ihren Schotterfeldern und Hügeln aus Laterit, Lava und Basalten sowie eine Besteigung des 710 m hohen Monte Verde unternommen (Tafel 12). Er trägt an seiner dem Nordostpassat ausgesetzten Seite die einzige spärliche Vegetation der wasserlosen Insel, bestehend aus einigen bescheidenen Kulturen, hauptsächlich Mais- und Gemüsefeldern. Auf dem Gipfel belohnte uns ein herrlicher Rundblick auf die grandiose Kraterlandschaft von São Vicente, das Meer und die benachbarten Inseln. Auf dem Friedhof von Mindello wurde an dem Grabe des Unteroffiziers, der als Ablösung für „Meteor“ auf dem Wege nach Rio de Janeiro hier verstorben war, ein von der Mannschaft hergestelltes Holzkreuz errichtet und eine Gedächtnisfeier abgehalten, an der sich außer den örtlichen Behörden auch eine Abordnung des im Hafen liegenden portugiesischen Kanonenbootes „Zaire“ beteiligte. Während des Hafenaufenthaltes (Tafel 12) hatten wir an mehreren Tagen besonders starken Nordostpassat, der den Verkehr mit dem Lande erschwerte und gewaltige Sandstürme über die Stadt Mindello und den flachen Strand in der Bucht von Porto Grande hinwegfegen ließ. Für den in Mindello in die Heimat reisenden Oberleutnant zur See Freiherr von Recum übernahm Oberleutnant zur See Ahlmann die Geschäfte des Navigationsoffiziers und Oberleutnant zur See Engelhardt die Bearbeitung der Echolotungen.

Wegen der Unruhen in Lissabon hatte die Marineleitung unseren Nachschub und unsere Post nicht nach São Vicente geleitet, sondern dem am 9. März in Santa Maria auf der Insel Sal eintreffenden deutschen Dampfer „Wolfram“ mitgegeben. Ich entschloß mich daher, bis zum Eintreffen dieses Dampfers zunächst die Teilstrecken der Profile XIII und XIV zwischen den Kap-Verdischen Inseln und dem Kap Blanco an der afrikanischen Küste zu erledigen, dann in Santa Maria den Nachschub überzunehmen und von hier aus zur nochmaligen Kohlenergänzung São Vicente anzulaufen. Die Erfahrungen mit dem Gegenwind auf Profil XII hatten es ferner ratsam erscheinen lassen, eine Vertauschung der Profile XIII und XIV vorzunehmen, d. h. das nördlichste, längere und im Gebiet des stärkeren Nordostpassats liegende, bisherige Profil XIV von São Vicente nach Georgetown vor dem Passat von Osten nach Westen und das kürzere, ehemalige Profil XIII von Pará nach São Vicente gegen den Passat abzufahren. Da ferner durch die Erledigung der Teilstrecken der Profile XIII und XIV ein abermaliges Kohlenauffüllen in São Vicente möglich war, konnte auf das beabsichtigte Anlaufen von Georgetown in Britisch-Guayana zur Kohlenergänzung verzichtet werden und durch eine geringe Verlegung der letzten Strecke des nunmehrigen Profils XIII um etwa 200 sm am Endpunkte nach Osten der von der Marineleitung gewünschte Rückkehrtermin des Schiffes, der 2. Juni 1927, innegehalten werden. Diese unbedeutende Abweichung von dem Merz'schen Expeditionsplan war wissenschaftlich durchaus zu verantworten.

Die Arbeiten auf Teilprofil XIIIa und XIVa.

Am 2. März liefen wir mittags bei stürmischem Wind aus Porto Grande aus, zwischen dem Kap João Ribeiro und dem Fels Isla dos Passaros nach Norden, um hier Echolotungen zu gewinnen. Abends wurde noch in Sicht der Inseln São Vicente und São Antão die Station 270 erreicht. Die Lage der Ostküste von São Antão war wiederum durch Peilungen der gut vermessenen Insel São Vicente um 2 Meilen östlicher liegend festgestellt worden. Neben der Durchführung der auf den Teilstrecken von Profil XIII und XIV vorgesehenen planmäßigen Stationen konnten wir einige nautische Aufgaben erledigen. Zunächst wurde die genau auf dem Hauptschiffahrtsweg nach Südamerika gelegene und den großen Dampfern daher sehr unbequeme, aber als fraglich bezeichnete Bom Felix-Bank untersucht, die auf $19^{\circ} 21' N$ und $20^{\circ} 37' W$ eine 7,3 m-Stelle und auf $19^{\circ} 23' N$ und $20^{\circ} 33' W$ eine 119 m-Stelle aufweisen soll. Auf beiden Positionen wurde von uns als geringste Tiefe 3300 m gefunden. Ebenso wurde auf der fraglichen Doric-Bank, die mit 102 m Tiefe in $18^{\circ} 57' N$ und $18^{\circ} 15' W$ angegeben ist, 2619 m als geringste Tiefe gelotet. Schließlich untersuchten wir noch eine fragliche 49 m-Stelle in $18^{\circ} 18' N$ und $18^{\circ} 26' W$ und fanden hier ebenfalls keine Tiefenabnahme gegen die Umgebung. Von den bei diesen Untersuchungen gewonnenen Echolotungen sowie von unseren Lotungen auf der Endstrecke von Profil XII zwischen Kap Dakar und Bôavista wurde, im Verein mit den gesamten vorhandenen Tiefen zwischen dem afrikanischen Festland und den Kapverdischen Inseln, eine Tiefenkarte entworfen. Die Gleichmäßigkeit der Tiefen in diesem ganzen Gebiet läßt die Annahme zu, daß alle hier auf den Karten als fraglich bezeichneten Bänke und Untiefen auf fehlerhaften Lotungen beruhen und daher nicht existieren. Die unvermittelten, steilen Bänke aus großer Tiefe sind nach der ganzen Morphologie unwahrscheinlich. Vielmehr handelt es sich um ein 3000 bis 4000 m tiefes, ebenes Plateau, auf dem im Westen die Kap-Verden mit einem gemeinsamen Sockel von etwa 3000 m Tiefe aufgesetzt sind, der von dem Festland durch Tiefen von durchschnittlich 3500 m getrennt ist.

Bei zunächst nordöstlichem und östlichem Kurse erreichte das Schiff infolge widrigen Windes und Stromes zeitweise nur 4 bis 5 sm Stundengeschwindigkeit über den Grund. Auf beiden Teilprofilen im Bereich des Nordostpassates war das Wetter überwiegend heiter, nur vom 6. bis 8. März nahe der afrikanischen Küste trat starke Zirren-Bewölkung auf. Niederschläge fielen nicht, obwohl der hohe mittlere Feuchtigkeitsgehalt von 82 % gemessen wurde. Der in São Vicente herrschende Sturm ließ mit der Entfernung von den Inseln nach, aber die Windgeschwindigkeit blieb bei 10 bis 11 m/sek und steigerte sich in $19^{\circ} N$ am 6. März wieder auf 17 m/sek. In Küstennähe ging dann der Wind mehr nach Norden und gelegentlich sogar bis nach Nordwesten herum und flaute stark ab. Immerhin ergibt sich für den ganzen Abschnitt eine mittlere Windgeschwindigkeit von 9,3 m/sek. Mit einem Mittel von 762,7 mm war der Luftdruck ziemlich hoch. Unter $19^{\circ} N$ erreichte er am 5. und 6. März ein Maximum von 763 mm.

Die Temperatur sank von 20°, die sie bei Mindello hatte, allmählich auf 17° in 19° N und stieg dann auf der weiteren Fahrt wieder langsam bis auf 20°. Das Temperaturminimum fiel mit dem Windmaximum zusammen. Zu erwähnen ist noch, daß die Luft zwischen den Inseln und dem afrikanischen Festland häufig durch Staub getrübt war. Hier war gelegentlich in der Nähe der Küste das ganze Schiff, namentlich Masten, Raan, Sonnensegelstützen und Kommandobrücke mit einer starken Schicht feinen Wüstensandes bedeckt, der vom Winde an Bord getragen war. Er wurde vom Geologen qualitativ untersucht, während die an Bord befindlichen Apparate eine quantitative Untersuchung nicht gestatteten. Auf der die beiden Teilprofile an der Küste abschließenden Schelfstation 276 wurde in einer Tiefe von 130 m auffallend grüner Schlamm mit vielen kleinen Muscheln gefunden, und auf der nächsten zu Profil XIV gehörigen Station 276 wurde die tausendste ozeanographische Serie gemacht und entsprechend gefeiert. Am 10. März machten wir einen Registrierballonaufstieg, der jedoch durch vorzeitiges Platzen der beiden Ballone wieder nur eine geringe Höhe erzielte, ein Beweis dafür, wie sehr unser Ballonmaterial in den Tropen gelitten hat.

Auf diesem Reiseabschnitt sahen wir von Säugetieren zweimal Grindwale. Von Vögeln erschienen Sturmschwalben nur in der Nähe der Inseln und der afrikanischen Küste. Dort wurde auch eine Heringsmöve gesehen; am 8. März flog ein Singvogel an Bord, und es trieben Federn kleiner Vögel auf dem Wasser. Auch wurden hier vom Festland her Insekten an Bord verschlagen. Fliegende Fische fanden sich nicht regelmäßig, andere Fische gar nicht. Am 4. März wurden östlich der Insel die früher schon beobachteten schlanken Tintenfische wieder gesehen. Nahe der afrikanischen Küste trieben auf dem Wasser die weißen Schulpe von Tintenfischen, wie sie auf São Vicente vielfach am Strande liegen. Von niederen Tieren fanden wir Blasenquallen häufiger, besonders in der östlichen Hälfte des Arbeitsgebietes. Am 10. März wurden streifenförmige Tieransammlungen, sogenannte Zoocorrenten, beobachtet, bestehend aus koloniebildenden Radiolarien, denen Quallen und Seegrashalme untermischt waren. Treibende Tange und Seegrashalme fanden sich mehrfach, besonders nahe der afrikanischen Küste.

An wissenschaftlichen Arbeiten wurden auf Teilprofil XIII a und XIV a neun ozeanographische Stationen ausgeführt. Mit der Lotmaschine wurden 11 Grundproben, davon 8 mit der Stoßröhre und 3 mit dem Greifer, gewonnen. Zum ersten Male wurden bei einer Lotung mit der Stoßröhre 2 Wasserschöpfer in 40 m und 80 m Tiefe über dem Boden weggefiert, um im Verein mit der Bodenwasserprobe in der Stoßröhre und dem untersten Wasserschöpfer der tiefsten Serie, die etwa bis 100 m über den Meeresboden reicht, dem Chemiker die Untersuchung der Alkalinität in verschiedenen Stufen bis dicht zum Meeresboden zu ermöglichen. Im ganzen wurden 18 Pilotballon- und 2 Drachenaufstiege vorgenommen.

Am 11. März kam vormittags um 7 Uhr die im wesentlichen flache Insel Sal in Sicht mit ihrer kahlen und sandigen, öden und unfruchtbaren Landschaft. Im Norden der Insel liegen einige Hügel, darunter

der 400 m hohe Monte Grande, und im Süden sahen wir einen Tafelberg, die Serra Negra, mit deutlich zu unterscheidenden Lavadecken, von denen zwei scharf abgesetzte Terrassen bilden. Wir liefen in die weite geschützte Bucht von Santa Maria im Süden der Insel ein und setzten eine Beobachtungsgruppe an Land, um eine Kompensierung und Deviationsbestimmung unserer Kompassse vorzunehmen, die gleichzeitig zu einer Auslotung der Bucht mit dem Handlot ausgenutzt wurde. Im Gegensatz zu den übrigen Kapverdischen Inseln zeigten die Kompaßbeobachtungen an Land keine magnetischen Störungen.

Durch das um drei Tage verspätete Eintreffen des Dampfers „Wolfram“, der in der Biskaya Südweststurm gehabt hatte, konnten den Mannschaften in dem besonders gesunden Klima von Sal zwei Erholungstage gewährt werden, die zu Ausflügen und zum Baden an dem schönen breiten Sandstrand von Santa Maria ausgiebig ausgenutzt wurden. Die Wissenschaftler und Offiziere unternahmten Exkursionen nach den interessanten Punkten der Insel, dem an der Bucht von Pedra Lume gelegenen Vulkanberg (Tafel 11), in dessen Kraterboden die Saline von Pedra Lume angelegt ist, und über den Dr. Correns besonders berichtet; ferner nach der landschaftlich reizvollen Oase Palha Verde an der Bucht von Murdeira. Die Salzgewinnung ist das, wovon die wenigen Europäer und Eingeborenen auf der regen- und vegetationslosen Insel leben. Mit äußerst primitiven hölzernen Windmühlenpumpen wird Sole in die Salzpfnannen gepumpt oder Seewasser oberflächlich hineingeleitet (Tafel 10). Das Wasser, das an sich schon stark salzhaltig ist, verdunstet hier dank der dauernden Hitze und dem beständigen Passat in 8 bis 20 Tagen zu schönen Kristallen, die in dicken Schichten aus den Salzpfnannen geschaufelt werden, so daß eine Jahresproduktion von 15 000 Tonnen erreicht wird, die bei modernerer und zweckmäßigerer Ausgestaltung des Betriebes leicht auf 30 000 Tonnen erhöht werden könnte. Das gewonnene Salz wird in kleinen Säcken zu 20 kg verpackt und mit Loren, die bei dem beständigen Wind mit Segeln fortbewegt werden, zur Anlegebrücke am Hafen geschafft. Die Ausfuhr in Santa Maria geschieht lediglich durch deutsche Dampfer, die monatlich einmal etwa 1000 Tonnen Salz nach Afrika, hauptsächlich Belgisch-Kongo, verfrachten. Der Besuch des „Meteor“, das Spielen unserer Kapelle an Land und eine Einladung der wenigen Europäer an Bord gestalteten sich für die bedürfnislose und an Lebensfreuden arme Bevölkerung zu einem festlichen Ereignis.

Am 13. März nachmittags lief Dampfer „Wolfram“ ein; bis zum Abend wurden unsere Güter mit Schiffsbooten und einem Leichter übernommen, da die in die Bucht stehende Grundsee ein Längsseitliegen nicht gestattete. Abends liefen wir nach São Vicente aus, wobei diesmal zur Vervollständigung unserer Lotungen südlich der Inseln São Nicolão, Razo, Branco und Santa Lucia gesteuert wurde. Von den gesamten Lotungen im Gebiet der Nordgruppe der Kap-Verdischen Inseln wurde eine spezielle Tiefenkarte entworfen, die zeigt, daß die Inseln auf einem gemeinsamen Sockel aufsitzen und durch unterseeische Höhenzüge untereinander verbunden sind, welche im allgemeinen in der Richtung der Gebirgsketten auf den Inseln verlaufen. An der Südseite der Insel São Vicente waren diesmal besonders schön

die von der Mitte der Insel nach Osten und Westen zum Meere abfallenden Schichtungen des Gesteins, die Folge einer gewaltigen zentralen Eruption, zu erkennen, sowie einige von den Graten fast senkrecht zum Meere hinabführende Basaltgänge, die als härteres Gestein erhalten und stehengeblieben waren und wie gewaltige Grenzmauern wirkten. Zwischen den Inseln São Vicente und São Antão frischte der Nordostpassat wiederum auf Stärke 7 bis 8 auf, eine Beobachtung, die wir dort stets gemacht hatten. Hier wird die Luftströmung schlauchartig zwischen den hohen Inseln von Norden nach Süden hindurchgepreßt und folgt dann im allgemeinen der Form der Höhenzüge auf den Inseln. Der Wind biegt dann südlich São Antão nach Westen und südlich São Vicente nach Osten um, und den gleichen Richtungen folgt der Oberflächenstrom. Am 14. März wurde abends um 6 Uhr im Hafen von Porto Grande geankert.

In Mindello konnte unser Schiffsarzt den Kranken der englischen Kabelstation, in der eine Typhusepidemie ausgebrochen war und schon vier Opfer gefordert hatte, mit Rat und Tat beistehen. Nach beendeter Kohlenauffüllung wurde mit 440 Tonnen Kohlen, darunter 50 Tonnen Deckslast, noch an demselben Tage abends ausgelaufen und diesmal zur Ergänzung der Lotungen um die Südspitze der Insel São Antão gesteuert. Die erste Station 219 auf dem Profil XIII in $19^{\circ} 16' N$ und $27^{\circ} 27' W$ wurde am 17. März erreicht.

Die Arbeiten auf Profil XIII von São Vicente bis Pará.

Während des Verlaufs des ganzen Profils herrschte günstiger Wind, so daß trotz der starken Bewachung des Schiffes mit Segeln eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 7,5 Seemeilen erreicht wurde und die Stationen planmäßig erledigt werden konnten. Das Profil lag mit Ausnahme der beiden letzten Tage im reinen Nordost-Passatgebiet. Bei einer mittleren Richtung aus Ostnordost hatte er eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 9 m/sek. Am 21. und 22. März erreichte er zeitweise 14 m/sek; Geschwindigkeiten von 11 m/sek wurden häufig gemessen. Die Bewölkung war mit einem Mittel von sechs Zehntel normal, wechselte aber sehr häufig und rasch. Die fast täglich vorüberziehenden kurzen Regenschauer ergaben keinen meßbaren Niederschlag. Nur am 1. und 2. April in Küstennähe erreichten sie Beträge von 0,4 und 0,5 mm. Am 6. und 7. April befand sich das Schiff in der tropischen Regenzone und bekam bei abflauendem Winde 55 mm Niederschlag. Der Himmel war hier ständig mit schweren Wolken bedeckt. Die Temperatur nahm ganz allmählich von 20° in São Vicente auf 27° in größter Küstennähe zu, so daß auf der Hälfte des Reisewegs die Sonnensegel wieder ausgebracht werden mußten, und sank dann wieder im Rio Pará auf 25° , so daß sich ein Gesamtmittel von 24° ergibt. Die Feuchtigkeit hatte im Bereich des Passats einen mittleren Betrag von 72 % und ging im Minimum bis auf 58 % herunter. In den beiden letzten Tagen stieg sie jedoch im Bereich der Tropenzone auf mehr als 90 % an. Der Luftdruck hatte sein Maximum von $766\frac{1}{2}$ am 22. März unter $39^{\circ} W$ und fiel dann kontinuierlich bis

758 mm ohne nennenswerte unperiodische Schwankungen. Sein mittlerer Betrag war 762 mm.

Von der Station 279 ab, in etwa $27^{\circ} 27'$ W, wurde das Profil XIII in einem nach Nordwesten gewölbten Bogen in Richtung auf die Küste von Guayana abgefahren und, wie schon erwähnt, die westlich von 45° W gelegenen Stationen etwas östlicher, als im Merzschens Plane vorgesehen, verlegt, so daß der Endpunkt des Profils mit Station 293 auf etwa 7° N und 53° W fiel.

Die Echolotungen ergaben im Ostbecken zunächst ziemlich gleichmäßige Tiefen um 5000 m, dann aber vor dem Anstieg zur Mittelatlantischen Schwelle die großen Tiefen von 5080 m und 5800 m. Auf der größten Tiefe brachte die vierhundertste Drahtlotung des Geologen eine lange Bodenprobe von rotem Tiefseeton. Nach einem unruhigen Bodenprofil, das zwischen 4800 und 5800 m schwankte, und nach einigen Vorhöhen wurde dann die Atlantische Schwelle mit einer durchschnittlichen Tiefe von 3000 m erreicht und auf ihr als geringste Tiefe 2200 m gelotet. Die unreduzierten Echolotungen gaben hier oft gleiche oder sogar etwas größere Tiefen als die Drahtlotungen, während diese sonst in der Regel wegen des Durchhanges des Drahtes größere Werte zeigen. Im Westbecken wurden ziemlich gleichmäßige Tiefen zwischen 4200 und 4800 m angetroffen und hier am 27. März auf Station 288 in $12^{\circ} 37,6'$ N und $47^{\circ} 36,1'$ W auf 4350 m Tiefe mit 6000 m Trosse und zwei Ankern geankert. Auf der Ankerstation lag das Schiff trotz OstzuNord-Wind Stärke 5 und Seegang Stärke 4, wie die astronomischen Bestecke und die Echolotungen ergaben, ohne zu treiben, und für die Dauer von 38 Stunden konnten Strommessungen in 0, 25, 50 und in 100, 200, 500, 800, 1000 und 1500 m ausgeführt werden. Gleichzeitig wurden die ozeanographischen Serien von Temperatur und Salzgehalt von 0 bis 250 m jede Stunde, insgesamt 38 mal, wiederholt zur Erfassung der durch interne Wellen erzeugten Schwankungen. Über diese Erscheinungen, für die diesmal besonders reichliches Beobachtungsmaterial vorlag, ist in dem Aufsatz von Professor Defant besonders berichtet. Schließlich wurde noch eine Strommessung in 3000 m gemacht. Nach Beendigung des Ankerlichtens schloß sich eine vollkommene ozeanographische Station bis zum Boden an. Die Drahtlotung vor dem Ankern hatte die bisher zweitlängste Bodenprobe von 97 cm (längste 98 cm) ergeben.

Mit der Annäherung an die Nordküste Südamerikas erreichten wir bereits in 11° N das Gebiet des Nord-Äquatorialstroms mit Stromversetzungen von 1,2—2 Seemeilen in der Stunde. Auf dem Küstenschelf von Guayana machten wir auf 100 m Tiefe die letzte Station 293 dieses Profils. Hier hatten wir ungefähr die Stelle erreicht, wo im November 1914 S. M. S. „Karlsruhe“ nach ruhmreicher Kreuzerkriegführung durch eine bisher unaufgeklärte Detonation im Vorschiff gesunken und mit dem Kommandanten und 200 Mann untergegangen war. Ich hielt am 2. April nach einer Schilderung der Kriegstaten des Kreuzers eine Gedenkfeier ab, bei der ein großes Eisernes Kreuz, das von den Schiffszimmerleuten aus Holz gefertigt war, zur Ehrung der gefallenen Helden unter den Klängen des Liedes vom guten

Kameraden ins Meer versenkt wurde. Außerhalb der Zone des kräftigsten Äquatorialstromes steuerten wir dann ostwärts die Station 294 in $6^{\circ} 30' N$ und $48^{\circ} W$ an, die als Verbindungsstation zwischen den Profilen XIII und XIV zur Ergänzung des westlichen ozeanographischen Längsschnittes in Aussicht genommen war. Auf dieser Station wurden bei dem Manövrieren mit dem Schiff auf den Draht in den verschiedenen Tiefen verschieden gerichtete und verschieden starke Strömungen festgestellt; dann wurde mit Südostkurs die als fraglich bezeichnete Nictheroy-Bank in $5^{\circ} 3' N$ und $46^{\circ} 43' W$ mit 95 m Tiefe angesteuert. Bei einwandfreiem Besteck fanden wir keine Tiefenabnahme, sondern als geringste Tiefe 3295 m. Mit Annäherung an die Amazonas-mündung beobachteten wir dann wieder starken Äquatorialstrom und eine ganz gleichmäßige Tiefenabnahme bis zur Küste. Bei der Nachprüfung einer auf dem Küstenschelf in $0^{\circ} 35,5' N$ und $47^{\circ} 27,7' W$ verzeichneten 9 m-Stelle fanden wir auf dieser Position als geringste Tiefe 37 m. Hitze und Feuchtigkeit hatten in den letzten Tagen merklich zugenommen, und am Nachmittag des 6. April zeigte die immer stärker werdende Verfärbung des Wassers die Nähe des Amazonenstromes an. Von der 200 m-Tiefengrenze ab nahmen wir bis in den Paráfluß zweistündige Untersuchungen des Oberflächenwassers auf Salzgehalt vor, um die Grenze des Einflusses des Amazonaswassers festzulegen. Gleichzeitig machten wir auf dem Küstenschelf längere Versuche mit dem Behm-Echolot, die wiederum sehr wenig befriedigend ausfielen. Vor dem Mündungsgebiet des Amazonas konnten wir verschiedentlich stark ausgeprägte Stromkabelungen beobachten. Das Wasser nahm ständig an Trübe zu, bis es eine schmutziggelbe Farbe annahm. Am 7. April abends stand „Meteor“ in der Nähe von Punta da Athalaya und nahm den vorher funkentelegraphisch bestellten Lotsen von der zu Anker liegenden Lotsengalliot über, die nicht immer auf ihrer Station liegen soll.

Über die Beobachtungen des Tierlebens auf dem Profil XIII ist folgendes zu sagen: Am 6. April wurden Potwale und am 7. April kleinere Wale beobachtet, während Delphine nur bei den Kapverdischen Inseln gesichtet worden waren. Sturmschwalben erschienen wieder in den beiden ersten Tagen bei den Kapverden und in den beiden letzten Tagen vor dem Einlaufen in den Paráfluß. Am 21. und 23. März wurden auch Tropikvögel gesehen. Fliegende Fische fehlten nie. Auf der Ankerstation 288 waren vielfach größere, nicht genauer bestimmte Fische beim Schiff, wobei auch ein Tintenfisch erschien. Am 24. und am 29. März wurde je ein großer Rochen gesehen und am 26. März ein Haifisch. Von niederen Tieren der Oberfläche ist eine zusammenhängende, obwohl dünne Bevölkerung von Segelquallen vom 21. bis 27. März durchfahren worden. Blasenquallen und Veilchenschnecken kamen unregelmäßig vor. In der Parámündung flogen Insekten, besonders Libellen, eine Fledermaus und eine Wildtaube an Bord, und im Wasser wurden große Taschenkrebse schwimmend gesehen.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen bestanden in 16 ozeanographischen Stationen mit 107 Serien, davon allein 42 Serien auf der erwähnten Ankerstation. Verdunstungsmessungen konnten an fast

allen Tagen ohne wesentliche Störungen ausgeführt werden, so daß 26 Messungen erzielt wurden; nur gegen Schluß des Profils fielen einige Tage infolge der heftigen Regengüsse aus. Im ersten Drittel des Profils wurden die höchsten bisher gemessenen Werte der Gefäßverdunstung beobachtet mit fast 12 mm in 24 Stunden; im Auftriebsgebiet nahe Kap Blanco waren nur 5—6 mm beobachtet worden. Eine vergleichende Temperatur- und Feuchtigkeitsmessung vom Boot und vom Schiff aus, nahe der afrikanischen Küste, lag in dem Gebiet, in dem die Wassertemperatur geringer als die Lufttemperatur ist. Mit dem Stereoaufnahmeapparat wurden 27 Wellenaufnahmen gemacht.

Mit der Lucaslotmaschine wurden 17 Drahtlotungen ausgeführt, davon 16 mit der Stoßröhre und eine mit dem Greifer. Um festzustellen, wie rasch sich ein Sediment in horizontaler Richtung ändern kann, wurden zwei Lotungen mit einem bekannten, vom Schiff genau abgelaufenen Abstände ausgeführt. Die Bodenproben ergaben unter anderm im Westbecken Überlagerung von Globigerinenschlamm durch roten Ton, in dem Mangankrusten vorkommen, die in einer sandigen Tonpartie stecken.

Vom Biologen wurden wiederholt Proben von Bodenwasser auf Plankton untersucht und ferner einzelne noch ungenau bekannte Organismen genauer studiert. Die Ankerstation wurde zur Untersuchung einer Reihe von Proben aus 50 m Tiefe ausgenutzt und im Mündungsgebiet des Amazonas eine Reihe von Sedimentierproben entnommen. Die übrigen regelmäßigen Untersuchungen und Fänge bestanden in 98 Zentrifugenproben, 41 Sedimentierproben, 40 Schließnetzfangen, 24 Fängen mit der Deckwaschpumpe und 3 Fängen mit dem Apsteinnetz.

Die Untersuchungen des Chemikers bestanden in:

646	Bestimmungen der Wasserstoffionenkonzentration,
428	„ „ Phosphorsäure,
832	„ des Sauerstoffs,
35	„ der Alkalinität.

Ferner wurden im Mündungsgebiet des Amazonas Untersuchungen gemacht über die Änderungen der Wasserstoffionenkonzentration, der Phosphorsäure und der Alkalinität vom reinen Ozeanwasser bis zum reinen Flußwasser bei Pará.

Die aerologischen Beobachtungen bestanden in 39 Pilotballon-aufstiegen mit einer mittleren Höhe von 8820 m, bei einer mittleren Bewölkung von 5,1. Für das gesamte Profil XIII, einschließlich Teilprofil XIIIa, ergibt sich für zusammen 55 Aufstiege eine mittlere Höhe von 8310 m. Hiervon überschritten 33 die Höhe von 5000 m, 17 die von 10000 m und 5 die Höhe von 15000 m. Die größte Höhe wurde in Äquator-Nähe mit 21100 m erreicht. Der Zug der Zirruswolken wurde an 5 Tagen gemessen; im ganzen wurden etwa 100 Wolkenaufnahmen gemacht. Mit 23 Drachenaufstiegen wurde eine mittlere Höhe von 1920 m und die höchste Höhe von 3270 m erreicht, wobei oberhalb der Passatschicht niemals Wind angetroffen wurde, jedoch das Charakteristische des Passatluftkörpers jedesmal erfaßt werden konnte.

Während der Fahrt von Salinas Leuchtturm bis zum Hafen von Pará beobachteten wir verschiedentlich Abweichungen der Angaben in der Seekarte von der tatsächlichen Lage der Leuchtfeuer, Bojen, von der Ausdehnung der Bänke und von den Tiefenangaben. Die Tiefenabweichungen sind in erster Linie auf die starke Veränderung der Fahrwasserverhältnisse durch die starken Strömungen zurückzuführen; das Fehlen von absolut zuverlässig bestimmten Hauptobjekten erschwerte uns die flüchtige Bestimmung und Richtigstellung der erwähnten Abweichungen. Der bis zu 4 Seemeilen anwachsende Flutstrom beschleunigte die Fahrt des Schiffes den Paráfluß hinauf erheblich. Dieser bot bei Hellwerden fast das gleiche landschaftliche Bild, wie wir es schon von dem La Plata her kannten: eine weite, schmutzig-gelbe Wasserfläche, die nur auf einer Uferseite durch eine schmale Küstenlinie für das Auge begrenzt wird, während das andere Ufer, die dem Amazonenstrom vorgelagerte Insel Marajó, welche ungefähr die Größe der Schweiz besitzt, nicht sichtbar ist. Erst mit dem weiteren Einsteuern in den eigentlichen Paráfluß näherten wir uns den von dichtem Urwald bedeckten Inseln Gaivotas und Colares und sichteten hier einige Fischerboote mit rot und blau leuchtenden Segeln. Bei Chapéo Virado, einem Badeort mit schönen bunten Häuschen, die in das satte Grün des Urwaldes eingebettet sind, wird das Landschaftsbild abwechslungsreicher. Der Fluß wird hier von Fischerbooten, größeren und kleineren Flußdampfern belebt, darunter großen Überseedampfern, die 1000 Seemeilen den Amazonas hinauf bis nach Manaus fahren. Der Schiffahrtskanal nach Pará führt dann zwischen den im Fluß liegenden tropischen Inseln und dem Festland hindurch, an dem lieblichen Ausflugsort Pinheiro vorbei, bis die schönen Türme der Kathedralen von Pará im Süden in Sicht kommen (Tafel 14). Vor der Stadt wurde gegen den Flutstrom aufgedreht, geankert und dann an dem Kai bei den Lagerschuppen festgemacht.

Der Aufenthalt im Schiff im Hafen von Pará (Tafel 15) litt unter der kaum erträglichen Hitze, die das Bollwerk mit seinen eisernen Lagerschuppen ausstrahlte, was die Wissenschaftler größtenteils veranlaßte, in dieser Zeit an Land Wohnung zu nehmen. Auch der jeden Nachmittag mit einer gewissen Regelmäßigkeit einsetzende Platzregen, der während unseres Aufenthaltes vom 8. bis 18. April nach Mitteilung des dortigen Observatoriums 195 mm Regen ergab, brachte keine Abkühlung und Erfrischung. Trotzdem konnte eine Reihe schöner Ausflüge in die Umgegend unternommen werden. Die Stadt Pará zeichnet sich durch schöne, breite Straßen mit Alleen von Mangobäumen, eine Reihe prächtiger Schmuckplätze und schöner alter Kirchen aus, und der dichte Urwald reicht bis unmittelbar an die Stadt heran (Tafel 15). Der botanische und zoologische Garten sowie das Museum Goeldi gewährten interessante Einblicke in die reiche Fauna und Flora des Amazonasgebietes, sowie in die alte Kultur der Indianerstämme. Der schöne öffentliche Park Bosque wurde besucht und Ausflüge im Auto durch den herrlichen hohen Urwald und mit dem Motorboot auf dem Parástrom und seinen landschaftlich reizvollen Seitenkanälen unternommen, die durch dichten Urwald führen und einen Einblick geben in den Charakter der Amazonaslandschaft mit ihrer märchenhaft schönen,

üppigen Vegetation. Die Deutsche Kolonie veranstaltete für die Stäbe und Mannschaften eine Reihe von Festlichkeiten, bei denen wir den Gastgebern unsern „Meteor“-Film vorführen konnten, während uns ein von einem Deutschen aufgenommenen, hochinteressanter Amazonas-Film gezeigt wurde. In den deutschen Familien fanden wir die herzlichste Gastfreundschaft, und die örtlichen Behörden nahmen das Schiff und die Expedition mit freundlichem Interesse auf. Von einer während des Hafenaufenthaltes beabsichtigten Reinigung des Schiffsbodens in einem der bei Valde Caens am Paráfluß liegenden Schwimmdocks mußte ich Abstand nehmen, da die Stabilität des Dockes, das an sich den „Meteor“ heben konnte, im Hinblick auf das hochbordige Schiff mit seinen hohen Aufbauten, zu gering war, um bei den starken, im Paráfluß nachmittags aus Nordost wehenden Stürmen die ausreichende Sicherheit zu bieten. Nach Übernahme des unter Schwierigkeiten aus dem Zoll erlangten Nachschubes, der Kohlen und des Proviantes, lief „Meteor“ am 18. April, 2 Uhr nachmittags, nach herzlicher Verabschiedung von der Deutschen Kolonie aus, wobei zum erstenmal der breite, 100 m lange Heimatswimpel nach alter Tradition gesetzt wurde (Tafel 16), dessen blanke Messingkugeln, in denen ein Dokument über den Verlauf unserer Reise eingelötet ist, lustig auf dem Wasser tanzten, während die Bordkapelle die alten Weisen von der Rückkehr in die geliebte Heimat anstimmte. Wenn auch die Expedition noch nicht beendet war, so war doch Pará der letzte Hafen in Südamerika, von dem aus der Kurs in die Heimat führte.

Die Arbeiten auf dem letzten Profil XIV von Pará nach São Vicente.

* Auf dem Parástrom wurde auslaufend in geringen Abständen mit dem Echolot und dem Handlot gelotet, wobei die Lotungen im allgemeinen mit den Kartentiefen des Hauptfahrwassers übereinstimmten, und zweimal wurde zwecks geologischer Untersuchung je eine Grundprobe innerhalb und eine außerhalb des Bereiches der Wasserverfärbung gewonnen, die im inneren Gebiet Schlamm und im äußeren groben Sand zeigten, und auf die Dr. Correns in seinem Bericht näher eingegangen ist. Auf dem Rio Pará beobachteten wir, wie beim Einlaufen, starken Ebb- und Flutstrom von 3,5—4 Seemeilen in der Stunde. Kurz vor 11 Uhr abends verunglückte zu unserm großen Schmerz der Heizergefreite Strehlow, der nach schwerem Dienst im Heizraum auf der Back an Deck eingeschlafen war und in offenbar bewußtlosem Zustande über Bord gefallen ist. Die Suche mit den Scheinwerfern nach dem Verunglückten bei wolkenbruchartigem Regen und starkem Strom bis zum nächsten Vormittag blieb jedoch erfolglos. Es ist anzunehmen, daß der Verunglückte das Bewußtsein nicht wiedererlangt hat und im reißenden Amazonasstrom einen schnellen, kampflösen Tod kurz hinter dem Schiff gefunden hat. Das Deutsche Konsulat Pará benachrichtigten wir und baten um Nachforschung durch Fischerboote bei Colares und Baretá. Am folgenden Tage wurde nach der Musterung ein Gottesdienst für unsern toten Kameraden abgehalten und die Flagge halbstocks gefahren.

Nach dem Verlassen von Pará wurden wiederum bis zum Rande

des Amazonasschelfes zweistündige Wasserproben der Oberfläche zur Feststellung des Einflusses des Amazonaswassers untersucht. Nach Abgabe des Lotsen an die Lotsengalioi bei Salinas, wo wir einen Ebbstrom von 4—5 Seemeilen Stärke beobachteten, waren wieder mehrfach stark ausgeprägte Stromkabelungen festzustellen, und noch lange Zeit war der durch Strahlenbrechung vergrößerte Leuchtturm von Salinas zu sehen. Vom Schelfrande ab erledigten wir bei einer durchschnittlichen Windstärke 3 aus Nordost und einer Marschgeschwindigkeit von 6,5 Seemeilen in der Stunde die planmäßig vorgesehenen Stationen bis zu den Kapverden. Nachdem im Rio Pará in der Nacht vom 18. zum 19. April der erwähnte starke Regen niedergegangen war, hörten die Niederschläge zunächst auf, und der Wind drehte vorübergehend auf Nordosten. Am 22. April nachts unter 3° N drang aber der Ostsüdostwind nochmals durch und brachte in einem 13stündigen, tropischen Regen 54 mm Niederschlag. Darauf setzte endgültig der Nordostpassat ein, der auf diesem Profil seine Richtung behielt und fast täglich Drachenaufstiege ermöglichte. Bis zum 25. April gab es noch vereinzelte geringe Regenschauer, dann blieb es bis zum Erreichen des englischen Kanals ganz trocken. Die Bewölkung war meist rasch wechselnd und betrug im Mittel etwa sechs Zehntel. Die Windstärke blieb in der ersten Hälfte des Profils bei 5—7 m/sek, dann aber war sie dauernd 8—10 m/sek, und die Luft wurde sehr staubhaltig und diesig. Bei der Einfahrt nach São Vicente wehte der Passat wieder mit Sturmesstärke. Die Temperatur, welche im Rio Pará nachts auf 23° gesunken war, stieg bei Tage rasch auf 27° und blieb auf demselben Stande bis zum 22. April. Im Nordost-Passat sank sie dann gleichmäßig und langsam auf 21° herab, so daß am 28. April das Sonnensegel endgültig geborgen werden konnte. Die Feuchtigkeit war stärkerem Wechsel unterworfen. Sie hatte im Passat zeitweilig Werte von nur 68 %, stieg aber auch gelegentlich bis zu 87 %, so daß sich ein mittlerer Wert von 80 % ergab. Der Luftdruck stieg sehr gleichmäßig von 758 mm auf 763 mm im Verlaufe des Profils und machte nur seine tägliche Doppelschwankung, wobei er im Mittel 760½ mm betrug.

Am 20. April sahen wir vor der Amazonasmündung Delphine und am 27. April auf hoher See Grindwale. Sturmschwalben begleiteten uns nur nach der Ausreise aus Pará vom 20. bis 23. April. Am 24. April wurde einmal ein Tropikvogel gesehen und in der Nähe der Kapverden wieder mehrfach unbestimmte Vögel. Am 2. Mai, d. h. noch sehr weit von den Kapverden, flog ein Strandläufer an Bord. Fliegende Fische waren wieder regelmäßig vorhanden, Haie zweimal und ein Tintenfisch der schlanken Art einmal am 25. April. Blasenquallen fanden sich regelmäßig vom 22. bis 27. April, danach nur noch einmal dicht vor São Vicente, wo man Blasenquallen in großer Menge am Strande finden kann; andere niedere Oberflächentiere kamen nur ganz vereinzelt vor.

Die Arbeiten auf den Stationen gingen in der üblichen Weise vor sich. In Pará konnte sich durch das Freiwerden einer Wohnkammer Anfang März in São Vicente der Chemiker Dr. QuasebARTH vom Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische und Elektrochemie in Dahlem für die letzte Profildfahrt einschiffen zur speziellen Bearbeitung

der Edelmetallanalysen. Die aus den verschiedenen Tiefenstufen geschöpften Wasserproben für Edelmetalluntersuchung, welche bisher in Flaschen in die Heimat geschickt wurden, sollten von Dr. Quasbarth unmittelbar nach der Entnahme für die Untersuchung in der Heimat bearbeitet werden. Er hat über seine Arbeiten in einem Sonderaufsatz berichtet. Die auf dem Küstenschelf vorgenommenen Versuche mit dem Behm-Echolot befriedigten wiederum sehr wenig. Die Stromversetzungen zeigten zunächst unter der Küste einen wahrscheinlich unter Gezeitenwirkung nach Osten gerichteten Strom und dann außerhalb des Schelfs starken Äquatorialstrom nach Westen und weiter im Gebiet des Nordost-Passats eine im wesentlichen nach Südwesten gerichtete Trift.

Die Echolotungen ergaben im tiefen Westbecken eine bisher nicht bekannte Erhebung bis auf 3000 m Tiefe und dann eine sehr breite Ausdehnung der Mittelatlantischen Schwelle, auf welcher die Erhebungen nicht über 3000 m Tiefe aufragten. Im Ostbecken fanden wir große Tiefen bis 5800 m, aus denen als Bodenprobe wieder roter Tiefseeton gewonnen wurde. Die vorgesehenen 15 Stationen auf dem Profil XIV wurden mit 71 Serien und regelmäßiger Wiederholung der obersten Serien von 0—250 m planmäßig durchgeführt. Am 24. April wurde die 300. Station gemacht, etwa gleichzeitig mit dem 200. Drachenaufstieg. Im ganzen wurden 10 Lotungen mit der 20 mm-Stoßröhre, 5 mit der 30 mm-Stoßröhre und 3 mit dem Monacogreifer erzielt, die unter anderem ergaben, daß sich der rote Ton im Ostbecken nicht so weit nach Osten erstreckt, wie bisher angegeben wurde.

Die biologischen Arbeiten bestanden in der Untersuchung von 57 Zentrifugenproben und 27 Sedimentierproben, sowie in der Ausführung von 20 Fängen mit dem Schließnetz, 2 mit dem Apsteinnetz und 15 mittels der Deckwaschpumpe. In der Amazonasmündung wurde eine zweite Reihe von Sedimentierproben untersucht und eine Anzahl mikroskopischer Dauerpräparate von zentrifugiertem Material für Nachprüfungszwecke hergestellt. Zum erstenmal wurden zwei Parallelfänge mit dem Apsteinnetz und dem Schließnetz ausgeführt, zum Zwecke der quantitativen Beurteilung der Fangleistung des Schließnetzes.

Die Verdunstungsmessungen waren wiederum bei dem stets vorlichen Winde durch Flugasche beeinträchtigt, ebenso war die See für Vergleichsmessungen vom Boot und von Bord aus zu unruhig. Stereophotogrammetrische Wellenaufnahmen konnten 15mal gemacht werden.

Die chemischen Untersuchungen bestanden in:

358	Bestimmungen der Wasserstoffionenkonzentration,
279	„ „ Phosphorsäure,
445	„ des Sauerstoffs,
40	„ der Alkalinität.

150 Edelmetallproben vom frischen Seewasser wurden zur Untersuchung in der Heimat vorbereitet und gleichzeitig aus denselben Tiefenstufen 83 Wasserproben für Edelmetalluntersuchung in Flaschen gesammelt. Zur Untersuchung der unmittelbar über dem Boden befindlichen Wasserschichten wurde in Abweichung von der bisherigen

Anbringungsart zum ersten Male auf einigen Stationen ein Sigsbeschöpfer unmittelbar am Kopf der Stoßröhre des Geologen befestigt. Die 28 Pilotballonaufstiege auf dem Profil erreichten eine mittlere Höhe von 8600 m, 16 überschritten 5000 m, 8 die Höhe von 10 000 m und 2 die Höhe von 20 000 m, wobei die Maximalhöhe 20 400 m betrug. Mit 13 Drachenaufstiegen wurde eine mittlere Höhe von 1960 m erzielt, wobei über der Passatschicht jedesmal so wenig Wind war, daß die Drachen nicht höher segelten. Die größte erreichte Höhe war 3160 m.

Am frühen Morgen des 5. Mai kamen die hohen Berge von São Antão in Sicht. Wieder hatten wir bei den Kap Verden starken Sturm und erreichten um 6.30 Uhr abends den Ankerplatz im Hafen von Porto Grande. Am folgenden Tage füllten wir 150 Tonnen Kohlen für den Marsch nach den Kanarischen Inseln auf und nahmen den noch verspätet hier eingetroffenen Nachschub an Bord. Mit dem aus Portugal eingetroffenen Kreuzer „Cavalho Araujo“ wurden die offiziellen Besuche ausgetauscht, sowie den örtlichen Behörden Abschiedsbesuche gemacht, die uns bei unserm viermaligen Aufenthalt in Mindello herzlich aufgenommen und auf das beste unterstützt hatten. Noch an demselben Nachmittage liefen wir nach den Kanarischen Inseln aus.

Von São Vicente nach Teneriffa und Wilhelms- haven.

Das nächste Ziel war die noch fehlende Station 310 auf dem Profil XIII nördlich der Kapverden in $19^{\circ} 13' N$ und $25^{\circ} 0' W$, die am 7. Mai als letzte ozeanographische Station der Expedition erledigt und entsprechend festlich begangen wurde. Die ozeanographischen, chemischen, biologischen und geologischen Untersuchungen fanden hiermit ihren Abschluß, während die aerologischen Pilotballon- und Drachenaufstiege bis in das Gebiet der Kanarischen Inseln, d. h. der Grenze der Nordost-Passat-Zone fortgesetzt wurden, um hier für unser Beobachtungsmaterial Anschluß an das klassische Untersuchungsgebiet des Passates zwischen den Kapverden und den Kanaren zu gewinnen. Bis zu dem Anlaufen von Teneriffa wurden noch 12 Pilotballonaufstiege und 4 Drachenaufstiege ausgeführt.

Die Echolotungen führten wir bis zum Einlaufen des Schiffes in den Heimatshafen durch und konnten auf der Fahrt von São Vicente nach Teneriffa drei bisher unbekannte Bänke entdecken, die isoliert aus Tiefen von 3000 und 4000 m aufragen und unter sich nicht zusammenhängen, und zwar: erstens in $23^{\circ} 44,7' N$ und $20^{\circ} 47,2' W$ eine Erhebung von 13 Seemeilen Ausdehnung in nordöstlicher Richtung und einer geringsten Tiefe von 1600 m. Zweitens in $25^{\circ} 16' N$ und $19^{\circ} 26,3' W$ eine Bank von 15,5 Seemeilen Ausdehnung in nordöstlicher Richtung mit einer geringsten Tiefe von nur 260 m. Drittens in $25^{\circ} 58' N$ und $18^{\circ} 43' W$ eine Erhebung von 8 Seemeilen Ausdehnung in nordöstlicher Richtung mit einer geringsten Tiefe von 1100 m. Eine genaue Ablotung dieser Untiefen war leider wegen Zeitmangels nicht möglich. Schließlich wurde noch eine vor der Einfahrt zum Englischen Kanal liegende von einem deutschen Dampfer kürzlich gefundene Bank

nachgeprüft, jedoch bei gutem Besteck und mehrfach kreuzenden Kursen von uns auf der angegebenen Position nicht gefunden.

Am 7. Mai meldeten wir die erfolgreiche Beendigung der Expedition funkentelegraphisch dem Chef der Marineleitung, dem Präsidenten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, dem Flottenchef, dem Stationschef der Nordseestation und dem Institut für Meereskunde, die uns ihre Glückwünsche schickten. An dem folgenden Sonntag, dem 8. Mai, setzten wir abermals den Heimatswimpel und steuerten den Hafen von Teneriffa an, wo zum letzten Male Kohlen und Post an Bord genommen und bereits ein Teil unserer wissenschaftlichen Ausrüstung und des Beobachtungsmaterials in die Heimat geschickt werden sollte. Leider ließ sich ein Zusammentreffen mit den die Kanaren, Kapverden und Azoren besuchenden Schiffen unserer Flotte nicht ermöglichen, aber in São Vicente und Teneriffa konnten wir uns von dem guten Eindruck, den unsere Schiffe überall hinterlassen hatten, überzeugen. Am 12. Mai kam bei Hellwerden am trüben Himmel der gewaltige Pik von Teneriffa über den Wolken in Sicht, der sich jedoch bald hinter den dicken Passat-Wolken versteckte. Wir genossen den schönen Anblick der Steilhänge an der Ostküste von Teneriffa mit ihren freundlichen Städtchen und Dörfern und der gewaltigen von Süden nach Norden ziehenden Gebirgskette, der Cumbre. Mittags liefen wir bei herrlichem Wetter mit gesetztem Heimatswimpel unter den Klängen unserer Bordkapelle in den schönen, uns schon von der Vorexpedition her bekannten Hafen von Santa Cruz ein.

Den Aufenthalt in Teneriffa gestaltete uns der Präsident der Notgemeinschaft, Staatsminister Dr. Schmidt-Ott, der zu diesem Zweck hierher gereist war, zu einem herrlichen und unvergeßlich schönen Ferienaufenthalt und einem harmonischen Abschluß der Expedition, indem er die Offiziere und Wissenschaftler zum mehrtägigen Aufenthalt in Porto Orotava einlud, wo wir in dem deutschen Hotel Martianeز köstliche Ruhetage inmitten einer selten schönen Natur verleben konnten. Es wurden Ausflüge in die Cañadas und auf den Pik von Teneriffa unternommen, und auch die Mannschaften zu einem Ausflug nach Orotava eingeladen. Zugleich erfüllte das Zusammensein mit dem Vorsitzenden der „Meteor“-Kommission den Zweck, wichtige Besprechungen über die weitere Bearbeitung und Veröffentlichung unseres Expeditionsmaterials und andere wichtige Fragen zu besprechen. Nachdem der Präsident der Notgemeinschaft das Schiff besichtigt und wir ihm unser wissenschaftliches Beobachtungsmaterial mit den vorläufigen Ergebnissen vorgelegt hatten, lief „Meteor“ am 17. Mai aus Santa Cruz aus. Wir konnten noch an demselben Tage an den militärischen Festlichkeiten, die am 25jährigen Krönungstage, zugleich dem Geburtstage des Königs von Spanien, veranstaltet wurden, teilnehmen. Bei Flaggenparade wurde morgens Flaggengala angelegt und die spanische Kriegsflagge im Vortopp gesetzt. Unter Austausch von Ehrenbezeugungen mit dem spanischen Kanonenboot „Canovas del Castillo“ und begleitet von einer Barkasse, auf der der Präsident der Notgemeinschaft, der deutsche Konsul und die deutsche Kolonie als unsere Gäste das Schiff verlassen hatten, liefen wir mit Heimatswimpel und Topplagen unter den Klängen der Bord-

kapelle aus dem letzten Hafen auf der 2¼jährigen Auslandsreise in die Heimat aus.

Auf der Heimreise des Schiffes von Teneriffa prüften wir noch die in $31^{\circ} 10' N$ und $13^{\circ} 30' W$ gelegene Dacia-Bank nach und fanden auf ihr als geringste Tiefe 142 m. Hierauf wurde eine auf $34^{\circ} 57' N$ und $11^{\circ} 54' W$ gelegene 662 m-Stelle angesteuert und hier die Tiefe von 850 m gelotet. Dann wurde Kurs auf den zwischen den beiden Erhöhungen von 42 und 66 m der Gettysburg-Bank gelegenen Sattel genommen und hier als geringste Tiefe 880 m gefunden. Mit Zunahme der Breite hatte sich eine starke Deviationsveränderung bemerkbar gemacht, die am 21. Mai auf etwa $37^{\circ} N$ eine vollständige Deviationsbestimmung auf zwei Kreisen nach der Sonne erforderte. Bis Kap Finistere hatten wir dauernd prächtiges Wetter und glatte See und bekamen erst auf dieser Wetterscheide mit dem Eintritt in die Biskaya einen zweitägigen starken Nordostwind, der Sturmstärke erreichte, worauf dann bis zum Eintreffen in den heimischen Gewässern wieder gutes Wetter herrschte, so daß wir bereits am 29. Mai vormittags auf der Jade eintreffen und um 7 Uhr auf Schillig-Reede ankern konnten.

Die Heimreise wurde dazu ausgenutzt, die letzten Beobachtungen in dem vorliegenden vierten Expeditionsbericht zusammenzustellen, sowie die Abwicklung der Expedition, was Instrumente, Inventar und Verwaltungsangelegenheiten betrifft, vorzubereiten, während das Schiff äußerlich und innerlich für den Empfang in der Heimat instand gesetzt wurde. Mit besonderer Freude nahmen wir während der Fahrt von den Kanarischen Inseln, in dem Englischen Kanal und in den heimischen Gewässern aus der großen Anzahl deutscher Dampfer, die uns begegneten — darunter der stolze neue Lloydampfer „Columbus“ —, das starke Aufblühen unserer Überseeschifffahrt im Vergleich zu den Verhältnissen bei unserer Ausreise vor mehr als zwei Jahren wahr. Von diesen Schiffen und von der Heimat her erreichten uns bereits die ersten Begrüßungs- und Glückwunschsinnale und -funkprüche, und unsere Radioanlage, die uns Konzerte, Vorträge und Opern übermittelte, ließ uns den Wiedereintritt in die kultivierte Welt fühlen. Im Englischen Kanal, in den Hoofden und an Flanderns Küste tauchten Kriegserinnerungen auf, und als erster Deutscher begrüßte uns der Jadelotse, der bei Außenjade-Feuerschiff genommen wurde, da sich das Fahrwasser der Jade seit unserer Ausreise wesentlich verändert hatte.

Die einzelnen Berichtersteller haben am Schluß ihrer Aufsätze Zusammenstellungen über das gesamte auf der Expedition gewonnene Beobachtungsmaterial ihrer Disziplinen und, soweit das möglich war, schon vorläufige wissenschaftliche Ergebnisse mitgeteilt. Von den vom Kommando ausgeführten Arbeiten sei hier zusammenfassend folgendes erwähnt: Auf der ganzen Reise wurden 67 300 Echolotungen ausgeführt, die ein wesentlich verändertes Bild der bisher bekannten Topographie des Atlantischen Ozeans, sowie eine Anzahl neu entdeckter Höhen und Tiefen ergaben, über die an anderer Stelle noch näher berichtet werden soll.

Auf den Schifffahrtswegen wurde eine Reihe in den Seekarten verzeichneter, fraglicher Untiefen und Bänke nachgeprüft und die Sockel und nähere Umgebung der von uns besuchten atlantischen Inseln ab-

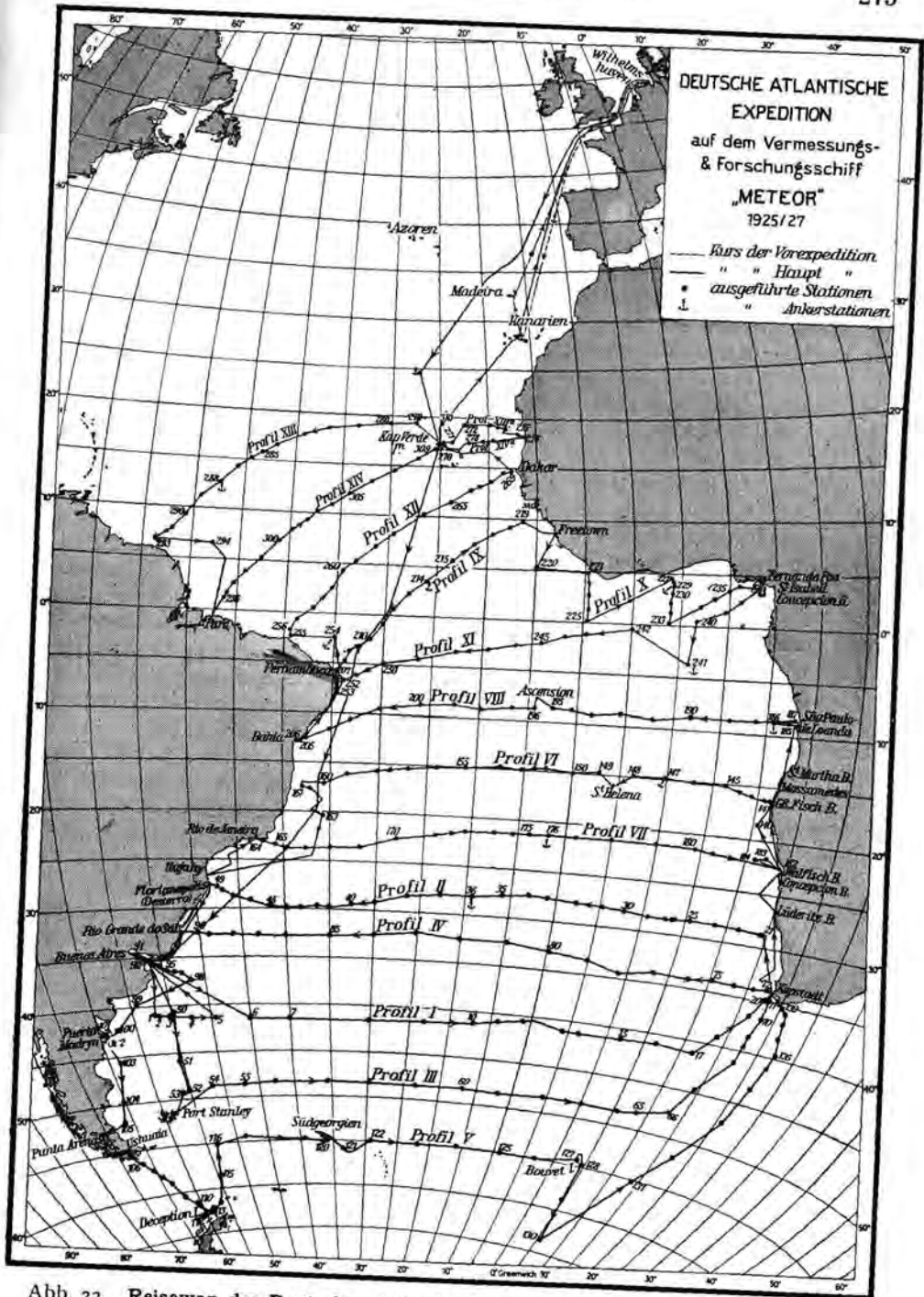


Abb. 22. Reiseweg der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Meteor“ 1925 bis 1927.

gelotet, einige Häfen, sowie die von uns befahrenen Kanäle im Feuerland durch Lotungslinien erkundet. Als Unterlage für die Vertonungen in den Küstenhandbüchern wurden von den angelaufenen Küstenplätzen Ansichten in großer Zahl aufgenommen.

Die Sichttiefe und Farbe des Meerwassers konnte auf 115 Stationen bestimmt werden, aus den täglich gewonnenen astronomischen Besteckungen wurden im ganzen durchfahrenen Expeditionsgebiet Stromversetzungen gewonnen. Auf den St. Pauls-Klippen, den Falklands-Inseln, in Grytviken und Moltkehafen auf Südgeorgien und auf Fernando Poo wurden auf Stationen früherer Expeditionen sämtliche erdmagnetischen Elemente bestimmt. Astronomische Ortsbestimmungen an Land wurden zur Kontrolle der Lage der Küste in Mossamedes und in der Espiègle-Bucht in Angola vorgenommen. Auf dem Küstenschelf der Insel Fernando Poo und vor Pernambuco wurden Aufzeichnungen des Hochseepegels erzielt. Die photographische Tätigkeit beider Stäbe ergab unter anderem eine Sammlung von allein etwa 1000 Landschaftsbildern, während der Verlauf der Reise und die Tätigkeit der Expedition von Oblt. z. S. Loewisch in einem Expeditionsfilm festgehalten wurde.

In Abbildung 22 sei nun noch einmal der gesamte Reiseweg zur Darstellung gebracht, unter Angabe der auf den einzelnen Profilen zurückgelegten Strecken und ausgeführten Beobachtungsstationen. Danach hat die Expedition in zwei Jahren und zwei Monaten einen Reiseweg von rund 67 500 Seemeilen, d. i. etwa die dreifache Länge des Erdumfanges, bei 130 Millionen Maschinenumdrehungen und einem Verbrauch von 8800 Tonnen Kohlen zurückgelegt, und 310 Beobachtungsstationen sowie mehrtägige Strommessungen auf 10 Ankerstationen auf hoher See ausgeführt.

Im Geiste des großen Forschers und Planlegers unserer Expedition Alfred Merz und mit deutscher Disziplin haben Wissenschaftler, Offiziere und Mannschaften in treuer und entsagungsvoller Arbeit die große Aufgabe, die dem Schiff gestellt war, planmäßig zu Ende geführt. Jeder hat an seiner Stelle seine Pflicht erfüllt. Und so wird die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Forschungsschiff der Reichsmarine „Meteor“ dazu beitragen, den Ruhm deutscher Wissenschaft und das Ansehen der Deutschen Marine zu mehren und Zeugnis davon ablegen, daß deutscher Forschergeist und deutsche Marinetradition trotz allen Hindernissen stets hochgehalten werden.

Vierter Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen.

(Beobachter: Dr. Böhnecke, Prof. Dr. Defant, Dr. Schumacher, Dr. Wüst.)

Von G. Wüst.

Auf den Profilen XII bis XIV wurden die ozeanographischen Arbeiten in der bisherigen Weise fortgesetzt und programmäßig zu Ende geführt. Kleine Abweichungen vom Merz'schen Reiseplan ergaben sich aus nautischen Erwägungen (vgl. Bericht des Expeditionsleiters). Bei

Berücksichtigung der zu erwartenden Windverhältnisse und der Länge der Profile XIII und XIV war es zweckmäßig, die Reihenfolge dieser Profile zu vertauschen und die zwischen den Kapverden und dem afrikanischen Kontinent gelegenen Endstrecken in einem besonderen Reiseabschnitt zu absolvieren. Um die Fahrtstrecke São Vicente—Pará in einem Zuge erledigen und auf das zeitraubende Anlaufen von Georgetown verzichten zu können, wurden ferner die letzten, westlich von 45° W vorgesehenen Stationen des Profils XIII etwas südlicher, als im Entwurf von Merz geplant, ausgeführt.

Die Arbeiten auf Profil XII.

Nach Verlassen von Pernambuco wurde zunächst die auf 2° 27' S und 34° 57' W gelegene Station 254, welche als Verbindungsstation zwischen Profil IX und XII vorgesehen war, angesteuert. Im Anschluß an die üblichen Stationsarbeiten wurde hier — auf rund 4000 m Tiefe — bei stillem Wetter geankert. Während der 42 stündigen Verankerung wurden folgende Untersuchungen ausgeführt:

a) Strommessungen in 0, 25 und 50 m mit dem Reelingslog und dem Ekman-Merz-Strommesser zu jeder vollen Stunde,

b) Strommessungen in 2000 m (oberste Schicht des Nordatlantischen Tiefenstromes) mit dem Ekman'schen Repetierstrommesser,

c) regelmäßige zweistündige Wiederholung der obersten ozeanographischen

Serie zur Untersuchung der Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt zwischen 0 und 200 m.

In dem starken Äquatorialstrom waren besonders in den ersten acht Stunden der Verankerung, in denen das Schiff noch nicht völlig fest lag und auch stark schwoite, die Strommessungen, vor allem in

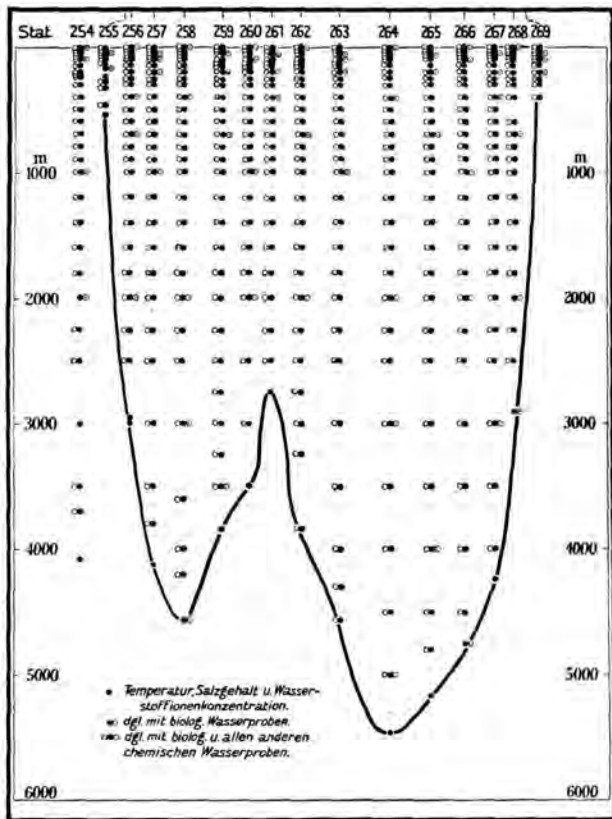


Abb. 23. Arbeiten auf Profil XII.

2000 m, mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Später machten sich Quallen, welche am Draht festsaßen und die Fallgewichte des Repetierstrommessers vorzeitig zum Öffnen und Abfallen brachten, störend bemerkbar. Durch Verkürzung der Messungsdauer (auf 1 Stunde) und die Reduzierung der Fallgewichte (auf 10) wurden diese Störungen meistens behoben, und es gelang dann, für 2000 m insgesamt 10 Serien einwandfreie Strommessungen zu erhalten. Für 25 m und 50 m Tiefe gewannen wir je 35 brauchbare Beobachtungen über Stromrichtung und Stromstärke in einstündigem Abstände. Diese Untersuchungen schlossen eine Lücke im Westbecken, da bei den bisherigen Profilen äußerer Umstände wegen (Wetter, Kohlenlage) die Ankerstationen fast ausschließlich auf die Ostbecken fielen. Die Serienmessungen in 0 bis 250 m ergaben wichtige neue Aufschlüsse über die Schwankungen an Grenzschichten und ihre Ursachen.

Nach Erledigung dieser Untersuchungen steuerten wir nach W zum brasilianischen Schelf, auf dem in $2^{\circ} 28' S$ und $39^{\circ} 21' W$ das eigentliche Profil XII begann, und führten auf dem Reiseabschnitt bis Dakar 15 Stationen in dem durch die Topographie gebotenen Abstände durch. Die oberste Serie wurde auf jeder Station nach 6 Stunden wiederholt.

Insgesamt kamen auf dem Reiseabschnitt Pernambuco—São Vicente 16 Stationen mit 88 Serien zur Durchführung, aus denen 660 korrespondierende Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt aus der Tiefe gewonnen wurden.

Die Arbeiten auf Profil XIII und den Endstrecken der Profile XIII und XIV.

In der Zeit vom 2. bis 10. März wurden zwischen den Kapverdischen Inseln und dem afrikanischen Kontinent neun verhältnismäßig engabständige Beobachtungsstationen in zwei Querschnitten, welche die Endstrecken der Profile XIII und XIV bilden, erledigt. Nach dem erneuten Auslaufen aus São Vicente wurde dann Profil XIII von $27^{\circ} 30' W$ ab in Richtung auf die Küste von Guayana abgefahren, und zwar, wie schon erwähnt, im letzten Teile etwas südlicher als vorgesehen. Der Endpunkt des Profils (Station 293) fiel somit auf $6^{\circ} 50' N$ und $52^{\circ} 51' W$. Der thermischen und halinen Schichtung in Bodennähe, besonders im Westbecken, wurde besondere Beachtung geschenkt, indem unterhalb 4000 m Temperatur und Salzgehalt in engen Tiefenhorizonten (von 200 bis 250 m Abstand) beobachtet wurde. Die günstigen Wetterverhältnisse gestatteten wiederum, im Westbecken eine Ankerstation — Station 288 in $12^{\circ} 38' N$ und $47^{\circ} 36' W$ — auf 4300 m Tiefe durchzuführen. Während der 38stündigen Verankerung wurde der Strom nach Richtung und Stärke mit dem Ekman'schen Repetierstrommesser in fortlaufenden Serien in 100, 200, 300, 500 800, 1100, 1500 m Tiefe, vereinzelt in 3000 m, gemessen, während in 25 und 50 m Tiefe in einstündigem Abstände der Ekman-Merz-Strommesser Verwendung fand. Gleichzeitig erfolgten an der hinteren Lucas-Lotmaschine in einstündigem Intervall die Serienmessungen von Temperatur und Salzgehalt zwischen 0 und 250 m. Für die Frage der Schwankungen an Grenzschichten wurde mit 38 Beobachtungsserien ein reiches

Material gewonnen, das Prof. Defant bereits einer ersten Bearbeitung unter (vgl. S. 286). Bei der Ansteuerung der Position der fraglichen Nictheroy-Bank, die nicht gefunden wurde, kam in $6^{\circ} 33' N$ und $47^{\circ} 59' W$ Station 294, welche für den westlichen Längsschnitt die Verbindung zwischen Profil XIII und XIV herstellen soll, auf 3900 m Tiefe zur Durchführung. Auf allen Stationen wurden die Serienmessungen zwischen 0 und 250 m Tiefe nach etwa sechs Stunden regel-

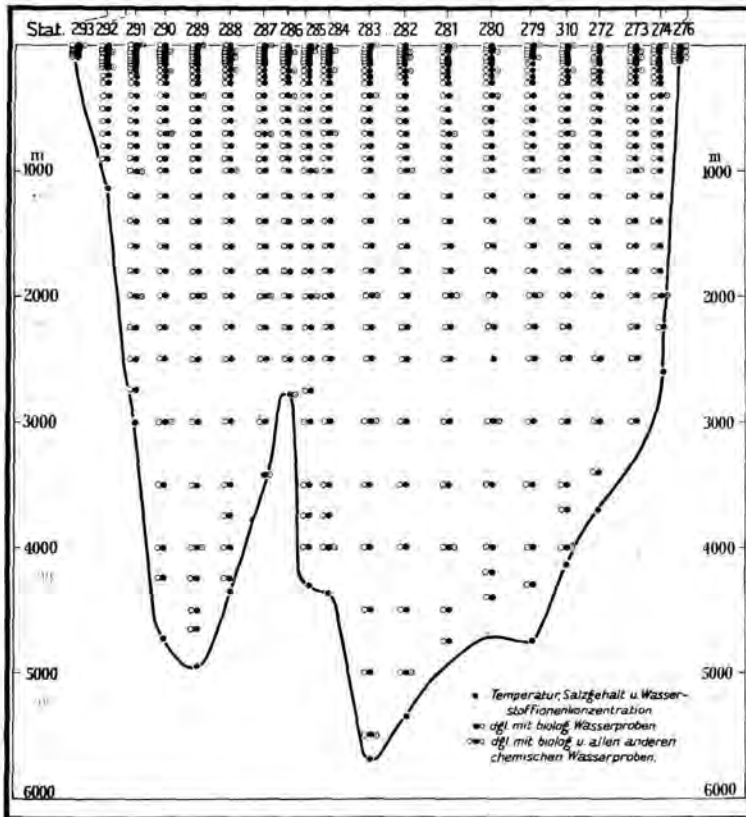


Abb. 24. Arbeiten auf Profil XIII.

mäßig wiederholt. Der Einfluß der gewaltigen Wassermassen des Amazonenstromes auf den Salzgehalt vor seiner Mündung wurde beim An- und Auslaufen durch zweistündige Entnahme von Wasserproben festgestellt.

Seit dem ersten Verlassen von São Vicente wurden auf Profil XIII und den Endstrecken der Profile XIII und XIV insgesamt 25 Stationen in 137 Serien erledigt.

Die Arbeiten auf Profil XIV.

Auf den Reiseabschnitt Pará—São Vicente entfallen 15 Stationen; nach Verlassen von São Vicente wurde noch in $19^{\circ} 17' N$ und $25^{\circ} 0' W$

die fehlende Station (310) des Profils XIII nachgeholt. Insgesamt kamen seit Verlassen von Pará bis zur Beendigung der ozeanographischen Arbeiten 16 Stationen mit 71 Serien zur Durchführung, wobei die oberste Serie (0 bis 250 m) wie üblich regelmäßig wiederholt wurde. Der Bodenstrom im Westbecken und die adiabatische Zunahme im Osten wurden wiederum durch engabständige Beobachtungen von 200 bis 250 m Abstand in den bodennahen Wasserschichten erfaßt.

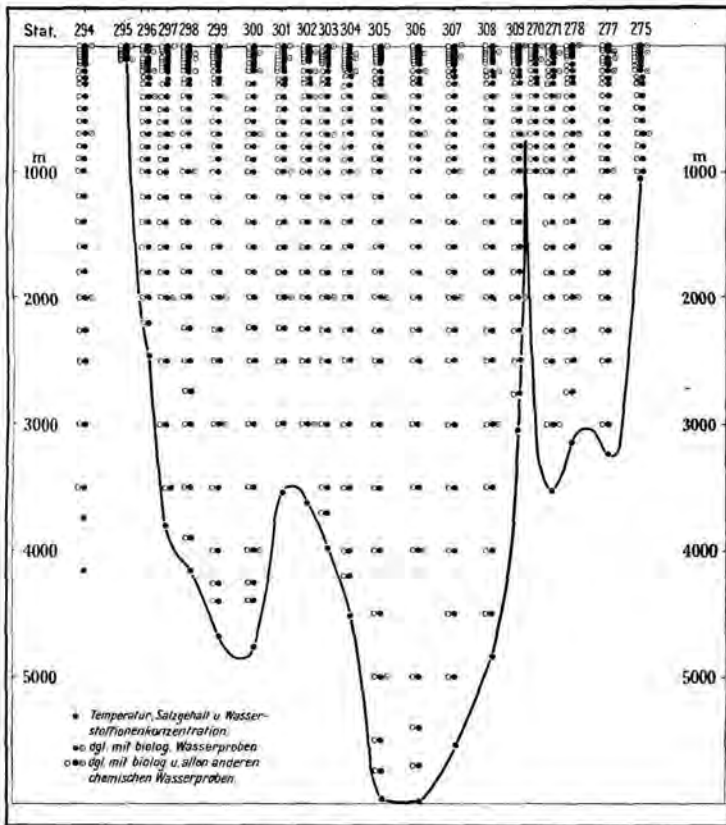


Abb. 25. Arbeiten auf Profil XIV.

Eine Ankerstation fand auf diesem Profil wegen der knappen Zeit nicht statt.

Die Durchführung der ozeanographischen Serien auf den Profilen XII bis XIV lag in den Händen der Herren Dr. B ö h n e c k e, Prof. D e f a n t und des Berichterstatters. Die Leitung der Titrierungen lag Herrn Dr. S c h u m a c h e r ob, der gemeinsam mit den beiden Laboranten für die gesamten Wasserproben der normalen Serien durch Doppel- und Kontrolltitrierungen den Chlorgehalt auf $\pm 0,005 \frac{0}{100}$ feststellte. Auf den Ankerstationen waren alle vier Ozeanographen und die Laboranten in Ablösung tätig.

Mit Profil XIV hat die Expedition ihr Ende erreicht. Über den Gesamtumfang des auf den 14 Profilen gewonnenen ozeanographischen Beobachtungsmaterials unterrichtet die folgende Zusammenstellung:

Gesamtübersicht über die ozeanographischen Arbeiten.

Profil	Serienmessungen		Strommessungen	
	Anzahl der Stationen	korrespondierende Beob. v. t° u. S. ‰	Anzahl der Ankerstationen	Dauer der Strommessungen Stunden
Ausreise	(1)	(30)	(1)	—
I	20	420	—	—
II	29	630	1	42
III	22	540	—	—
IV	19	420	—	—
V	49	770	—	—
VI	24	693	1	48
VII	21	564	1	26
VIII	22	1041	1	28
IX	13	559	1	42
X	17	673	1	28
XI	17	768	1	36
XII	16	660	1	42
XIII	21	950	1	38
XIV	20	695	—	—
Summe	310 (311)	9383 (9413)	9 (10)	—

Es wurden also insgesamt 310 Stationen¹⁾ ausgeführt, auf denen von rund 9400 Tiefenpunkten zwischen Oberfläche und Boden korrespondierende Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt gewonnen wurden. Herr Prof. Merz hatte in seinem Expeditionsplane 270 normale Stationen mit 24 Ankerstationen vorgesehen. Dabei war er sich darüber im klaren, daß unter Umständen von den Stationen und vor allem von den Ankerstationen in den stürmischen Profilen Abstriche gemacht werden müßten. In bezug auf die normalen Stationen trat diese Notwendigkeit nicht ein, vielmehr konnte die Zahl der Stationen vielfach dort vermehrt werden, wo es nach den neuen morphologischen Feststellungen wünschenswert erschien. Für die Ankerstationen mußten in der Tat Einschränkungen eintreten, besonders auf den bewegten südlichen Profilen, wo übrigens auch die Kohlenlage einen mehrtägigen Verbleib an einer Station verbot. Denn es hatte sich bald ergeben, daß die Ankerstationen mit Erfolg nur bei verhältnismäßig ruhiger Wetterlage durchgeführt werden können, und daß die Strommessungen, bei denen übrigens in großen Tiefen mit manchem Versager gerechnet werden mußte, nur dann ihren vollen Wert besitzen, wenn sie über mehr als einen vollen Tag fortgeführt werden. Immerhin bieten die auf den 10 Ankerstationen gewonnenen Strommessungen besonders für die tropischen Profile reiches Material, um die indirekten Ermittlungen der Tiefenströme aus Temperatur und

¹⁾ Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die an den Endpunkten der Profile durchgeführten Schelf-Stationen in die Stationszahl mit eingerechnet sind. Die Doppelbestimmungen und die zwischen den Stationen regelmäßig ausgeführten Oberflächenbeobachtungen sind hingegen in der Zahl 9413 nicht enthalten.

Salzgehalt durch direkte Stromangaben zu prüfen. Eine wesentliche Erweiterung erfuhr unser Arbeitsprogramm von Profil VII ab durch die regelmäßige Wiederholung der obersten Serie auf den normalen Stationen und die systematische Untersuchung dieser Schwankungen auf den Ankerstationen.

Die vorläufigen Ergebnisse.

Aus dem reichen Beobachtungsmaterial, das auch die letzten Schnitte für die Frage der Zirkulation im Nordatlantischen Ozean darbieten, seien hier wiederum nur die auf ihre drei Hauptstromglieder bezüglich vorläufigen Ergebnisse herausgegriffen.

Unmittelbar nördlich des Äquators biegt der S-förmig gestaltete Atlantische Ozean stark nach Westen um, wobei seine Breite sich zunächst erheblich verringert. Im Gegensatz zu den südatlantischen Profilen, die ungefähr parallel den Breitenkreisen angelegt sind, verlaufen dementsprechend die dem Nordatlantischen Ozean angehörenden Querschnitte

Profil IX in 6° S — 10° N,
 Profil XII in 3° S — 15° N,
 Profil XIV in 1° N — 18° N,
 Profil XIII in 7° N — 20° N

mehr in einer zum Gradnetz diagonalen Richtung, gehören also verschiedenen geographischen Breiten an, schneiden aber die Streichrichtung der großen ozeanischen Böschungen der Kontinentalabfälle und der Atlantischen Schwelle und damit auch die durch diese bestimmte Hauptstromrichtung der Wassermassen möglichst senkrecht. Mit dieser Umbiegung des Atlantischen Ozeans ist nun aber nicht nur eine starke Verringerung der Breite der Profile von rund 3000 Seemeilen bei Profil XI auf nur 1600 Seemeilen bei Profil IX, sondern auch eine beträchtliche Einschnürung des Querschnittes in bezug auf die Tiefe verknüpft. Das Areal des Querschnittes, das für den Austausch der atlantischen Wassermassen beider Hemisphären zur Verfügung steht, verringert sich im Profil IX auf etwa die Hälfte der südatlantischen Profile. An dieser engsten Stelle des Ozeans geht das Gesetz der Gliederung, das wir sonst auf allen Profilen wiederfanden — zwei große Tiefseebecken zu beiden Seiten der Zentralschwelle —, fast völlig verloren. Unsere Lotungen ergaben hier ein sehr unruhiges Relief des Bodens, der nur ganz vereinzelt zu Tiefen von mehr als 4000 m, nirgends über 5000 m absinkt und in einer Reihe von Aufwölbungen zu Tiefen von weniger als 2500 m aufragt. In bezug auf die Nordsüdgliederung der großen Tiefseebecken müssen wir hier von einer äquatorialen Querschwelle sprechen, welche die Tiefseebecken des Nordatlantischen von denen des Südatlantischen Ozeans trennt. Im Osten nennen wir diesen Querriegel Sierra Leone-Rücken, der die Sierra Leone-Mulde und die Guinea-Mulde¹⁾ gegen die Kapverdische Mulde in der Erstreckung unseres Profils IX abschließt, und nur ganz auf der afrikanischen Seite einen Durchlaß bis zu rund 4500 m Tiefe

¹⁾ Vgl. hierzu die kleine Tiefenkarte auf S. 302.

aufweist. Im Westen setzt sich diese Aufwölbung des Tiefseebodens nördlich des Brasilianischen Beckens auch über die übrigen nordatlantischen Profile bis etwa 8° N fort und zeigt eine bemerkenswerte Gleichförmigkeit der Tiefe von rund 4500 m, so daß wir hier nicht von einer eigentlichen Schwelle sprechen können. Wir wollen der Kürze halber diese ausgedehnte, die beiden großen Tiefseebecken (Brasilianisches und Nordamerikanisches Becken) trennende Aufwölbung als *Paráflä*che bezeichnen. Die Zentralschwelle, den Mittelatlantischen Rücken, fanden wir wie auf den früheren Profilen vielfach gegliedert mit einer Reihe von Aufragungen und dazwischenliegenden Einsenkungen, jedoch verhältnismäßig schmal; sie kulminiert bei den

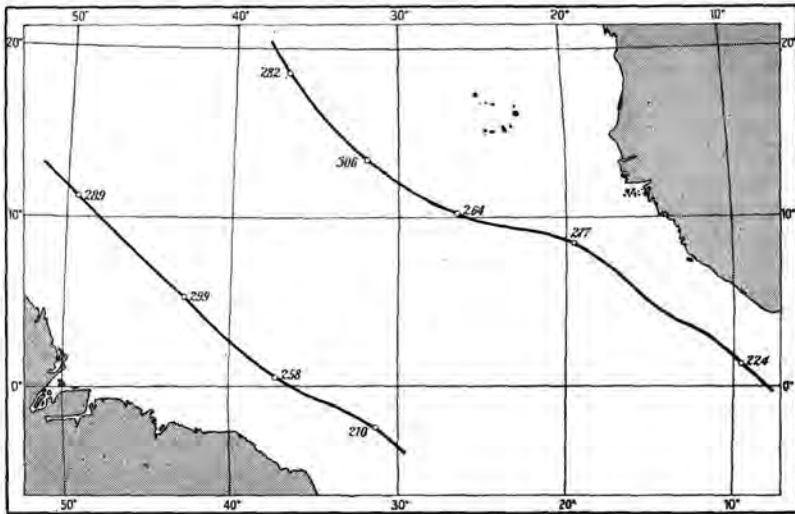


Abb. 26. Lage der Stationen der hier wiedergegebenen Vertikalkurven.

Profilen IX, XII und XIII in rund 2200 m Tiefe, erreicht in Profil XIV kaum 3000 m und besitzt bei der Romanche-Tiefe — das ergibt eine Spezialuntersuchung der Bodentemperaturen (vgl. Seite 303) — einen auf 4100 bis 4400 m hinabreichenden Durchlaß.

Wir schicken diese allgemeinen morphologischen Betrachtungen voraus, da die Kenntnis des Bodenreliefs erforderlich ist für das Verständnis der Schichtung der Wassermassen. Im letzten Bericht¹⁾ ist der vertikale Aufbau des Südatlantischen Ozeans an Hand zweier Längsschnitte der Temperatur und des Salzgehalts behandelt worden, aus denen besonders die tiefgreifenden Unterschiede der westatlantischen und der ostatlantischen Zirkulation abgeleitet werden konnten. Die Fortsetzung dieser beiden Hauptlängsschnitte nach Norden geben nunmehr die Vertikalkurven in Abb. 27, die ebenfalls für die tiefsten Stationen der beiden Ozeanhälften westlich und östlich der

¹⁾ Vgl. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. in Berlin, Jahrg. 1927, Heft 3.

Zentralschwelle entworfen und in ähnlicher Weise geographisch angeordnet sind. Die Lage der Stationen der beiden Schnitte ist aus Abb. 26 ersichtlich. Wir finden wiederum die bekannte vierfache Schichtung des Salzgehaltes. Die annähernd gleiche Tiefenlage dieser Schichten deutet darauf hin, daß wir es auch in der äquatorialen Zone des Nordatlantischen Ozeans mit einem vorwiegend horizontalen Wasseraustausch in der Tiefe zu tun haben. Wir können aus unseren Schnitten unmittelbar die flächenförmige, ozeanweite Ausbreitung der verschiedenen Wassermassen antarktischer und nordatlantischer Herkunft ablesen. Zeigte im Südatlantischen der Antarktische Zwischenstrom in seiner Ausbreitung nach Norden eine bemerkenswerte Konstanz des Salzgehaltes, so finden wir nunmehr nördlich des Äquators eine Zunahme desselben in der Stromrichtung. Das deutet auf eine Schwächung des Stromes unter gleichzeitigen Mischungsvorgängen an den Grenzschichten hin. Die Zunahme des Salzgehalts in der Stromrichtung geht rascher im Ostschnitt vor sich, der übrigens hier wie im Südatlantischen Ozean die Zwischenschicht in geringerer Ausbildung aufweist. Der Strom verliert offenbar nicht nur an Intensität, sondern auch an vertikaler Mächtigkeit, wie die Kurven erkennen lassen, und senkt sich gleichzeitig ein wenig nördlich des Äquators. Fanden wir am Äquator das Minimum des Salzgehaltes in 700 m Tiefe, so senkt es sich im Westschnitt bis 11° N auf 800 m, im Osten bis 19° N auf 900 m Tiefe.

In entgegengesetzter Richtung breitet sich in größeren Tiefen das salzreiche Wasser des Nordatlantischen Tiefenstromes aus, jedoch nicht, wie nach den bisherigen spärlichen Beobachtungen anzunehmen war, in einem einheitlichen Stromkörper mit einem Maximum des Salzgehalts. Wir sehen in den meisten Vertikalkurven mehrere sekundäre Maxima innerhalb der salzreichen Schicht des Tiefenstromes. Diese kleinen zwischen 1500 und 2500 m gelegenen Inversionen deuten darauf hin, daß die Ausbreitung dieser Wassermassen in einzelnen Strombahnen verschieden bewegter Stromteile vor sich geht. Bei den Stationen des Profils IX, das an der engsten Stelle gelegen ist, zeigt sich auch noch in größeren Tiefen — zwischen 3000 bis 4000 m — ein sekundäres Maximum des Salzgehalts. Die Vermutung liegt nahe, daß diese Erscheinung mit der erwähnten starken Querschnittsverengung zusammenhängt, indem hier auch die tiefen Schichten von einem lebhafteren Wasseraustausch ergriffen werden. Wiederum ergibt sich die Tatsache, daß die höchsten Werte des Salzgehaltes innerhalb des Tiefenstroms im Westbecken auftreten, daß also dieser Strom im Westen stärker ausgebildet ist. Als ein neuer Zug tritt im Osten bei den beiden nördlichsten Profilen XIII und XIV ein intermediäres Salzgehalts-Maximum von über 35‰ in 1600 m auf, das offenbar die letzten Ausläufer des Mittelmeeres darstellt. Diesen Mittelmeerstrom, der als ein Teil des Nordatlantischen Tiefenstroms aufzufassen ist, konnten wir noch in etwa 15° N bei den Kapverden feststellen.

Die Unterlagerung des Wassers antarktischer Herkunft durch nordatlantisches ist in der Temperaturschichtung nicht so schön zu erkennen. Nur im Westschnitt finden wir bis etwa 5° N eine schwache

Temperaturinversion zwischen 800 und 1400 m Tiefe; der nördlichste Querschnitt XIII zeigt in diesen Tiefen lediglich eine wenig ausgedehnte Isothermie. Im Osten hingegen ist die entgegengesetzte Ausbreitung der beiden Wassermassen nur zu erkennen in einer kleinen Störung des sonst gleichmäßigen Temperaturgefälles.

Von besonderem Interesse sind unsere Beobachtungen in den bodennahen Schichten. Sie führten im Westen zur Entdeckung einer ausgeprägten Grenzschicht zwischen Tiefenstrom und Bodenstrom, die sich deutlich durch einen doppelten Gefällsknick der Vertikalkurven der Temperatur und des Salzgehalts zu erkennen gibt. Man ist hier versucht, wenn man die geringen vertikalen Änderungen in der darüberliegenden 2000 m mächtigen Schicht berücksichtigt, von einer sprunghaften Änderung der Faktoren, von einer bodennahen Sprungschicht zu sprechen. Übersteigt doch im Salzgehalt die vertikale Änderung $0,10 \text{ ‰}$ bei einer Tiefenzunahme von nur 200 m, wobei gleichzeitig die Temperatur um annähernd $0,9^\circ$ fällt (Station 258). Unterhalb dieser Grenzschicht finden wir dann eine fast homogene Wassermasse, in welcher sich Temperatur und Salzgehalt zum Boden hin nur außerordentlich wenig ändern.

Die Tiefenlage dieser Grenzschicht und der Grad ihrer Ausprägung gestatten uns nun, interessante Schlüsse über den Charakter des Antarktischen Bodenstroms zu ziehen. Die Wassermassen antarktischer Herkunft, welche im Brasilianischen Becken die Tiefen zwischen 4000 und 5500 m — also in einer vertikalen Mächtigkeit von 1500 m — erfüllen, treten nur in ihren obersten Teilen auf die Pará-Fläche über. Bei Station 210 im Profil IX besitzt dieser Strom nur eine Mächtigkeit von rund 600 m, am Äquator eine solche von nur 500 m. Hier verschärft sich die Sprungschicht. Offenbar weist infolge der starken Querschnittsverengung der Bodenstrom hier etwas größere Geschwindigkeiten auf. Nördlich des Äquators senkt er sich dem leichten Gefälle der Pará-Fläche folgend und verliert gleichzeitig rasch an Ausdehnung und Intensität. Bei Station 289, die bereits den Ausläufern des Nordamerikanischen Beckens zuzurechnen ist, treffen wir seine letzten Spuren zwischen 4800 m und 5000 m; er kommt hier zum Verschwinden.

Im Ostschnitte fehlt der Antarktische Bodenstrom infolge der hier auftretenden Querschwellen. Im Nordatlantischen Bodenstrom dringen hier Wassermassen nordatlantischer Herkunft nach Süden vor. Salzgehalt und Temperatur zeigen daher in den Bodenschichten des Ostschnittes wesentlich höhere Werte als im Westen und weisen vor allem eine bemerkenswerte Homogenität auf. Jedoch bei näherer Betrachtung ergeben sich auch hier kleinere Unterschiede, welche wiederum mit der Morphologie in Zusammenhang stehen. Fanden wir in der allseitig abgeschlossenen Kongo-Mulde unterhalb 4000 m einen adiabatischen Temperaturanstieg zum Boden, so fehlt in der Guinea-Mulde und der Sierra Leone-Mulde diese Erscheinung. Station 224, die der Guinea-Mulde angehört, zeigt unterhalb 4000 m eine langsame Temperaturabnahme bis zu etwa $2,3^\circ$ in rund 5000 m. Die Erklärung hierfür gibt Dr. B ö h n e c k e in seinem Bericht (vgl. S. 300). Nördlich des Sierra Leone-Rückens — also bei den Stationen

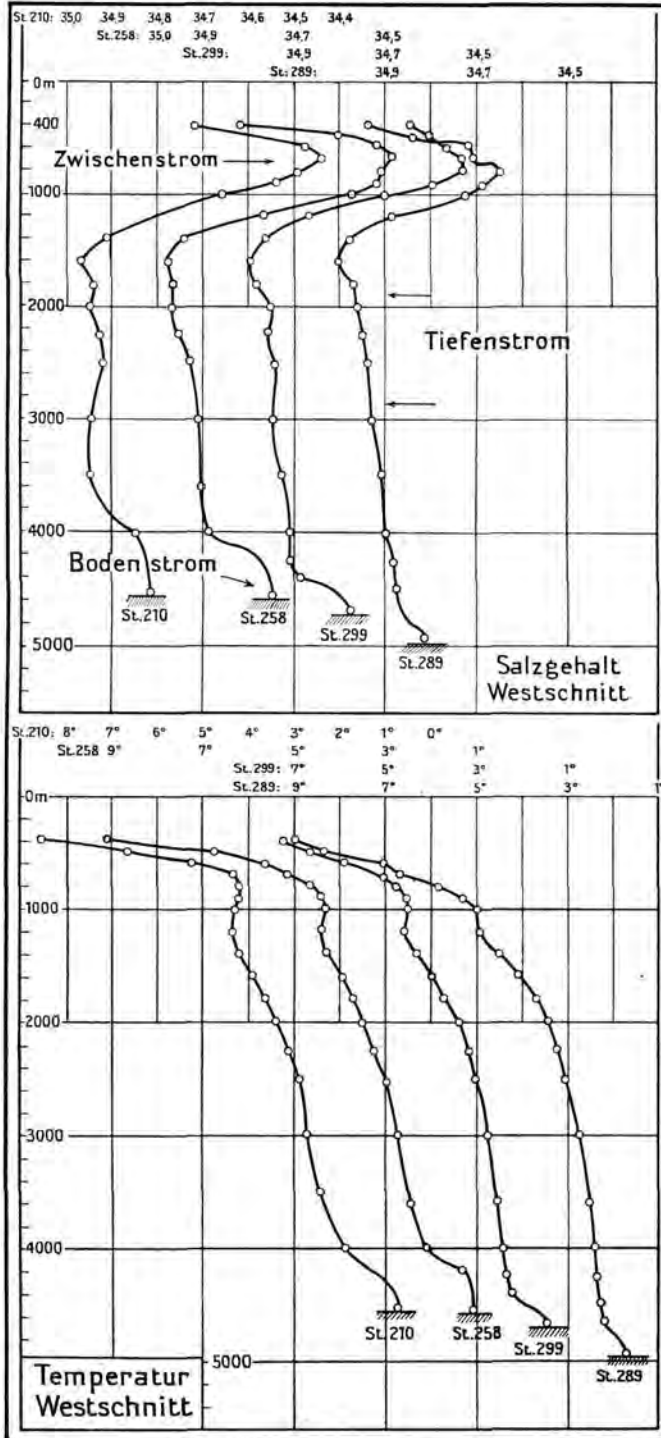


Abb. 27a. Salzgehalt und Temperatur im Äquatorialgebiet westlich der Mittelatlantischen Schwelle.

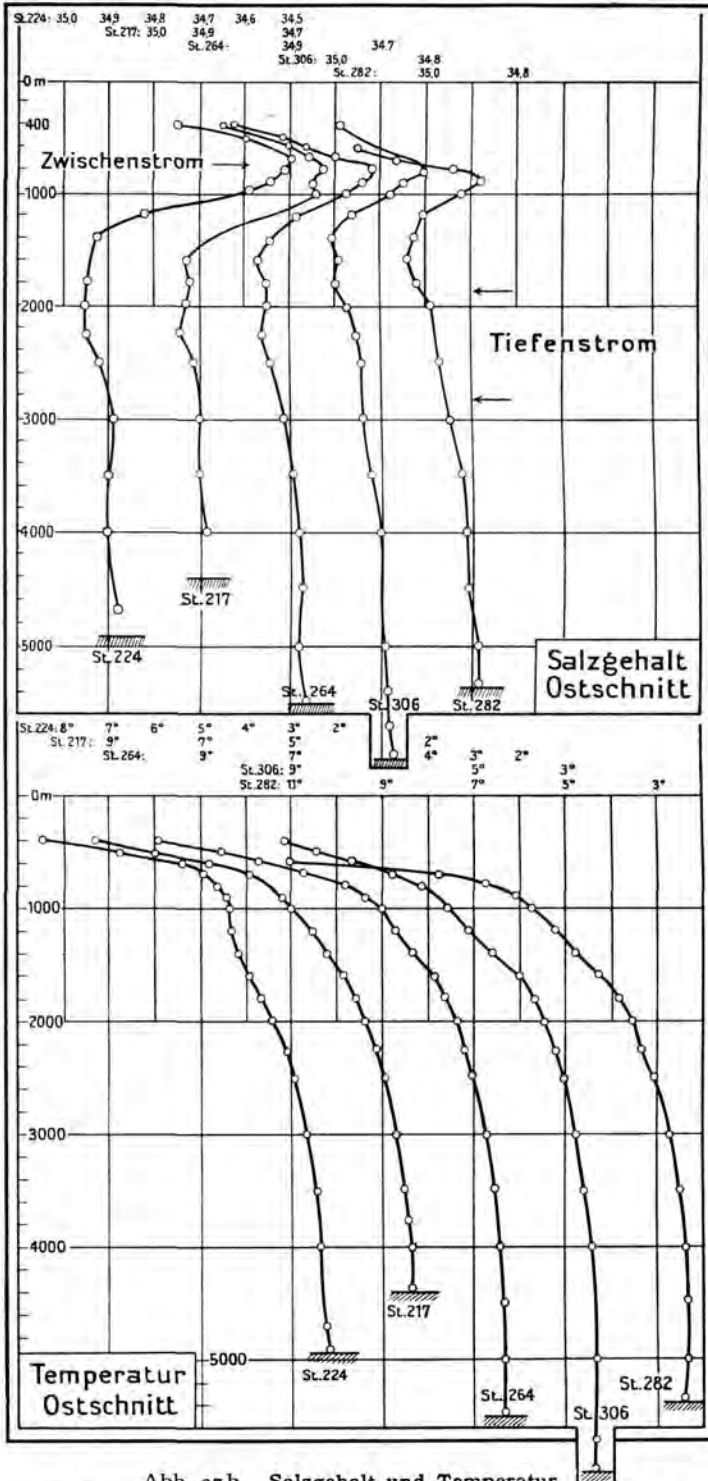


Abb. 27b. Salzgehalt und Temperatur im Äquatorialgebiet östlich der Mittelatlantischen Schwelle.

264, 306 und 282, die der Kapverdeschen Mulde angehören — stellt sich unterhalb 5000 m wiederum eine zwar sehr schwache adiabatische Temperaturzunahme zum Boden ein; sie beträgt im Maximum bei Station 306 zwischen 5600 und 6000 m Tiefe rund $0,06^{\circ}$. Diese Erscheinung deutet darauf hin, daß der Nordatlantische Bodenstrom in dem über 5500 m tiefen Becken der Kapverdeschen Mulde außerordentlich schwach ist, da sich sonst eine adiabatische Temperaturschichtung nicht ausbilden würde. Infolge der morphologischen Verhältnisse ergibt sich also die merkwürdige Tatsache, daß die Temperaturen in den Bodenschichten der Kongo-Mulde um rund $0,1^{\circ}$ höher sind als in der Kapverdeschen Mulde, und daß die tiefsten Bodentemperaturen des Ostatlantischen zwischen diesen beiden großen Mulden in der wesentlich seichteren Guinea-Mulde gerade unter dem Äquator auftreten.

Fassen wir noch einmal das Hauptergebnis unserer vorläufigen, in diesem Bericht niedergelegten Betrachtungen zusammen, so können wir sagen, daß alle drei Hauptstromglieder der atlantischen Zirkulation — Zwischenstrom, Tiefenstrom, Bodenstrom — im Westatlantischen viel stärker entwickelt sind als im Ostatlantischen Ozean, und daß dieser Unterschied im wesentlichen auf morphologische Einflüsse zurückzuführen ist. Wie wir morphologisch von zwei großen Systemen von Tiefseebecken, die durch die Zentralschwelle getrennt sind, sprechen müssen, so müssen wir auch in bezug auf die Wassermassen zwei Hauptsysteme unterscheiden, das der westatlantischen und das der ostatlantischen Zirkulation. Es ist kein Zweifel, daß die Bearbeitung des reichen Materials der Querschnitte unserer Expedition noch viele Modifikationen von diesen zwei Hauptsystemen der Zirkulation bringen werden. Und wir dürfen hoffen, daß es auf diese Weise gelingen wird, das Fundamentproblem der Meereskunde, die zahlenmäßige Erfassung der räumlichen Zirkulation, das Merz bei der Planlegung vorschwebte, für den Atlantischen Ozean seiner Lösung zuzuführen.

Bericht über kurzperiodische Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt in den obersten Wasserschichten des Ozeans.

Von A. Defant.

Die Frage nach der zeitlichen Konstanz von Temperatur und Salzgehalt in den verschiedenen Tiefenhorizonten des Ozeans ist für die Ozeanographie von ausschlaggebender Bedeutung. Denn nur im Falle ihrer Bejahung ist man berechtigt, die Beobachtungsergebnisse der einzelnen Expeditionen, die in den verschiedensten Jahren, oder einer Expedition, die in verschiedenen Jahreszeiten gewonnen wurden, zusammenzufassen und so zu bearbeiten, wie wenn sie gleichzeitig erhalten worden wären. Nur in diesem Falle ist eine synoptische Ozeanographie für die Behandlung der meisten größeren ozeanographischen Probleme entbehrlich. Die bisher vorliegenden Untersuchungen scheinen in den allermeisten Fällen für eine zeitliche Konstanz von Temperatur und

Salzgehalt zu sprechen, wenn man von den obersten, durch die meteorologischen Verhältnisse der Atmosphäre beeinflussten Wasserschichten und von einzelnen kleineren Abweichungen jahreszeitlicher Natur, wie sie Merz¹⁾ bereits für 35° S aus den wenigen vorliegenden Beobachtungen ermitteln konnte, absieht. Dieser Ansicht ist es auch zuzuschreiben, daß bei ozeanographischen Expeditionen die Arbeiten an einer Station sich zumeist auf eine einmalige Ermittlung des vertikalen Temperatur- und Salzgehaltsverlaufes beschränken. Bei allmählichen und stetigen Änderungen dieser Größen in vertikaler Richtung sind auch in theoretischer Hinsicht keine Schwankungen zu erwarten. Ganz anders verhält es sich aber, wenn Wassermassen verschiedenen physikalisch-chemischen Charakters, sei es durch Strömungen, sei es durch andere äußere Umstände, sehr nahe aneinandergebracht werden derart, daß sich ein mehr oder minder sprunghafter Übergang der Dichte einstellt. An solchen Diskontinuitätsflächen (Sprungschichten) werden periodische und unperiodische Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt sogar die Regel sein, und es ist nicht zu erwarten, daß durch eine einmalige Durchlotung einer solchen Wasserschicht ihre mittlere Zustandskurve richtig erfaßt wird. A. Merz²⁾ hat schon 1910 nach seiner Erfahrung in der Adria eine Erweiterung der ozeanographischen Arbeiten in diesem Sinne gefordert. Im Reiseprogramm der „Meteor“-Expedition hatte er zunächst an solche systematische Untersuchungen nicht gedacht, da sie für das Problem der ozeanischen Zirkulation nicht von erheblicher Bedeutung sind. Gelegentlich von Wiederholungen der obersten Serie auf der zweiten Ankerstation wurden Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt an der Sprungschicht in etwa 175 m in einem größeren Betrage festgestellt³⁾. Zur Erfassung der mittleren Zustandskurve, auf welche die dynamischen Berechnungen aufgebaut werden müssen, erschien deshalb wünschenswert, in das Programm der Expedition einerseits öftere Wiederholungen der obersten Serie bei allen normalen Stationen aufzunehmen und andererseits gelegentliche systematische Untersuchungen auf Ankerstationen (Wiederholungen meistens in dreistündigem Intervall) vorzunehmen. Auf einigen Stationen sind diese Wiederholungsserien bis in große Tiefen (bis 2500 m) ausgedehnt worden, um zu entscheiden, bis zu welchen Tiefen sich Schwankungen nachweisen lassen. Neben den Arbeiten auf Ankerstationen wurden bei den gewöhnlichen Stationen ohne Verankerung Wiederholungen der obersten Serie (0 bis 200 oder 250 m) ebenfalls zumeist in dreistündigem Intervall durchgeführt, so daß drei bis vier solcher Serienreihen auf jede Station größerer Tiefe entfallen. In den letzten drei Profilen ist der knappen Zeit wegen, die der Expedition noch zur Verfügung stand, die oberste Serie bei jeder Station einmal, und zwar am Ende der ganzen Arbeit (nach etwa 6 Stunden) wiederholt worden; dafür wurden die Unter-

¹⁾ L. Möller, Methodisches zu den Vertikalschnitten längs 35,4° S und 30° W im Atlantischen. Veröff. d. Instituts für Meereskunde, Berlin, Heft 15, 1926.

²⁾ A. Merz, Über die Bedeutung 24stündiger Beobachtungen für die Ozeanographie. Vortrag auf der 81. Vers. Deutscher Naturf. u. Ärzte, Salzburg 1909. Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. Bd. III, Leipzig 1910.

³⁾ G. Wüst, III. Bericht über die ozeanogr. Untersuchungen. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk., Berlin 1927, S. 122 u. 123.

Wiederholungsserien auf Ankerstationen.

Ankerstation	Position		Serienmessungen in m	Zeit- abstand in Stunden	Dauer der Station Stunden	Anzahl der Serien	Tiefe der größten Schwankung m	Betrag ¹⁾ Schwankung °C	Periode der Schwankung Stunden
	φ	λ							
147	15° 2,6'S	0° 6,7'W	0, 25, 50, 75, 100, 150 u. 200	6	60	10	50 und 100	3,4° und 2,8°	etwa 24
176	21° 30,3'S	11° 42,6'W	0, 50, 100, 150, 200, 300 u. 500	3	30	10	150 bis 200	1,8° und 1,4°	etwa 16
186	8° 58,7'S	10° 53,8'E	0, 25, 50, 100, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1400, 1800, u. 2250	3	30	9	25	3,6°	etwa 12
197 (ohne Veran- kerung)	Anfang:		0, 50, 75, 100, 150, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1600, 2000 u. 2500	3	28	9	100	2,4°	—
	Ende:								
	8° 49,0'S	16° 40,0'W							
	8° 36,9'S	16° 31,1'W							
214	3° 30,0'N	25° 56,5'W	0, 50, 75, 100, 125, 150 u. 200	3	18	7	75 bis 100	—	—
229	3° 57,8'N	0° 57,8'W	0, 25, 50, 75, 100, 150 u. 200	3	28	8	50	2,7°	etwa 8 u. 12
241	3° 50,3'N	1° 5,1'E	a) 0, 25, 50 b) 100, 250, 400, 600, 800 u. 1000 c) 1200—2500	anfangs 3, dann 1 3 3	52 24 22	29 8 8	25 — —	mittl.: 3,4° größt.: 5,2°	etwa 6 — —
254	2° 26,7'S	34° 57,4'W	0, 50, 100, 125, 150 u. 200	2	42	22	100	mittl.: 2,7° größt.: 4,0°	4 bis 5 und größere
288	12° 37,6'N	47° 36,1'W	0, 50, 75, 100, 150 u. 250	1	38	38	100	2,5°	etwa 2½ und 12

suchungen dieser Schwankungen auf die letzten zwei Ankerstationen Nr. 254 und 288 konzentriert, indem auf der ersten zweistündige Wiederholungen der Serie 0—200 m durch 42 Stunden, auf der zweiten einstündige Wiederholungen der Serie 0—250 m durch 38 Stunden fortgesetzt wurden. Im ersten Falle wurden auf diese Weise 22, im zweiten 38 Serien gewonnen, die ein ausgezeichnetes Material zur systematischen Untersuchung der kurzperiodischen Schwankungen an ozea-

¹⁾ Bei den Serien sind regelmäßig in verschiedenen Tiefen zu den geschützten noch ungeschützte Thermometer mitgegeben worden, um die Temperaturmessungen aus Parallelablesungen auf die gleiche Tiefenlage reduzieren zu können. Die Reduktion ist bei den oben und weiter unten gegebenen Werten noch nicht angebracht; diese sind deshalb als provisorisch anzusehen.

nischen Diskontinuitätsflächen bieten. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über das auf den Ankerstationen in dieser Hinsicht überhaupt gewonnene Material, über die Tiefe und den Betrag der größten Temperaturschwankung und über die Länge der vorhandenen Periode. Eine genaue Untersuchung dieses Beobachtungsmaterials bleibt für das Expeditionswerk vorbehalten.

Aus einer ersten Durchsicht der Werte ist zunächst festzustellen, daß Schwankungen nur an Grenzflächen (Sprungschichten) auftreten, und daß der Betrag der Schwankung gemäß den Gesetzen der inneren Wellen in unmittelbarer Nähe der Diskontinuitätsfläche am größten ist und rasch mit der Entfernung von dieser abnimmt. Da die Sprungschichte in den Tropen und Subtropen in geringer Tiefe liegt (zwischen etwa 25 und 150 m), werden durch die internen Wellen nur die Wasserschichten bis etwa 300—500 m beeinflusst; die Wasserschichten darunter weisen in den meisten Fällen keine nennenswerten Störungen mehr auf. Auf der Ankerstation 186 z. B. zeigten die innerhalb eines Zeitraumes von 30 Stunden gewonnenen Beobachtungen in der in 25 m Tiefe gelegenen Sprungschichte eine Schwankung von $3,6^{\circ}$ in der Temperatur, im Salzgehalt von etwa $0,25 \text{ ‰}$ bei einer etwa zwölfstündigen Periode; in 50—300 m Tiefe waren die Amplituden bereits auf $0,5^{\circ} \text{ C}$ und $0,05\text{—}0,10 \text{ ‰}$ gesunken und fielen in größeren Tiefen auf noch geringere Werte¹⁾.

Es ist klar, daß die Schwankungen, wenn sie periodischer Natur sind und vielleicht fortschreitenden oder stehenden Wellen angehören, nur richtig erfaßt werden können, wenn die Beobachtungen von verankertem Schiff aus gemacht werden; bei treibendem Schiff werden die Schwankungen in den Beobachtungen nur verzerrt und entstellt in Erscheinung treten, die Ermittlung von Periode und Amplitude der Wellen wird dann um so ungenauer, je kürzer und kleiner sie sind. Da Schwankungen sowohl kürzerer wie auch längerer Periode vorhanden zu sein scheinen, ist es weiters angezeigt, namentlich zur Erfassung der letzteren die Wiederholungsserien in möglichst kurzen Intervallen aufeinander folgen zu lassen. Deshalb wurde auf den letzten Ankerstationen auf zwei- und einstündige Intervalle herabgegangen.

Auf das Vorhandensein von inneren Wellen haben kürzlich B. Helland-Hansen und F. Nansen²⁾ erneut hingewiesen und einige Fälle mitgeteilt, in denen man es unzweifelhaft mit solchen zu tun hat. Allerdings stammen die Beobachtungen von vor Treibanker treibendem Schiff und sind deshalb für die Bestimmung der Periode und Amplitude der Schwankungen nur mit Vorsicht zu gebrauchen. Auch sind die Beobachtungen zu weitabständig, um kürzere Perioden feststellen zu können. Aber schon ihnen scheint der Nachweis gelungen zu sein, daß die physikalisch-chemischen Verhältnisse der oberen Wasserschichten im Ozean durch interne Wellen Störungen unterworfen sind, und daß diese Störungen anscheinend häufig mit Gezeitenperioden in Verbindung stehen. Daß die Art der Schwankungen mit Ankerlichtern sich ändert und die Beobachtungen auf treibendem

¹⁾ G. Wüst, l. c. S. 124.

²⁾ B. Helland-Hansen und F. Nansen, The Eastern North Atlantic. Geofys. Publ. Bd. IV, Nr. 2. Oslo 1926.

Schiff beeinflusst erscheinen, haben einige Fälle, bei denen die Wiederholungsserien nach Ankerlichten fortgesetzt wurden, deutlich gezeigt. Das vom verankerten Schiff aus gewonnene Beobachtungsmaterial der „Meteor“-Expedition wird in seiner endgültigen Verarbeitung gewiß zur Klärung der Frage nach internen Wellen an ozeanischen Diskontinuitätsflächen beitragen und auch eine Erklärung für das Auftreten dieser Schwankungen zu geben gestatten. Das große Beobachtungsmaterial der Wiederholungsserien auf den normalen Stationen wird namentlich einen Einblick in die Veränderlichkeit von Temperatur und Salzgehalt in den oberen Schichten des Atlantischen Ozeans geben und so eine Grundlage gewähren, um sichere mittlere Zustandskurven für die dynamische Berechnung der Meeresströmungen abzuleiten.

Aus dem reichen Material seien hier nur die auf der letzten Ankerstation Nr. 288 gewonnenen Beobachtungen etwas eingehender diskutiert; sie lassen uns schon jetzt einige wichtige Schlüsse über das Wesen dieser kurzperiodischen Schwankungen ziehen, die von einigem Interesse sind. Die Ankerstation Nr. 288 hat die geographischen Koordinaten $12^{\circ} 37,6' N$ und $47^{\circ} 36,1' W$; sie liegt auf dem Westabhang der Atlantischen Schwelle (westliches Atlantisches Becken) im zentralen Teil des Nordatlantischen Tiefenstromes; die Verankerung des Schiffes erfolgte auf einer Tiefe von 4350 m und dauerte insgesamt 38 Stunden.

Abbild. 28 gibt zunächst die mittlere vertikale Temperatur- und Salzgehaltsverteilung von 0—250 m sowie die aus diesen Werten ermittelte Dichteverteilung auf dieser Station. Von der Meeresoberfläche bis etwa 80 m Tiefe reichte an diesem Tage eine homotherme und homohaline Deckschichte; bei hoher Temperatur war der Salzgehalt relativ niedrig. Unterhalb 80 m findet man die normale Abnahme der Temperatur mit der Tiefe, während der Salzgehalt in dieser Tiefe eine überaus scharf ausgesprochene Inversion aufweist, indem er im Bereiche weniger Meter von 35,8 auf $37,0 \text{ ‰}$ ansteigt; dann setzt auch hier die normale Abnahme mit der Tiefe ein. Derart scharfe Gegensätze im Temperatur- und Salzgehalt müssen zu einer gut ausgebildeten Diskontinuitätsfläche der Dichte Veranlassung geben. Abbildung 28 zeigt deutlich den großen Sprung, den die Dichte in etwa 100 m aufweist. Darüber haben wir es in diesem Falle mit einer homogenen Wassermasse von $\sigma_t = 23,8$ zu tun, und erst in 150 m beginnt mit $\sigma_t = 25,9$ die reguläre Dichtezunahme mit der Tiefe. Der Dichtesprung kann in σ_t zu 2,0, d. h. in CGS zu 2.10^{-3} angesetzt werden. Daß es an einer so gut entwickelten Diskontinuitätsfläche zu inneren Wellen kommen muß, ist nicht zu verwundern; denn nach Helmholtz ist ja der ungestörte Verlauf einer Grenzschichte dem gewellten gegenüber als der labilere Zustand anzusehen. Die 38 in etwa einstündigem Intervall wiederholten Beobachtungsserien der Tiefe 0, 50, 75, 100, 150 und 250 m zeigen auch unzweideutig das Vorhandensein von Schwankungen periodischer Natur. Die Temperatur- und Salzgehaltswerte sind in Abbild. 29a und b für sämtliche Tiefen in Kurvenform mitgeteilt. In der Deckschichte von 0—50 m sind die Schwankungen sowohl der Temperatur wie des Salzgehaltes außerordentlich gering, so daß, abgesehen

vom täglichen Gang in der Oberflächenschicht, die physikalisch-chemischen Verhältnisse dieser Schichte als zeitlich konstant anzusehen sind. In der Wasserschichte darunter sind gerade in unmittelbarer Nähe der Diskontinuitätsfläche die Schwankungen groß: in 100 m am größten, auch noch in 150 m von derselben Größenordnung, in 250 m aber schon bedeutend kleiner, während oberhalb der Sprungschichte die 75 m-Werte auffallenderweise nur bei besonders tiefen Einsenkungen der 100- und 150 m-Kurve beeinflußt erscheinen. Im Salzgehalt sind die Verhältnisse ähnlich, wenn auch hier die 75 m-Werte stärker in Mitleidenschaft gezogen erscheinen als bei der Temperatur. Im Verlauf sowohl der Temperatur- wie der Salzgehaltswerte der einzelnen Tiefenhorizonte untereinander sehen wir eine bemerkenswerte Übereinstimmung der Eintrittszeit der Extreme, so daß es wohl keinem Zweifel unterliegt, daß man es hier mit einer realen Erscheinung zu tun hat.

Der Anblick der Kurven der Abbild. 29 lehrt sogleich, daß wenigstens zwei Arten von Schwankungen vorhanden sind, die sich superponieren: eine *kurzdauernde Welle* von etwa zweistündiger Dauer und relativ kleiner Amplitude und eine *lange Welle* erheblicher Schwingungsweite. Eine Trennung dieser beiden Wellenarten kann durch nähere Analyse der einzelnen Kurven erreicht werden. Da auf die kurze Welle etwa drei Beobachtungen fallen, wird sie aus den Kurven durch fortlaufende Summation über je drei Werte der Reihe ausgetilgt.

Tatsächlich zeigen diese fortlaufenden Mittel, wie sie für die 100-, 150- und 250 m-Kurven der Temperatur und für dieselben und die 75 m-Kurve des Salzgehaltes in Abb. 30a und b wiedergegeben sind, keine Spur der kurzen Welle, sondern nur die lange Schwankung.

In der Temperatur ist sie in allen Tiefen gut ausgebildet, ja der Vergleich mit der 75 m-Temperaturkurve der Abbild. 28 zeigt, daß die tiefen auffallenden Einsenkungen in dieser mit den Minima der übrigen Temperaturkurven zusammenfallen. Hier werden also die Wassermassen in 75 m noch durch die langen Wellen in Mitleidenschaft gezogen. Wenn man die Eintrittszeiten der Extreme in den einzelnen

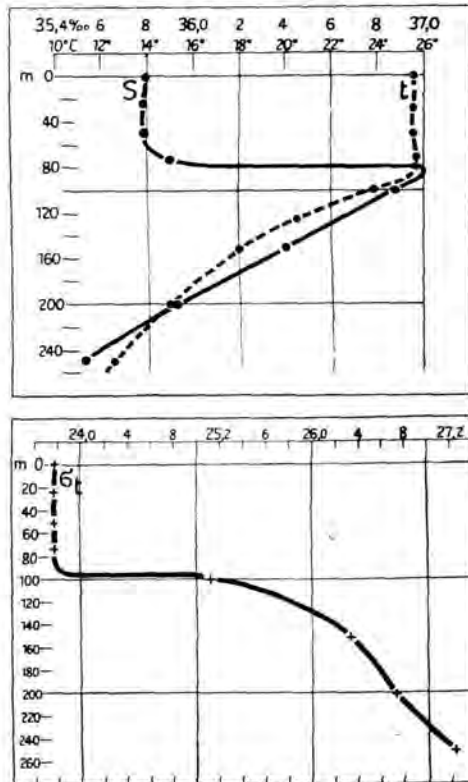


Abb. 28. Salzgehalt, Temperatur und Dichteverteilung auf Ankerstation 288.

Kurven betrachtet, fällt, abgesehen von einer Störung in der 250 m-Kurve im Bereiche des ersten Minimums, besonders auf, daß die Extreme nach unten hin sich verfrühen. Es kann daraus wohl nicht

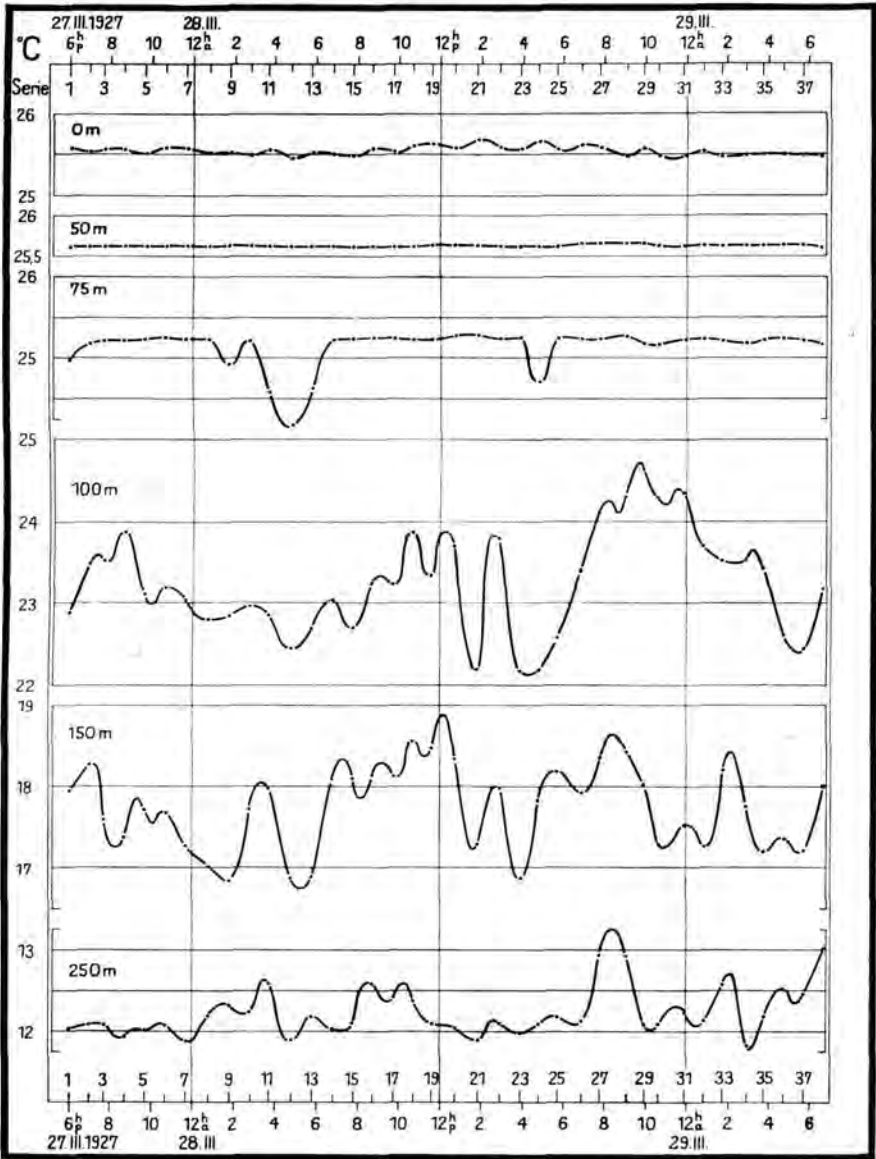


Abb. 29a. Temperaturverlauf auf Ankerstation 288.

geschlossen werden, daß die Welle in den tieferen Schichten ihren Ausgang nimmt; denn sie ist ja an der Diskontinuitätsfläche am stärksten ausgebildet und beeinflusst von hier aus die oberen und

unteren Schichten. Die Erscheinung mag vielleicht mit der zur Erklärung solcher langen Wellen später herangezogenen schiefen Lage der Grenzfläche zum Horizont in Verbindung stehen.

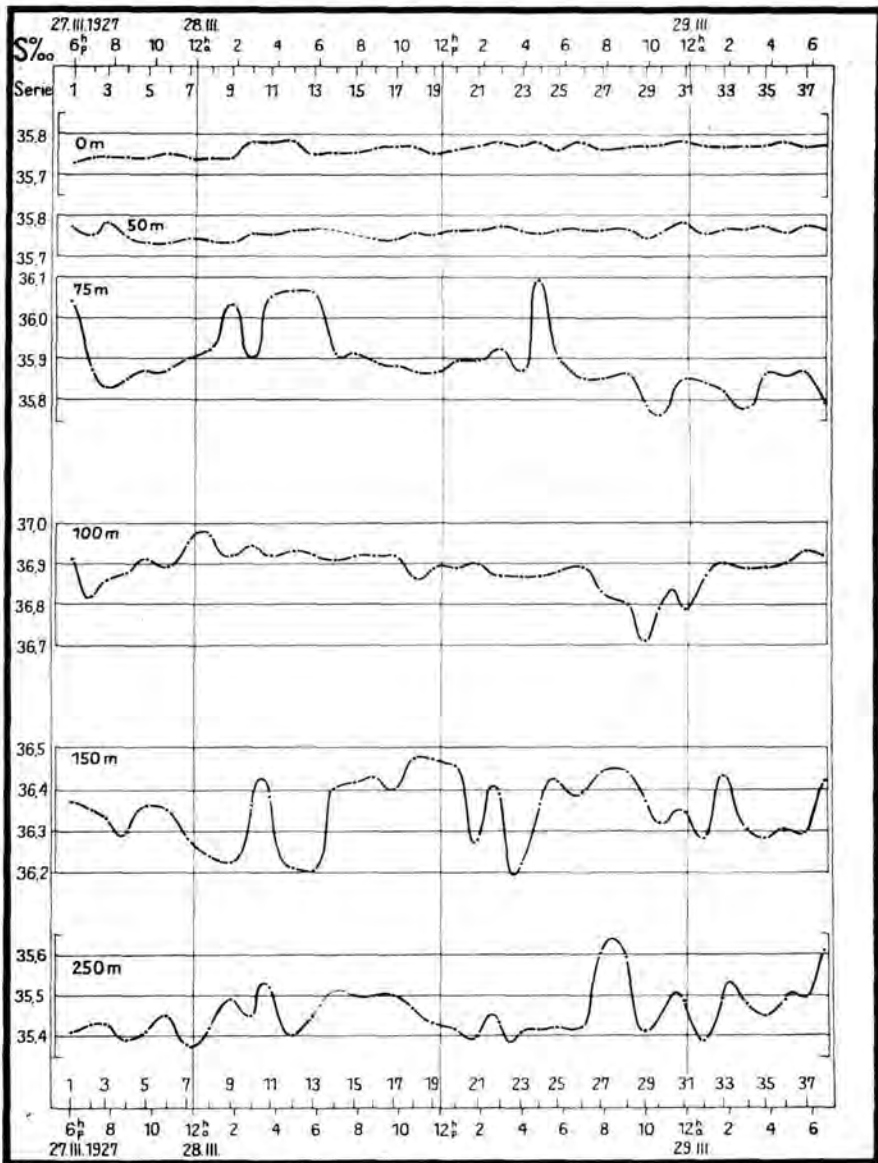


Abb. 29b. Salzgehaltsverlauf auf Ankerstation 288.

Was die Periodenlänge dieser langen Wellen betrifft, kann man wohl annehmen, daß sie Gezeitencharakter besitzt. Die Entfernung von Maximum zu Maximum beträgt im Mittel bei den 100-

und 150 m-Kurven 12,75, die von Minimum zu Minimum 12,5 Stunden. Die Abweichung von der Periode der Halbtagsgezeit ist nicht sehr groß. Die etwas größere Entfernung von Maximum zu Maximum in der ersten, die geringere in der zweiten Hälfte der Kurven erklärt sich ohne Schwierigkeit daraus, daß ja gewiß auch die gantztägige Gezeitenperiode vorhanden ist, die eine solche Verschiebung der Extreme bedingt.

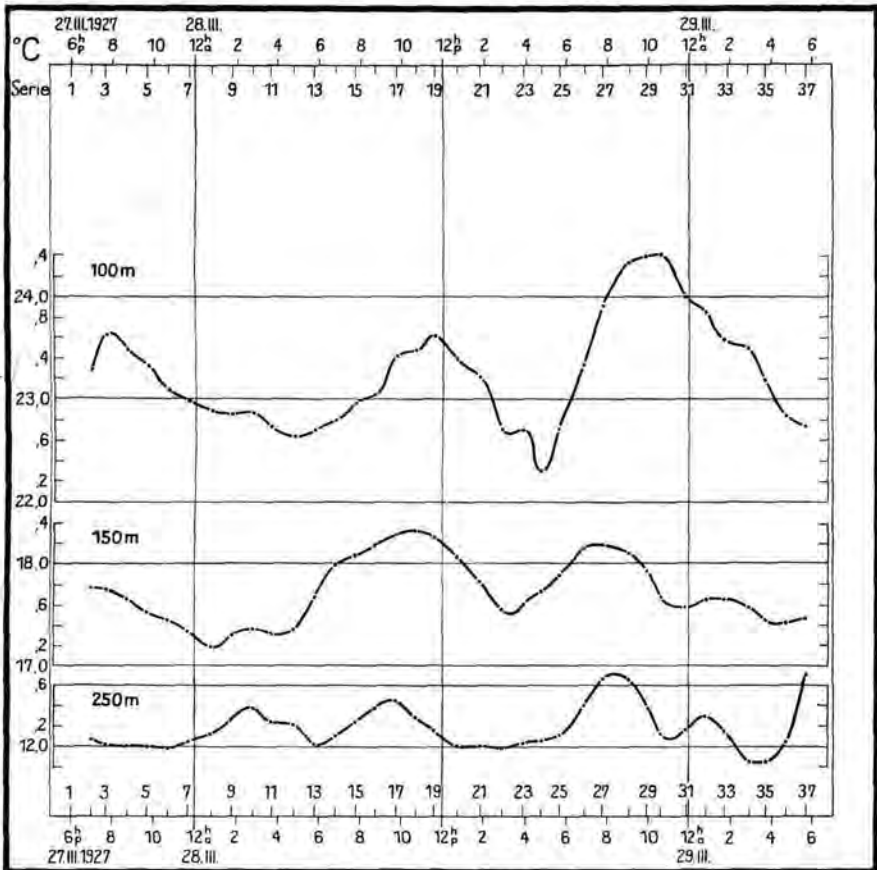


Abb. 30a. Temperaturverlauf nach Eliminierung der kurzen Wellen auf Ankerstation 288.

Besonders deutlich tritt die Schwankung hervor, wenn man den mittleren Temperaturverlauf der Wassersäule zwischen 100 und 250 m berechnet. Er ist in Abbild. 31 gegeben. Die Intervalle sind hier von Maximum zu Minimum bzw. umgekehrt der Reihe nach 6,2, 7,8, 5,8, 5,0, 6,6 Stunden, so daß als mittlere Periode der Welle 12,56 Stunden resultiert. Eine noch eingehendere Analyse dieses Kurvenstückes ergibt, daß die Welle aus der ganz- und halbtägigen Gezeitenperiode zusammengesetzt ist, wobei die Amplitude der ersteren etwa mit $0,20^\circ$, die der letzteren mit $0,24^\circ \text{C}$ beteiligt ist; auch eine etwa sechsstündige Periode scheint als Oberwelle der Halbtagsgezeit vorhanden zu sein.

In ähnlicher Weise wie die Temperaturkurven wurden auch die Salzgehaltskurven behandelt. Während aber bei der Temperatur die Tiefe von 75 m nur gelegentlich der tiefen Schwingungsbäuche der langen Welle in den Bereich der Schwingung einbezogen wurde, spiegeln sich im Salzgehalt auch in dieser Tiefe die Schwankungen in sehr deutlicher Weise. Aber, was besonders hervorgehoben zu werden

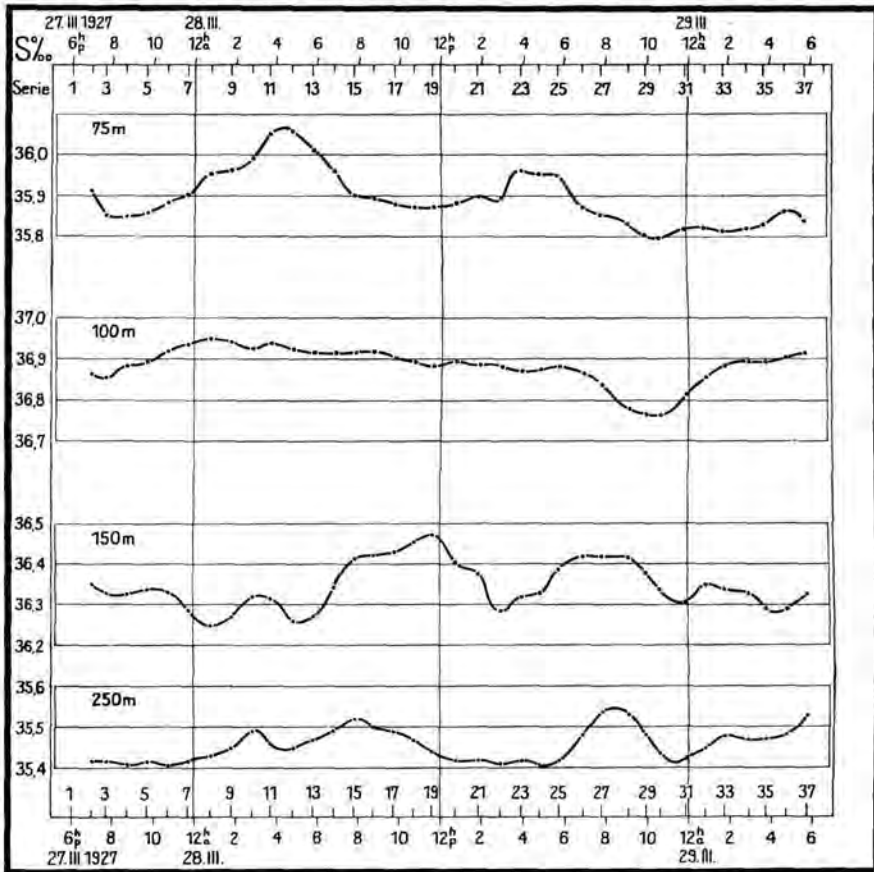


Abb. 3ob. Salzgehaltsverlauf nach Eliminierung der kurzen Wellen auf Ankerstation 288.

verdient, die Schwankungen sind immer invers jenen in der Tiefe von 150 m, und in der Zwischenschicht von 100 m Tiefe treten sie ganz zurück oder sind nur sehr undeutlich zu erkennen. In 250 m hingegen stimmen sie mit jenen in 150 m überein, haben aber an Amplitude bereits abgenommen. Dieses auffallende gegensätzliche Verhalten des Salzgehaltes oberhalb und unterhalb 100 m sowie die Tatsache, daß in 75 m die Temperatur nur in den Wellentälern gestört ist, erscheint sogleich plausibel, wenn die Schwankungen, was ja bei Wellen von vornherein zu erwarten ist, mit vertikalen Verschiebungen der Wassermassen verbunden sind. Die verschobenen Wasserteilchen be-

halten hierbei ihre charakteristischen physikalisch-chemischen Eigenschaften bei, und die Messungen in konstanter Tiefe lassen beurteilen, wie groß die Schwingungsweite der Welle war. Sehen wir uns die mittleren Zustandskurven in Abbild. 28 an, dann erkennen wir, daß bei der Temperatur in 75 m Tiefe nur vertikale Verschiebungen von unten nach oben Temperaturänderungen bedingen können; jene von oben nach unten bringen gleichtemperiertes Wasser, verursachen deshalb keine Änderung. Anders in den größeren Tiefen; da sind die Verschiebungen in jeder Richtung mit entsprechenden Änderungen des Temperaturzustandes bedingt, und deshalb wird die Temperaturwelle symmetrisch ausgebildet sein, während dies in 75 m nicht der Fall sein wird.

Aus der Salzgehaltsverteilung ersehen wir hingegen, daß vertikale Verschiebungen von unten nach oben oberhalb der Schichte von 80 bis 100 m mit Salzgehaltszunahme, solche von oben nach unten mit Salzgehaltsabnahme verbunden sind. Unterhalb der Sprungschichte wird es sich gerade umgekehrt verhalten, während die unmittelbare Umgebung der Grenzfläche indifferent bleiben wird. Die Beobachtungen bestätigen in allen Punkten diese Schlußfolgerungen. Die Kurven zeigen auch, daß unterhalb der Sprungschichte Temperaturabnahme mit Salzgehaltsabnahme und umgekehrt verbunden sind, oberhalb derselben hingegen Temperaturabnahme mit Salzgehaltszunahme. Alle diese mit großer Deutlichkeit sich ergebenden Tatsachen lassen den Schluß zu, daß in der Umgebung der Diskontinuitätsfläche die Wassermassen einheitlich in vertikalen Schwingungsbewegungen begriffen sind, daß die Diskontinuitätsfläche selbst der Träger dieser Bewegungen ist, indem sie wellenartige Verlagerungen durchmacht.

Auch aus den Salzgehaltskurven lassen sich betreffs der Perioden der Schwankungen dieselben Schlüsse ziehen, die früher aus den Temperaturkurven abgeleitet worden sind. Die Verlagerungen der Diskontinuitätsfläche haben, soweit es sich um diese langdauernden Schwankungen handelt, durchaus Gezeitencharakter.

Aus den sich entsprechenden Extremwerten von Temperatur und Salzgehalt und den daraus berechneten Dichtewerten läßt sich auch die Amplitude der Verlagerungen der Diskontinuitätsfläche bestimmen. Die Berechnung ergab im Maximum eine Verlagerung von 20 m, ein erheblicher Betrag, wenn man bedenkt, daß an der Oberfläche die halbtägliche Gezeitenamplitude $\frac{1}{2}$, höchstens 1 m beträgt. Diese wesentlich größere Amplitude der inneren Gezeiten an der Diskontinuitätsfläche erklärt sich ohne weiteres daraus, daß ja das Vorhandensein der oberen Wassermasse die potentielle Energie einer gegebenen Welle infolge des geringen Dichtesprunges zwischen den beiden Flüssigkeiten herabsetzt, die Wellenamplitude einer erzwungenen Deformation deshalb bei gleicher Krafterwirkung um so größer ausfällt, je kleiner der Dichtesprung ist.

Zieht man die in Abbild. 30 graphisch dargestellten langandauernden Schwankungen von den Originalbeobachtungen der Abbild. 28 ab, so bleiben die durch die fortlaufende Summation über je drei Werte eliminierten kurzen Schwankungen übrig; sie sind für die Temperatur-

werte der 100- und 150 m-Tiefe in Abbild. 32 graphisch dargestellt. Für die Tiefe 250 m verlaufen sie in ganz ähnlicher Weise, die Schwingungsweite ist aber schon wesentlich kleiner. Die kurzen Schwankungen im Salzgehalt sind schon infolge des besonderen Verhaltens der mittleren vertikalen Salzgehaltsverteilung etwas unregelmäßiger und unsymmetrischer, entsprechen aber durchaus den dazugehörigen Schwankungen der Temperatur. Die fast vollständige Übereinstimmung der Extreme in den Kurven der Abbild. 32 läßt auch hier keine Bedenken aufkommen, daß man es mit einer reellen Erscheinung zu tun hat. Die Schwingungsweite dieser kurzen Wellen, wie wir

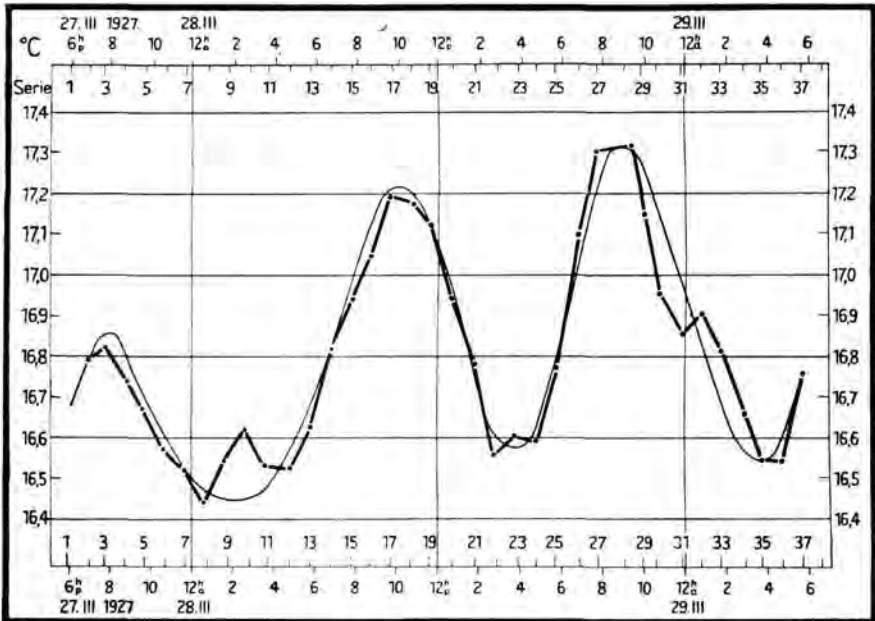


Abb. 31. Mittlere Temperatur der Wassersäule 100 bis 200 m auf Ankerstation 288.

sie nennen wollen, ist kleiner als die der langen, früher besprochenen Wellen. Dies erhellt schon daraus, daß die 75 m-Temperaturkurve (siehe Abbild. 29) durch diese kurzen Wellen nicht tangiert wird. Die mittlere Periode kann durch Abzählung der Maxima bestimmt werden: aus der 100 m-Kurve ergeben sich 2,23, aus der 150 m-Kurve 2,32 Stunden, im Mittel etwa $2\frac{1}{4}$ Stunden.

Wenn man an eine Erklärung der in obigen Ausführungen aus den Beobachtungen abgeleiteten Tatsachen herangeht, ist zunächst festzustellen, daß die Diskontinuitätsfläche, die als Trägerin der ganzen Erscheinung auftritt, als eine quasistationäre Grenzfläche zwischen zwei verschieden bewegten Wassermassen anzusehen ist. Sie zeigt den Beobachtungen gemäß einen Abfall im allgemeinen von den niedrigen gegen die höheren Breiten, und der Betrag dieser Neigung ist nach den theoretischen Untersuchungen von Margules und Bjerknes außer von der Erdrotation vom Dichtesprung und von

den Geschwindigkeiten, mit denen sich die Flüssigkeiten zu beiden Seiten der Grenzfläche bewegen (allgemeine Zirkulation), abhängig. Dieser Betrag der Neigung ist außerordentlich klein und bleibt konstant, solange sich in den physikalisch-chemischen Eigenschaften und in den Bewegungsverhältnissen der beiden Wassermassen nichts ändert.

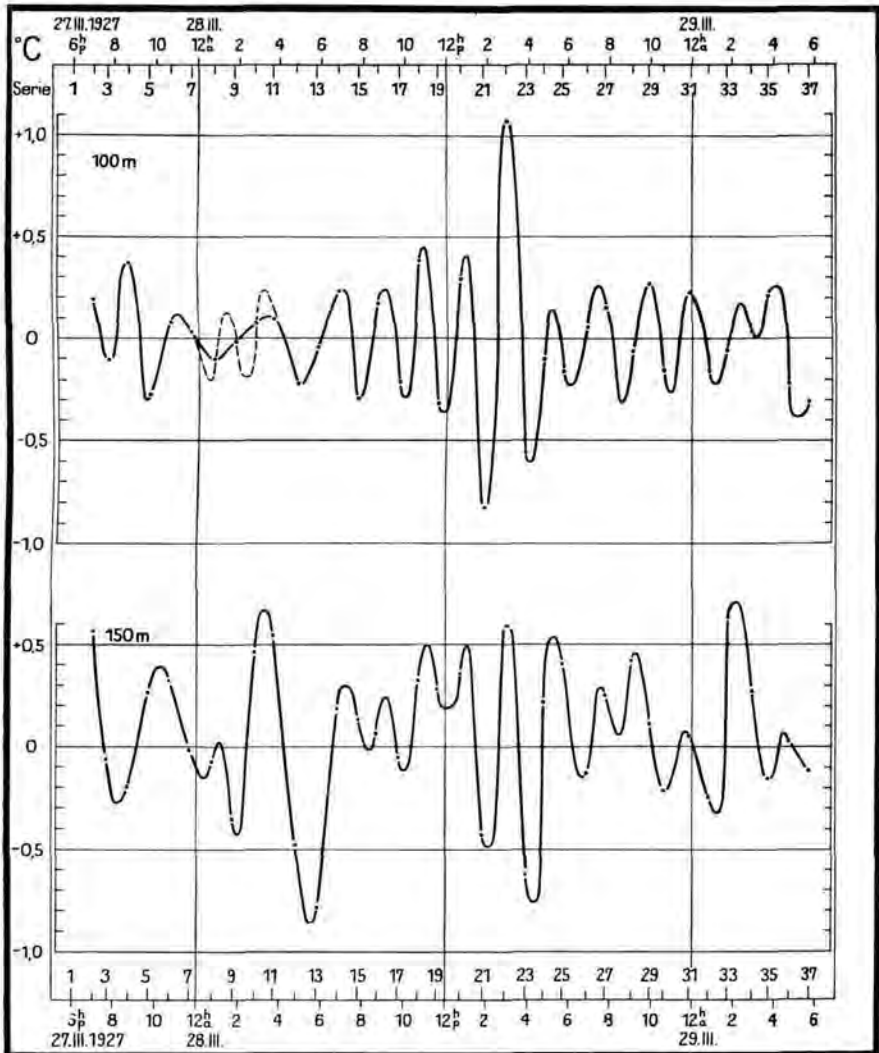


Abb. 32. Die kurzen Wellen auf Ankerstation 288.

An einer solchen stabilen Grenzfläche sind zunächst freie Wellen möglich. Die Neigung der Grenzfläche gegen eine Niveaufläche ist in unserem Falle so klein, daß die freien Wellen so behandelt werden können, wie wenn die Diskontinuitätsfläche zwischen den zwei Wasserarten horizontal verlief. Die Theorie solcher freien Wellen

stammt von Stokes¹⁾ und lehrt, daß an der Grenzfläche fortschreitende Wellen auftreten können, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit außer von der Wellenlänge vom Dichtesprung und von der Höhe der oberen und unteren Wassermasse abhängt. Im speziellen Fall, der uns näher angeht, daß bei großer Tiefe der unteren Wassermasse die Dicke der oberen Wasserschicht klein ist gegenüber der Wellenlänge, wird die Fortpflanzungsgeschwindigkeit unabhängig von der Wellenlänge und nur abhängig vom Dichtesprung und der Dicke der Deckschicht²⁾. Da in dem oben besprochenen Beispiel der Dichtesprung $2 \cdot 10^{-3}$ betrug, seien hier für diesen Wert die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten freier Wellen für verschiedene Dicke der Deckschicht mitgeteilt.

Dichtesprung $\left\{ \begin{array}{l} \text{Höhe der Deckschicht in m: } 25 \quad 50 \quad 100 \quad 200 \quad 300 \quad 400 \\ 2 \times 10^{-3} \end{array} \right.$	Geschwindigkeit freier Wellen in cm/sek: 65 100 135 185 225 260
--	---

Die Tiefe der Diskontinuitätsfläche betrug auf Ankerstation Nr. 288 im Mittel 90 m; die Fortpflanzungsgeschwindigkeit freier Wellen an ihr wird demnach 130 cm/sek betragen haben. Es ist nicht zu zweifeln, daß die früher ermittelten kurzen Wellen als freie Wellen an der Diskontinuitätsfläche anzusehen sind. Die Kenntnis ihrer mittleren Periode setzt uns in die Lage, ihre Wellenlänge zu bestimmen. Nach der Beziehung Wellenlänge = Fortpflanzungsgeschwindigkeit \times Periode, ergibt sich, da die mittlere Periode $2\frac{1}{4}$ Stunden ist, eine Wellenlänge von $10\frac{1}{2}$ km. Dieser Wert ist durchaus plausibel, da bekannt ist, daß die Wellen an Grenzflächen mit relativ geringem Dichtesprung recht lang sein können³⁾. Nach Ursachen ihrer Erregung brauchen wir nicht zu suchen. Denn nur irgendwelche geringe Störungen an der Oberfläche des Meeres (Luftdruckänderungen, Windstöße, Böen u. dgl.), die in ihrem Rhythmus der Periode der freien Wellen nahekommen, vermögen sie mit beträchtlicher Schwingungsweite hervorzurufen⁴⁾. Sie sind eine den Meereswellen an der Oberfläche analoge Erscheinung an der Sprungschicht und erlöschen allmählich durch innere virtuelle Reibung.

Die langen Wellen des früher besprochenen Falles haben wir als Gezeitenwellen charakterisiert. Wie die fluterzeugenden Kräfte Schwingungen an der geeigneten Grenzfläche in direkter Weise hervorzurufen vermögen, ist noch nicht ganz klar; aber in indirekter Weise werden die Gezeitenströme, die durch die fluterzeugenden Kräfte im Ozean hervorgerufen werden, die Lage, insbesondere die Neigung der Diskontinuitätsfläche gewiß beeinflussen. Es ist früher erwähnt

¹⁾ H. Lamb, Lehrbuch der Hydrodynamik § 231, S. 435.

²⁾ Über weitere Ergebnisse der Theorie dieser fortschreitenden Wellen und damit zusammenhängende Fragen wird an anderer Stelle Näheres mitgeteilt werden.

³⁾ V. W. Ekman, On Dead-Water, Scient. Res. of the Norv. North Polar Exp. Christiania 1904; V. W. Ekman, Über Totwasser. Ann. d. Hydrogr. u. mar. Meteor. 1904, S. 562.

⁴⁾ Über die Entstehung von Unterwasserwellen und entsprechende Laboratoriumsversuche siehe W. J. Sandröm, The hydrodynamics of canadian atlantic waters. Canad. Fish. Exp. 1914—15, S. 238; A. Defant, Sitzber. d. Wiener Akad. 1923, S. 81.

worden, daß die Neigung der Diskontinuitätsfläche konstant bleibt, wenn im Bewegungszustand der beiden Wasserarten sich nichts ändert. Wenn die fluterzeugenden Kräfte aber durch Erzeugung von Gezeitenströmen die beiden Wasserarten in ihren Bewegungen ungleich beeinflussen oder sogar Komponenten zu den Meeresströmungen in der Richtung der Neigung der Grenzfläche hervorrufen, dann verlagert sich die Diskontinuitätsfläche, und diese Verlagerungen sind es, die wir als erzwungene Gezeitenwellen bei unseren Wiederholungsserien erfassen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese erzwungenen Gezeitenwellen eine allgemeine Erscheinung und überall dort zu finden sind, wo eine gut ausgebildete Sprungschicht oder wenigstens ein stärkeres vertikales Dichtegefälle in den Ozeanen vorkommt.

Die Bodenwasser-Temperaturen bei der Romanche-Tiefe.

Von G. Böhnecke.

Bei der an Bord vorgenommenen Bearbeitung der Serienmessungen des „Meteor“ in Schnitten und Karten, insbesondere aber in einer vom Berichterstatter angefertigten Karte der Bodentemperaturen, fielen in der durch zwei Meridionalschnitte untersuchten Guinea-Mulde Gebiete mit den niedrigen Temperaturen von $2,0$ bis $2,2^\circ$ in den untersten Wasserschichten auf. Diese Erscheinung ist um so bemerkenswerter, als die „Meteor“-Querprofile IX und VII um $0,2$ bis $0,3^\circ$ höhere Bodentemperaturen aufweisen und daher diese kalten Temperaturen nach Norden und Süden abriegeln. Damit ist aber auch schon eine der Erklärungsmöglichkeiten für diese Erscheinung genommen, nämlich ihre Entstehung im Rahmen der allgemeinen Zirkulation durch Bodenströme auf der Ostseite der Atlantischen Schwelle. Hier sind ähnlich tiefe Temperaturen erst in den hohen Nordbreiten und südlich des Walfisch-Rückens vorhanden, die nicht in direkte Beziehung zu dem obengenannten Kaltwassergebiet gebracht werden können.

Es lag daher nahe, seinen Ursprung westlich der Atlantischen Schwelle zu suchen, wo z. B. in der großen Brasilianischen Mulde Temperaturen von nur 1° und darunter mit dem Antarktischen Bodenstrom bis über den Äquator nach Norden vorstoßen. In der Tat sind Vermutungen in dieser Richtung, und zwar in Verbindung mit der Romanche-Tiefe, schon geäußert worden. So kommt v. Drygalski¹⁾ 1904 hauptsächlich auf Grund der Lotungen des „Gauß“ zu dem Ergebnis, daß die Atlantische Schwelle bei der Romanche-Tiefe „eine völlige Durchbrechung“ erfährt. In seinem jüngst erschienenen Werke „Ozean und Antarktis“²⁾ hält er nach eingehender Bearbeitung der Lotungen eine solche Durchbrechung jedoch für unwahrscheinlich. Es sei erwähnt, daß sich Schott und Schulz³⁾ in der Bearbeitung der Er-

¹⁾ v. Drygalski, Zum Kontinent des eisigen Südens. Berlin 1904.

²⁾ v. Drygalski, Ozean und Antarktis. Meereskundliche Forschungen und Ergebnisse der Deutschen Südpolarexpedition 1901 bis 1903 Bd. VII. Berlin 1926.

³⁾ Schott u. Schulz, Die Forschungsreise „S. M. S. Möve“ im Jahre 1911. Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte XXXVII. Hamburg 1914.

gebnisse der Forschungsreise von S. M. S. „Möve“ dem ersten Standpunkt v. Drygalskis nähern, indem sie auf Grund einiger Bodentemperaturen von „Planet“ und „Möve“ auf einen vielleicht möglichen Zusammenhang der Bodenwasserschichten des Atlantischen Ozeans zwischen Ost- und Westseite durch die Romanche-Tiefe hindeuten.

Waren die „Meteor“-Beobachtungen insofern wertvoll, als sie zu einer neuerlichen Aufrollung dieser Frage führten, so reichen sie, da der Kurs des „Meteor“ auf den Profilen IX und XI (vgl. den 3. Expeditionsbericht¹⁾ Abb. 5) nicht in unmittelbarer Nähe der Romanche-Tiefe vorbeiführte, zu einer eingehenden Behandlung nicht aus. So interessant er auch gewesen wäre, mit Rücksicht auf das Programm und den Fahrbereich des Schiffes mußte ein Abstecher dahin unterbleiben. Zur Ausfüllung der Lücke zwischen den Profilen haben wir daher auf die Beobachtungen älterer Expeditionen zurückgegriffen, die in den Karten (Abb. 33 und 34) verarbeitet sind.

Als morphologische Grundlage diente die Tiefenkarte der Ozeane von Groll²⁾ und die von v. Drygalski in „Ozean und Antarktis“ gegebene Speziālskizze der Umgebung der Romanche-Tiefe, die in eine quadratische Plattkarte (etwa 1 : 11 000 000) übertragen wurden. Weitere Angaben lieferte die „Carte générale bathymétrique des Océans“ des Fürsten von Monaco und schließlich dienten die Echo- und Drahtlotungen des „Meteor“ auf Profil IX bis XI zur Feststellung des Verlaufs der Atlantischen Schwelle. Es mag erwähnt werden, daß sich die Lotungsergebnisse des „Gauß“ und des „Meteor“ ohne Zwang in die Grollsche Auffassung der Tiefenverhältnisse einfügen.

Für die Zeichnung der Isothermen des Bodenwassers wurden außer den in Frage kommenden „Meteor“-Stationen die Messungsergebnisse älterer Expeditionen benutzt. Da eine bis ins einzelne gehende Aufzählung den Rahmen dieses vorläufigen Berichtes überschreiten würde, sind in Tabelle 1 nur die Namen der Expeditionsschiffe und der verwendeten Stationen, soweit sie Bodentemperaturangaben enthalten, aufgeführt.

Tab. 1. Quellennachweis zur Karte der Bodentemperaturen.

Name des Schiffes	Nummer der Stationen
Buccaneer	45, 46, 47, 48.
Challenger	102, 103, 104, 105, 346, 347, 348.
Gauß	5, 6, 8, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 133, 138.
Gazelle	20, 21, 26, 29.
Planet	17, 19, 20, 21, 22.
Romanche	Station auf 3°2' S und 18°11' W.
Stephan	18, 23, 27, 31, 35, 41.
Valdivia	48

Abb. 33 gibt einen Überblick über die morphologischen Verhältnisse in der Umgebung der Romanche-Tiefe. Die Mittelatlantische Schwelle,

¹⁾ Die Deutsche Atlantische Expedition, III. Bericht. Ztschr. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1927.

²⁾ Groll, Tiefenkarte der Ozeane. Veröffentl. d. Inst. f. Meereskunde. N. F. A. H. 2. Berlin 1912.

die durch die 4000 m-Isobathe abgegrenzt ist, tritt mit ihren parallel laufenden Aufragungen von weniger als 3000 m Tiefe, die v. Recum¹⁾ im dritten Bericht der „Meteor“-Expedition behandelte, deutlich hervor. Ihr Hauptkamm, der im Südatlantischen Ozean auf einer mittleren Länge von 12° W in fast meridionaler Richtung verläuft, biegt dicht unter dem Äquator scharf nach Westen um und erfährt hier in etwa 18° W eine Unterbrechung durch den 7370 m tiefen Kessel der Romanche-Tiefe, der bis zu einer Tiefe von 7230 m auch vom „Gauß“ auf 0° 11' S und 18° 16' W erlotet wurde. In schmaler Zunge beginnend, setzt er sich darauf in westlicher Richtung fort. Von dieser Unterbrechung darf man wohl nach dem bisher vorliegenden Lotungsmaterial vermuten, daß sie bis zu einer Tiefe von 4000 m quer durch die Schwelle

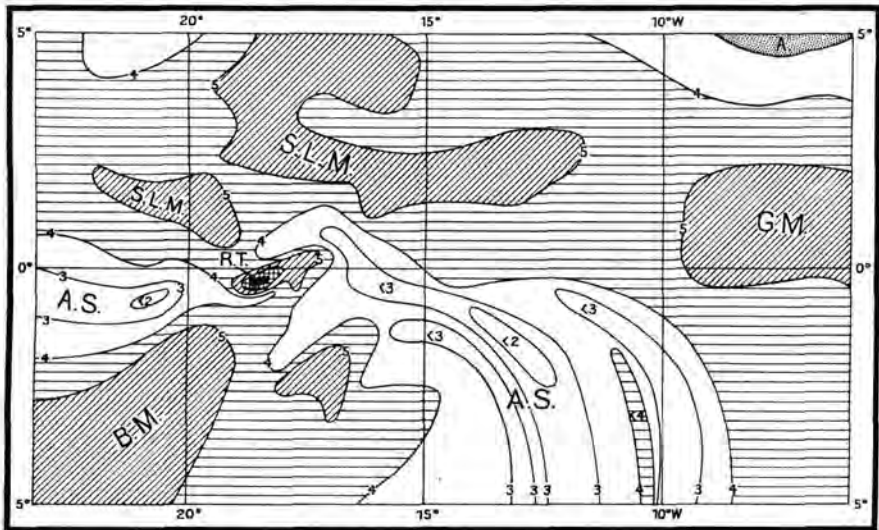


Abb. 33. Relief des Meeresbodens in der Umgebung der Romanche-Tiefe.

geht. Auf ihrer Nordseite, wo sich die nach Grolls Auffassung in zwei kleinere Becken getrennte Sierra Leone-Mulde anschließt, bestand darüber bisher auch kein Zweifel. Auf der Tiefenkarte des Fürsten von Monaco ist die Romanche-Tiefe sogar durch die Isobathenführung in die Sierra Leone-Mulde einbezogen worden. Auch auf der Südseite kann man nach den vorliegenden Lotungen mit einer Unterbrechung durch eine Tiefe von mehr als 4000 m rechnen, so daß nunmehr eine, wenn auch schmale, durchgehende Einsenkung vom Brasilianischen Becken auf der Westseite des Ozeans durch die Atlantische Schwelle hindurch zur Ostseite führt. Eine gewisse Vorsicht bleibt jedoch bei dieser Annahme trotz der großen Zahl von Lotungen an dieser Stelle angebracht, denn nach den Erfahrungen mit den engabständigen Echo- lotungen des „Meteor“ wissen wir, daß selbst in bislang gut bekannten Gebieten noch Überraschungen möglich sind.

¹⁾ Vgl. Anmerkung 4. zu Seite 2.

Diese auf morphologischer Grundlage gewonnene Annahme wird bestätigt durch die Anordnungen der Bodentemperaturen (Abb. 34). Die Karte zeigt, daß auf der Atlantischen Schwelle Gebiete mit Temperaturen von $2,5$ bis $2,7^{\circ}$ vorhanden sind. Diese werden jedoch durch eine Zunge kalten Wassers von etwa 1° getrennt, die sich aus der mit Wasser von $0,5$ bis $1,0^{\circ}$ erfüllten Brasilianischen Mulde in nördlicher Richtung über die Romanche-Tiefe erstreckt. Nach Überschreiten des „Passes“ trifft dieses Wasser mit den oberen Teilen des Nordatlantischen Bodenstroms zusammen, der von Norden her über den Sierra Leone-Rücken (Schwellentiefe etwa 4500 m) in die Sierra Leone-Mulde kommt. Infolge der Vermischung mit diesem Wasser nordatlantischer Herkunft, dessen Temperatur auf der Osthälfte des „Meteor“-

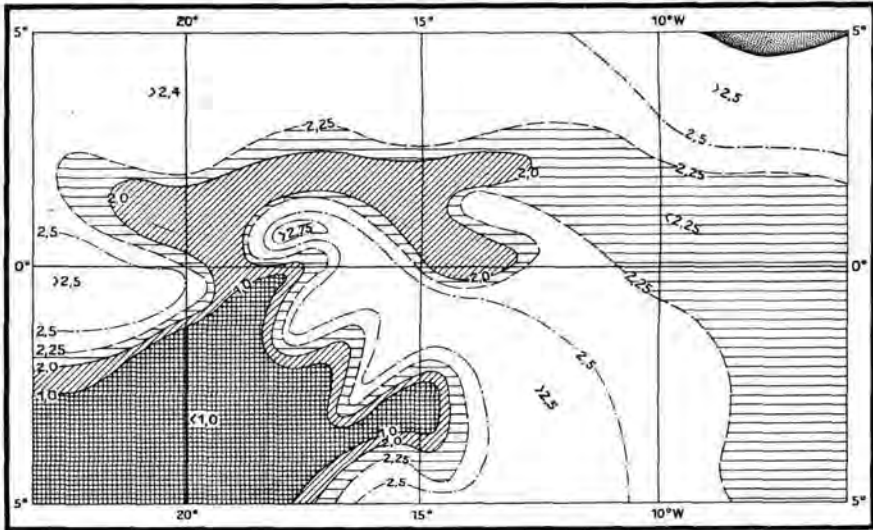


Abb. 34. Bodentemperaturen in der Umgebung der Romanche-Tiefe.

Profilen IX etwa $2,4^{\circ}$ betrug, zum Teil auch durch die adiabatische Temperaturzunahme beim Absinken in die Sierra Leone-Mulde, steigt die Temperatur auf $1,9$ – $2,0^{\circ}$.

Der allgemeinen Bewegungstendenz folgend, biegt die schmale Zunge kalten Wassers nach Osten um. Daher zeigt das von der 2° Isotherme umgrenzte Gebiet eine vorwiegend west-östliche Erstreckung, ungefähr parallel dem Nordhang der Atlantischen Schwelle, an den es sich anlehnt. Sich langsam erwärmend, jedoch noch kälter als die Umgebung, zieht sich dieses z. T. aus der Brasilianischen Mulde herstammende Wasser nach Osten. Seine letzten Spuren fanden wir im östlichen Teil der Guinea-Mulde, die von ihm bis 2° O ausgefüllt wird; hier ergab die Messung der Bodentemperatur einer „Meteor“-Station noch $2,25^{\circ}$. Im Süden bietet der Guinea-Rücken dem weiteren Vordringen auf etwa 5° S halt. Die „Gazelle“-Station 29 liegt dicht vor dem Nordhang dieses Rückens und zeigt mit einer Bodentemperatur von $2,18^{\circ}$ noch den Einfluß des kalten Wassers.

Nach dem oben Gesagten kann man die Unterbrechung der Schwelle wohl nicht mehr in Zweifel ziehen, denn die Verteilung der Temperaturen spricht deutlich für einen Zusammenhang zwischen Ost und West. Die Schwellentiefe der Einsenkung kann, wenn man die Temperaturverhältnisse des „Meteor“-Profils XI zugrunde legt, mit 4100 bis 4400 m angenommen werden; denn in diesem Niveau befinden sich im Westatlantischen Ozean die Temperaturen, die auf unserer Karte in der Einsenkung der Atlantischen Schwelle vorhanden sind. Dieser Wert würde auch dem morphologisch gefundenen Ergebnis entsprechen.

So klein diese Einsenkung der Schwelle im Vergleich zu den übrigen Formen des Meeresbodens auch erscheinen mag, so bedeutsam ist ihr Einfluß für die hydrographischen Verhältnisse der unter dem Äquator gelegenen Mulden auf der Ostseite der Mittelatlantischen Schwelle. Sie ermöglicht es, daß Wasser antarktischer Herkunft noch hier im Norden in die Sierra Leone- und die Guinea-Mulde eindringt, während solchem Wasser im Süden der Zugang zur Osthälfte des Ozeans schon durch den Atlantisch-Indischen Querrücken erschwert und dann durch den Walfisch-Rücken gänzlich verwehrt ist.

Ozeanographische Sonderuntersuchungen.

Von A. Schumacher.

(Mit 2 Abbildungen.)

A. Verdunstungsmessungen.

In der Anlage der Verdunstungsmessungen wurde seit dem dritten Bericht nichts geändert (vgl. Zschr. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1927, S. 135). Die benachbarten Profile XII und XIV boten in ihrem mittleren Teil, im Gebiet des Nordostpassats, sehr schlechte Beobachtungsbedingungen, da genau gegen den Wind angedampft wurde. Infolgedessen war das Verdunstungsgefäß wie das ganze Achterdeck fast dauernd mit Flugasche dicht bedeckt. Die Beobachtungen mußten daher wochenlang unterbleiben; denn auf der Back schien ein ungestörtes Ausbringen des Verdunstungsmessers schon wegen der Spritzer nicht gewährleistet. So klafft zwischen Profil IX und XIII eine bedauerliche Lücke. Dafür bot das nördlichste 13. Profil, das vor dem Winde abgefahren wurde, Gelegenheit zu einem lückenlosen Profil durch das Gebiet kräftigsten Nordostpassats annähernd in seiner Längsrichtung. Hier wurden etwa in 40° W und 15—20° N die höchsten auf der ganzen Expedition beobachteten Werte der Gefäßverdunstung (10 bis 12 mm in 24 Stunden) gefunden. Nach Westen, zur südamerikanischen Küste hin, sinken die Tagesbeträge wieder auf 8 bis 9 mm; das ist derselbe Wert, der in der Gegend von Kap San Roque, noch im Gebiet des Südostpassats, auf Profil IX, XI und XII sich ergeben hatte. Sehr viel geringere Werte wurden in dem Dreieck Kapverde-Inseln—Kap Blanco—Bissagos-Inseln, das ja noch der nordwestafrikanischen Kühlwasserregion zuzurechnen ist, gefunden. Hier schwankt der 24 Stunden-Betrag zwischen 4 und etwa 6,5 mm. In diesem Gebiet gelang es auch zum einzigen Male während der letzten

drei Profile, einige Vergleichsreihen (Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit) vom Boot und vom Schiff aus durchzuführen, und zwar noch in der Zone, in der die Lufttemperatur höher ist als die Wassertemperatur. In der — wahrscheinlich sehr viel weniger ausgedehnten — entsprechenden Zone vor der südwestafrikanischen Küste war zu einer solchen Vergleichsreihe keine Gelegenheit gewesen.

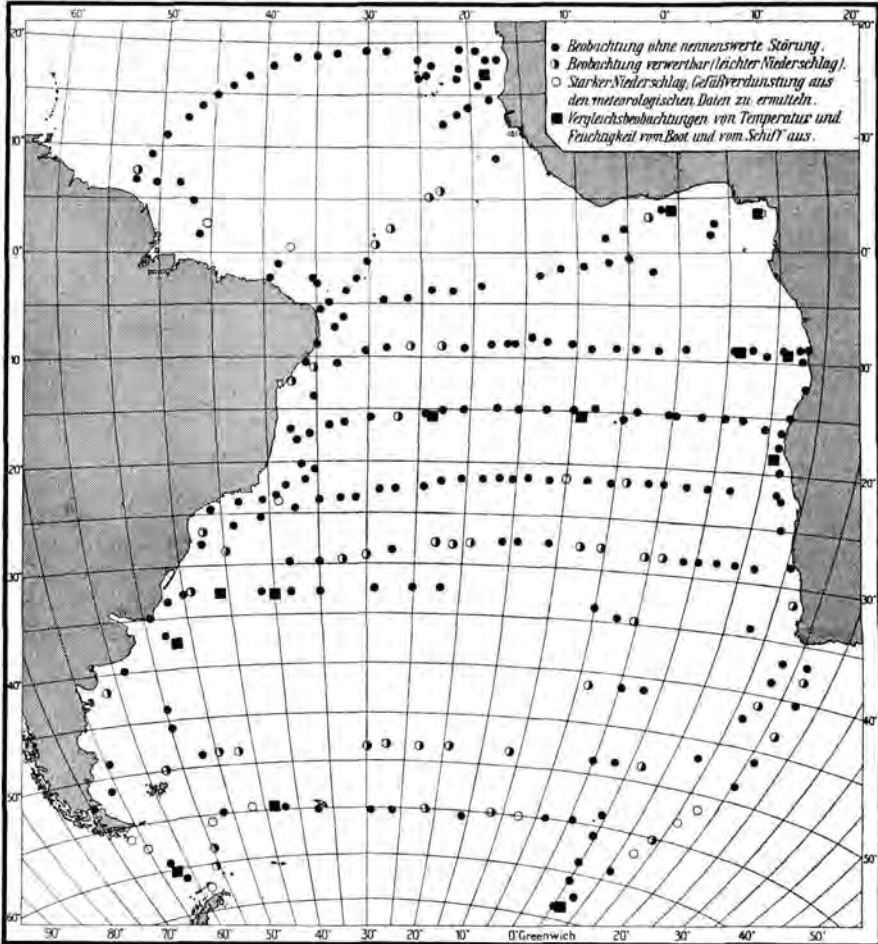


Abb. 35. Verdunstungsbeobachtungen auf dem „Meteor“.

Die beistehende Abbildung 35 gibt einen vorläufigen Überblick über das im Arbeitsgebiete des „Meteor“ aufgesammelte Beobachtungsmaterial zur Verdunstungsmessung. Die Karte zeigt drei größere Lücken, die durch schlechtes Wetter oder ungünstige Kursrichtung bedingt sind: Die schon erwähnte im Gebiet des Nordostpassats, ferner im Gebiet des Südwestmonsuns vor der Liberia-Küste und schließlich in der Westwindzone auf dem Winterprofil I. Erfreulich ist, daß etwa zwei Drittel der erhaltenen Werte ohne Störung durch Niederschläge

nahmen gemacht; sie entfallen sämtlich auf die Region der Kapverdischen Inseln. Die Aufnahmen werden erst in der Heimat entwickelt.

Das Kärtchen (Abb. 36) zeigt die Verteilung der Punkte, an denen im Verlauf der Expedition stereophotogrammetrische Wellenaufnahmen gemacht worden sind. Wie aus den beigegefügten Zahlen hervorgeht, handelt es sich meistens um Seegang mittlerer Stärke; dies ist schon durch die günstigen Wetterverhältnisse bedingt, unter denen die Expedition größtenteils verlief. Zum anderen Teil ist es eine Folge der geringen Abmessungen des Schiffes; bei voller Sturmsee wurde auf der ungeschützten Back ein Arbeiten mit der notwendigerweise unhandlichen Vorrichtung sehr bald unmöglich. Die größte gemessene Wellenhöhe beträgt etwa 9,5 m (Seegang 6 bis 7), aufgenommen südlich von Kap Horn. Bei diesen Aufnahmen erwies sich die auf „Meteor“ erreichbare Höhe bei der Ausbringung der Vorrichtung als nicht mehr ganz ausreichend; der Schichtlinienplan weist eine Anzahl sichttoter Flächen auf. Es ist der Auswertungsstelle (Konsortium Lichtbild-Stereographik, jetzt Photogrammetrie in München) gelungen, auch Dünungsaufnahmen zu vermessen, die bei fast ganz glatter See gemacht wurden. Somit liegt auch einiges Material über fast völlige freie Schwingung der Meeresoberfläche vor. — Wertvoll für Vergleiche werden die an einer Position kurz hintereinander gelungenen Aufnahmen sein; auf den Schichtlinienplänen dieser Art, die der Berichtserstatter bisher einsehen konnte, zeigen sich augenfällige Unterschiede schon auf den ersten Blick im Charakter der Schichtlinien. Besonders diese Aufnahmen lassen den Wunsch wieder lebhaft werden, daß der Schritt vom Stereo-Einzelbild zum Stereo-Reihenbild bald gemacht werde. Für „Meteor“ mußte auf diesen Fortschritt von vornherein verzichtet werden, da die beschränkten Bordverhältnisse, vor allem die geringe Deckshöhe, den Einbau einer derartigen gleicherweise stabilen wie empfindlichen Vorrichtung nicht zuließen.

Bericht über die chemischen Arbeiten.

Von H. Wattenberg.

Auch die letzten drei Profile wurden im wesentlichen nach dem bisherigen System durchgeführt. Eine Übersicht über die Anordnung der Untersuchungen auf den einzelnen Profilen geben die schematischen Schnitte, die im ozeanographischen Bericht abgedruckt sind. Über kleinere Änderungen in der Arbeitsweise und neue Methoden soll kurz berichtet werden.

Um das unmittelbar über dem Meeresboden befindliche Wasser auf seine Alkalinität und Wasserstoffionenkonzentration untersuchen zu können, genügt das meist getrübe Wasser in der Stoßröhre über der Bodenprobe nicht. Deshalb wurde auf einer Anzahl Stationen der Sigsbeeschöpfer am Kopf der Stoßröhre befestigt, statt wie bisher am Draht 50 m über dem Boden. Die Anordnung hat sich bewährt; nur einmal war das Wasser getrübt, weil die Röhre bis zum Wasserschöpfer in den Boden eingedrungen war.

Auf den letzten Profilen wurden Versuche, die auf die Bestimmung des Eisens in verschiedenen Meerestiefen abzielten, zu einem gewissen Abschluß gebracht. Da die Gegenwart dieses Elements für das Leben der Pflanzen von großer Bedeutung ist, wäre es von Interesse gewesen, etwas über seine Verteilung im Ozean zu erfahren. Die älteren Angaben über den Gehalt an Eisen ließen die Verwendung einer einfachen Methode möglich erscheinen. Sie stellten sich aber als viel zu hoch heraus, so daß die Methode erheblich empfindlicher gestaltet werden mußte. Dadurch wurde die Arbeit sehr erschwert, denn die geringsten Verunreinigungen in den Reagenzien usw. fielen recht störend ins Gewicht. So konnten nur Näherungswerte über den mittleren Eisengehalt des Ozeanwassers erhalten werden, die nicht erlauben, irgend etwas über die Abhängigkeit von der Tiefe oder der geographischen Lage auszusagen. Im Mittel wurde auf dem „Meteo“ 0,06 mg/l gefunden, während die Literatur 1,50 mg/l angibt, d. h. etwa 25mal soviel¹⁾. Dabei dürfte der wahre Wert eher noch niedriger sein als der hier an Bord erhaltene.

Für das letzte Profil schiffte sich Herr Dr. QuasebARTH vom Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische und Elektrochemie auf dem „Meteo“ ein, um die bisher in Berlin ausgeführten Edelmetallbestimmungen sofort nach dem Schöpfen des Wassers bis zu einem Stadium zu verarbeiten, in dem sie gefahrlos transportiert werden können. Die bis dahin übliche Versendung der Seewasserproben in Glasflaschen gab zu Bedenken Anlaß. Über diese Arbeiten wird Herr Dr. QuasebARTH anschließend selbst berichten.

Vorläufige Ergebnisse.

Die Ergebnisse der Alkalinitätsbestimmungen, die im vorigen Bericht mitgeteilt wurden, konnten durch eine große Anzahl neuer Analysen bestätigt werden. Es wurde ferner gefunden, daß die Anreicherung der Bodenschichten an Kalk durch Auflösung von CaCO_3 aus dem Sediment weitgehend von der Meerestiefe abhängig ist: Je tiefer das Meer, um so stärker ist die Zunahme der Alkalinität nach dem Boden zu. Der Kohlensäuregehalt und damit die Lösungsfähigkeit des Wassers für Kalziumkarbonat zeigt aber zwischen den in Betracht kommenden Tiefen keine wesentlichen Unterschiede. Die schwächere Schichtung des Bodenwassers bei geringeren Meerestiefen ist daher wohl auf eine intensivere Mischung durch Turbulenz (virtuelle Reibung) am Boden zurückzuführen, die einer Anreicherung von Kalk über dem Boden entgegenwirkt. Es liegt nahe, dies mit den im allgemeinen in flacherem Wasser größeren Stromgeschwindigkeiten in Zusammenhang zu bringen. Die Zunahme der Alkalinität mit steigender Meerestiefe aus einem verschiedenen Kalkgehalt der Sedimente zu erklären, ist nicht möglich, denn meistens sind die Sedimente aus größerer Tiefe gerade kalkärmer. Diese zwei Faktoren, die Turbulenz und der Kalkgehalt des Sedimentes, wirken also in entgegengesetzter Richtung: die Turbulenz nimmt mit stei-

¹⁾ Vgl. W. Vernadsky, La matière vivante et la chimie de la mer. Rev. gén. S., 35. Jahrg., S. 7. (1924.)

gender Tiefe ab, dadurch wird eine stärkere Kalkanreicherung am Boden begünstigt; der Kalkgehalt des Sedimentes, der mit der Tiefe im allgemeinen geringer wird, wirkt bei steigender Tiefe auf kleinere Bodenalkalität hin, aber erst bei sehr geringen Kalkgehalten, wie sie in den Roten Tonen gefunden werden, überwiegt dieser Einfluß.

In räumlich voneinander getrennten Teilen der Ozeane kann auch in der gleichen Tiefe ein verschiedener Austausch vorhanden sein, nämlich infolge der morphologisch bedingten Unterschiede in der Intensität des Bodenstroms. In den Becken mit der geringen Wassererneuerung werden die Bedingungen für eine stärkere Schichtung in der Alkalinität über dem Boden gegeben sein. Auf die Bedeutung dieser Unterschiede für die Verbreitung des Roten Tons im Atlantischen Ozean hat Herr Dr. Correns in seinem Bericht aufmerksam gemacht.

Die Phosphorsäureverteilung im Oberflächenwasser des Untersuchungsgebietes zeigt eine große Ähnlichkeit mit der in den südlichen Subtropen: Geringe Menge an der amerikanischen Küste, darauf kein nachweisbarer Phosphatgehalt bis in die östliche Hälfte des Ozeans, und im letzten Drittel bis zur afrikanischen Küste ein Ansteigen auf verhältnismäßig sehr hohe Beträge. Mit diesem Phosphorsäurereichtum in der Nähe der afrikanischen Küste gehen parallel die Anzeichen für Auftriebwasser: relativ niedrige Temperaturen, hohe Kohlensäuregehalte, ferner äußerst starke Planktonentwicklung, grüne Wasserfarbe, starkes Meerleuchten usw. Das aufsteigende nährstoffreiche Tiefenwasser bringt hier, unter dem Einfluß von Licht und Wärme, das Leben zu starker Entfaltung.

Die Vertikalverteilung des Sauerstoffgehalts und der Wasserstoffionenkonzentration.

Die Kurven in Abb. 37a und 37b sollen die Beziehungen zwischen Sauerstoffgehalt und Wasserstoffionenkonzentration zeigen, ferner um die Unterschiede im chemischen Charakter zwischen Ost- und Westbecken und den Verlauf in nordsüdlicher Richtung zu veranschaulichen; schließlich soll durch Vergleich mit dem von Dr. Wüst entworfenen Kurven des Salzgehalts und der Temperatur auf die Verschiedenartigkeit hingewiesen werden, mit der sich die Strömungsverhältnisse in den ozeanographischen und in den chemischen Faktoren auswirken.

Wenn man zunächst die zusammengehörigen Kurven von Sauerstoff (O_2) und Wasserstoffionen (H^+) betrachtet, fällt sofort auf, daß O_2 -Kurven und H^+ -Kurven in den Hauptzügen einander spiegelgleich verlaufen: Einer Abnahme von O_2 -Gehalt entspricht eine Zunahme der H^+ -Konzentration und umgekehrt. Das ist eigentlich von vornherein zu erwarten, wenn man sich die chemischen Zusammenhänge vergegenwärtigt, die zwischen diesen beiden Faktoren in einem von Organismen bevölkerten Meere bestehen. Die folgenden Betrachtungen gelten für die Tiefen, in denen heterotrophe Organismen (Tiere und Bakterien) gegenüber den pflanzlichen Zellen eine überwiegende Rolle spielen, also nicht für die obersten 100 bis 200 Meter.

Die Sauerstoffmengen, die in den sauerstoffarmen Schichten fehlen, sind zur Verbrennung organischer Substanz — vor allem durch Ver-

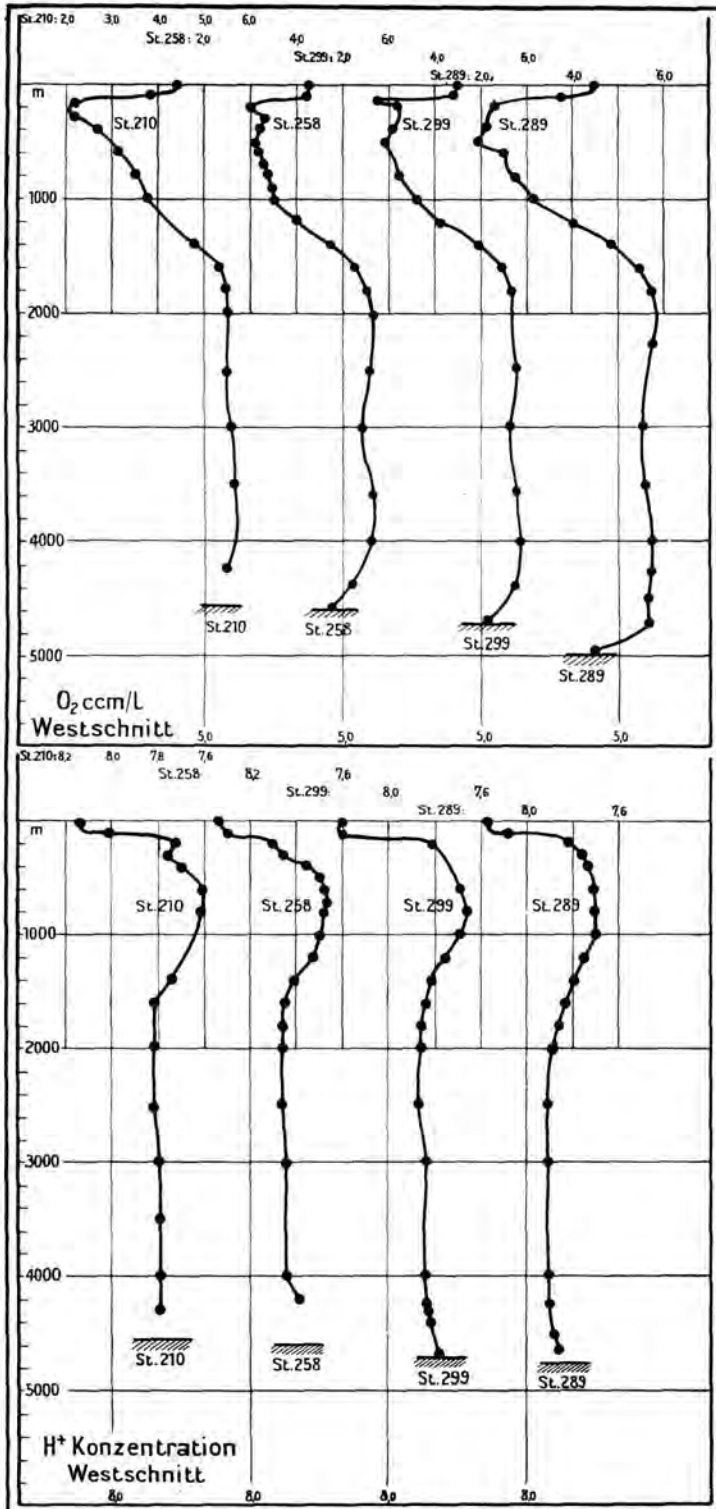


Abb. 37a. Sauerstoffgehalt und Wasserstoffionenkonzentration im Äquatorialgebiet westlich der Mittelatlantischen Schwelle.

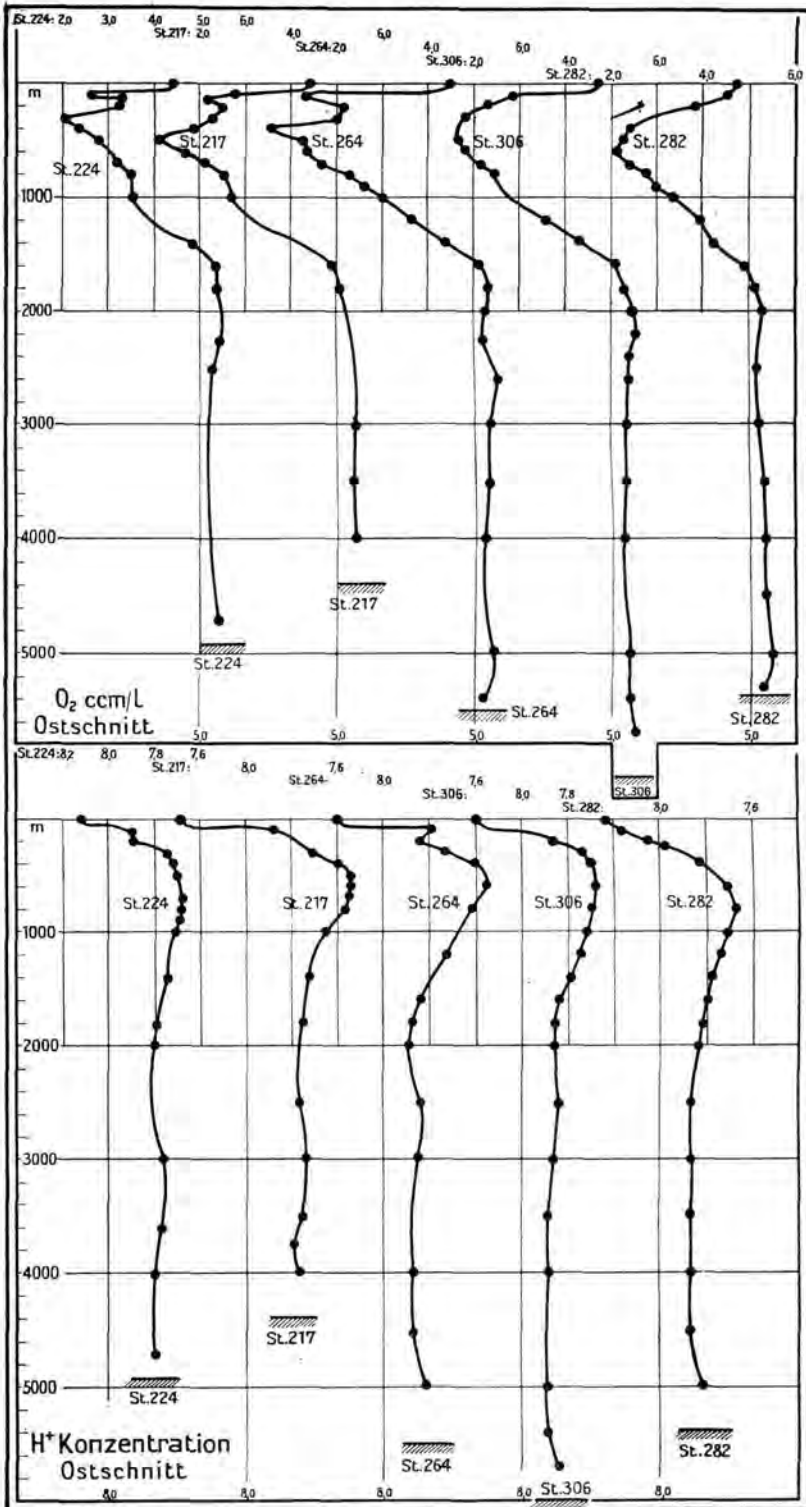
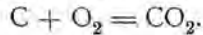
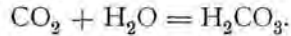


Abb. 37b. Sauerstoffgehalt und Wasserstoffionenkonzentration im Äquatorialgebiet östlich der Mittelatlantischen Schwelle.

atmung in lebenden Zellen — verbraucht worden. Dabei entsteht aus dem Wasserstoff der organischen Substanz Wasser, das im Meere natürlich nicht bemerkbar wird, und aus dem Kohlenstoff Kohlendioxyd (CO_2) nach folgender einfachen Formel:



Das Kohlendioxyd löst sich im Wasser und bildet zu bestimmtem Prozentsatz Kohlensäure nach:



Wie jede Säure ist die Kohlensäure in wässriger Lösung z. T. in elektrisch geladene Bestandteile, ihre Ionen, zerfallen:



Die Menge der gebildeten Ionen ist also ein Maß für die Menge Kohlensäure und damit auch Kohlendioxyd, die im Wasser vorhanden ist. Da die Konzentration der Wasserstoffionen (H^+) verhältnismäßig leicht zu bestimmen ist, bedient man sich gern dieser Methode, um die gelöste Kohlendioxydmenge kennenzulernen. Faßt man die drei Gleichungen zusammen zu



so erkennt man deutlich, daß für eine bestimmte Menge Sauerstoff, die zur Oxydation organischer Substanz dient, eine entsprechende Menge Wasserstoffionen entstehen. Die Kurven geben eine gute Bestätigung dafür, daß diese einfachen Vorgänge in den tropischen Meeren tatsächlich eine vorherrschende Rolle spielen. Auf die Abweichungen, die im einzelnen von dem reziproken Verhalten von O_2 und H^+ in den Kurven vorhanden sind, wie die tiefere Lage des Maximums der H^+ -Konzentration als die des O_2 -Minimums und die zu hohen Werte des Sauerstoffs im Tiefenstrom, kann hier nicht näher eingegangen werden. Sie sind vor allem auf Differenzen im Kalkgehalt des Wassers und auf Unterschiede in der Herkunft der Wassermassen zu suchen. Es kam hier nur darauf an, die übereinstimmenden großen Züge hervorzuheben.

Es sollen nun die **Sauerstoffkurven** in ihrer Beziehung zur **Zirkulation** etwas eingehender betrachtet werden. Der gemeinsame Habitus aller Kurven läßt sich etwa so zusammenfassen: Unter einer sauerstoffgesättigten Oberflächenschicht nimmt in 100—200 m der Gehalt rapide ab bis zu einem Minimum von unter 2—3 ccm im Liter in 200—500 m Tiefe, darauf steigt der O_2 -Gehalt schnell an bis über die Werte an der Oberfläche, um von etwa 2000 m an ziemlich gleich (5,2—5,8 ccm/l) zu bleiben bis in die Nähe des Bodens, wo wieder eine Abnahme des O_2 -Gehaltes stattfindet.

Die erste starke Abnahme, die überall die obere Grenze des ausgedehnten **Sauerstoffminimums** der niederen Breiten bildet, beginnt unterhalb der **Dichtesprungschicht**, die das leichte warme Wasser der Oberflächenschichten von dem darunterliegenden schweren kalten trennt. Diese starke Dichteschichtung und der geringe jährliche Temperaturgang an der Oberfläche lassen es zu keiner tiefergreifenden Konvektion kommen. Von oben her wird also den unter der Sprungschicht liegenden Schichten Sauerstoff nur in den sehr geringen

Mengen zugeführt, die durch den Austausch infolge turbulenter Reibung mit den darüber hingleitenden sauerstoffreichen Strömen durch die Sprungschicht hindurchtransportiert werden. Diese Reibung ist aber gerade an Sprungschichten sehr klein, daher ist das Sauerstoffminimum nach oben besonders scharf abgegrenzt, viel schärfer als nach unten, wo starke Dichteunterschiede nicht mehr auftreten. Hier bildet der sauerstoffreiche Nordatlantische Tiefenstrom die Grenze. Er besitzt in den Tropen keine vertikale Komponente, durch die die Ausbildung des großen tropischen und subtropischen Sauerstoffminimums verhindert würde.

Eine Störung sollte man dagegen nach den Schnitten des Salzgehalts vom Antarktischen Zwischenstrom erwarten, der das Sauerstoffminimum bis über den Äquator hinaus nach Norden durchdringt. Er entsteht aus dem kalten O_2 -reichen Oberflächenwasser der 50er Breiten, und man könnte nach seiner Ausbreitung im Salzgehalt schließen, daß er auch seinen relativ hohen Sauerstoffgehalt bis in die äquatorialen Zonen mitführt und es dadurch nicht zur Entstehung sauerstoffarmer Schichten in seinem Strombereich kommen lassen würde. In den südlichen Subtropen bei $25-30^\circ S$ bewirkt er auch tatsächlich ein stärkeres intermeditäres Maximum des Sauerstoffgehalts in 700—800 m Tiefe; von da ab aber sinkt der O_2 -Gehalt sehr schnell, und bald ist der Strom nur noch als ganz schwache Inversion innerhalb des sauerstoffarmen Wassers auf einzelnen Stationen nachzuweisen. Zur Erklärung dieser Erscheinung muß man wohl sehr geringe Stromgeschwindigkeiten nördlich von etwa $25^\circ S$ annehmen. Die stärkere Durchstrahlung in den niederen Breiten und eine (im Verhältnis zum Tiefenstrom) große Planktonmenge wirken ebenfalls auf einen stärkeren Sauerstoffverbrauch hin; dieser steht hier in einem solchen Verhältnis zur Zufuhr neuen O_2 -reichen Wassers, daß der Gehalt auf etwa 30—50 % der dem Sättigungsvermögen entsprechenden Menge gehalten wird.

Die kleinen Störungen des Minimums, die in den Kurven als intermediäre Maxima in 100—400 m zu erkennen sind (bes. Stat. 299, 289, 224, 217 u. 264), sind den tropischen Unterströmen zuzuschreiben, die O_2 -reicheres Wasser, das von der Oberfläche abgesunken ist, in einigen hundert Meter Tiefe horizontal weiter verfrachten.

Unterhalb des großen Minimums beginnt das vertikal ausgedehnte Sauerstoffmaximum, das die Wassermassen des Nordatlantischen Tiefenstroms kennzeichnet, die dem Sauerstoffgehalt nach im wesentlichen den Oberflächenschichten um 40 und $50^\circ N$ entstammen, wo das Sättigungsvermögen des Wassers etwa den im Tiefenstrom vorhandenen Werten entspricht. Im einzelnen zeigt der Verlauf der Kurven im Gebiet des Tiefenstroms kleinere Schwankungen, die wohl auf verschiedene Lage des Ursprungsgebietes und auf verschiedene Stromgeschwindigkeiten zurückzuführen sind. Besonders im Westbecken ist die Ausbildung zweier Maxima in etwa 2000 m und 4000 m zu erkennen.

In meridionaler Richtung zeigen die Sauerstoffgehalte auf den benutzten Stationen nur geringe Differenzen, ein Zeichen für die hier im Verhältnis zur Sauerstoffzehrung noch große Intensität des Stromes. Erst viel weiter im Süden bei etwa $40-50^\circ S$, wo der Strom bereits

aufzusteigen beginnt, findet eine raschere Abnahme in der Stromrichtung statt.

Einige Worte seien noch über die Abnahme des Sauerstoffgehaltes in den über dem Meeresboden befindlichen Schichten gesagt. Im Westbecken, wo auch Temperatur und Salzgehalt durch ähnliche Unstetigkeiten das Vorhandensein des Antarktischen Bodenstromes anzeigen, ist es ja ohne weiteres verständlich, daß das Bodenwasser infolge des sehr langen Weges, den es zurückgelegt hat, relativ sauerstoffarm sein wird gegenüber dem jüngeren, darüber fließenden Nordatlantischen Tiefenstrom. Nach Norden nimmt der Sauerstoffgehalt des Bodenstromes ab, entsprechend der schnell geringer werdenden

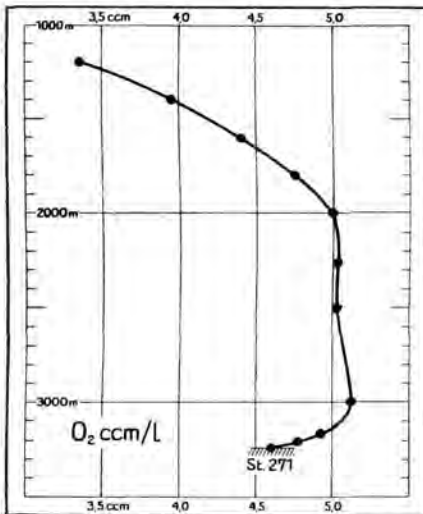


Abb. 38. Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers auf Station 271.

Sauerstoff schon etwa 100 m über dem Boden bemerkbar wird, ist damit zu erklären, daß die turbulente Reibung eine wesentliche Rolle spielt, denn bei reiner laminarer Reibung würden die zurückbleibenden Wasserschichten eine größenordnungsmäßig viel kleinere Dicke besitzen. Der Verlauf der Kurven gibt somit Anhaltspunkte für die Reichweite der Reibungswirkung, die vom Meeresboden verursacht wird (untere Reibungstiefe von Ekman). In ähnlicher Richtung läßt sich wohl auch der aus den Alkalinitätsbestimmungen abgeleitete Zuwachs des Kalkgehaltes über dem Boden verwenden.

Zum Schluß sollen nun die wichtigsten Punkte der chemischen Arbeiten noch einmal kurz zusammengefaßt werden.

Es wurden zum ersten Male für den Südatlantischen Ozean eine solche Anzahl Bestimmungen der Wasserstoffionenkonzentration und des Sauerstoffgehaltes durchgeführt, daß Längs- und Querschnitte und Niveauearten konstruiert werden können. Dasselbe kann für den Phosphatgehalt ausgeführt werden, von dem etwa ein Drittel soviel an Bestimmungen vorliegt. Die Alkalinitätsbestimmungen reichen

Geschwindigkeit. Ebenso wird seine Mächtigkeit kleiner. Im Ostbecken reicht aber das O₂-reiche nordatlantische Wasser bis zum Boden, hier muß die Abnahme des Sauerstoffgehaltes, die allerdings viel weniger stark ist und erst näher dem Boden einsetzt, wie besser noch aus der Kurve der Station 277 (Abb. 38) hervorgeht, andere Ursachen haben. Sie sind wahrscheinlich in der Reibung zu suchen, die eine Abnahme der Geschwindigkeit nach dem Boden zu hervorruft. Das Wasser wird langsamer erneuert, während der Sauerstoff ebenso stark, unmittelbar am Grundwohl noch stärker verbraucht wird, solange nämlich noch unverbrauchte organische Substanz bei der Sedimentation mit auf den Boden gelangt. Daß die Abnahme von

dazu aus, die vertikale Verteilung in den niederen Breiten einigermaßen festzulegen. Die Kohlensäuredruckanalysen gestatten eine Ableitung der Beziehung zwischen Kohlensäuredruck, Wasserstoffionenkonzentration und Alkalinität für die im Atlantischen Ozean vorkommenden Verhältnisse.

Die vorläufige Bearbeitung zeigt, daß alle chemischen Faktoren zu der aus dem Salzgehalt abgeleiteten Tiefenzirkulation Beziehungen haben, die beim Sauerstoff und den Kohlensäure (durch die H^+ -Konzentration) besonders schön zum Ausdruck kommen, daß aber charakteristische Unterschiede bestehen, die einerseits auf der größeren chemischen Reaktionsfähigkeit, andererseits darin beruhen, daß die Gase Sauerstoff und Kohlensäure nicht wie der Salzgehalt nur in einem Medium, dem Wasser, sondern in zwei, Wasser und Atmosphäre, zirkulieren.

Gerade diese beiden Momente, besonders die größere Reaktionsfähigkeit, die das Verhalten dieser Gase von dem des Salzgehaltes unterscheiden, sind die Ursache, daß es möglich ist, aus den chemischen Faktoren weitergehende Schlüsse über das Tiefenwasser zu ziehen, als es aus dem Salzgehalt allein möglich ist. Sie geben nicht nur Anhaltspunkte für die Herkunft des Tiefenwassers, sondern auch für die Zeit, die seit seinem Absinken von der Oberfläche verflossen ist, und insbesondere für die Geschwindigkeit der Tiefenströme und für die Erkennung ruhender Schichten.

Die chemischen Reaktionen selbst sind es, die die chemischen Arbeiten mit denen des Biologen, Geologen und Mineralogen in Berührung bringen: Atmung, Assimilation, Ernährung von Pflanzen und Tieren einerseits, Bildung und Veränderung der Sedimente, soweit sie chemisch bedingt sind, andererseits sind hier die wichtigsten Vorgänge.

Hiernach ist es klar, daß die gemeinsame Arbeit von Chemikern, Ozeanographen, Biologen, Geologen und Mineralogen bei der Bearbeitung des Materials wesentlich fördernd für die Auswertung der Ergebnisse jeder einzelnen Disziplin sein wird. Es ist ein besonderes Verdienst von Merz, daß er durch die Zusammenstellung des Expeditionsstabes zum ersten Male auf einer modernen ozeanischen Expedition auch schon während der Reise diese umfassende Behandlung der meereskundlichen Probleme ermöglicht hat.

Bericht über die auf Profil XIV durchgeführten Edelmetallanalysen.

Von Dr. Kurt Quasebarth.

Auf den Profilen I bis XIII schöpfte der „Meteor“ auf Veranlassung von Herrn Geheimrat Haber 1282 Proben zur Bestimmung der Edelmetalle im Meerwasser. Die Proben von je 1,8 Liter wurden in 2 Liter-Flaschen gefüllt, durch geeignete Zugaben mit einer Fällung von Bleisulfid versehen und zur Analyse an das Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem

geschickt. Bei der Verarbeitung dieser Proben wurden nur sehr kleine Edelmetallmengen gefunden, bedeutend kleinere, als nach älteren Arbeiten auf diesem Gebiet zu erwarten war. Für Gold lagen die Werte überwiegend in der Größenordnung 10^{-9} g Gold im Kilogramm Meerwasser, nicht weit über der Genauigkeitsgrenze der angewandten Methode. Es konnten daher an den Ergebnissen irgendwelche Beobachtungen über Abhängigkeit des Edelmetallgehalts von der geographischen Lage der Schöpfstelle und der Schöpftiefe nicht gemacht werden.

Bei so niedrigen Gehalten ist eine störende Beeinflussung der Ergebnisse durch die unvermeidlich lange Lagerung der Proben in den Flaschen schon in Erwägung zu ziehen. Das Glas ist, da es aus technischen Materialien erschmolzen wird, nicht völlig goldfrei und kann daher bei der Behandlung mit goldlösenden Reagentien Gold abgeben und auf diese Weise zu hohe Gehalte vortäuschen. Es kann aber auch eine derartige Aufnahme von Gold aus dem Meerwasser an der Glasoberfläche stattfinden, daß es durch kurze Behandlung mit bromhaltiger Bromwasserstoffsäure nicht ablösbar ist, was zu niedrige Goldwerte verursachen könnte. Da nicht bekannt ist, in welchem Maße jeder dieser Faktoren wirksam ist, und man wohl schwerlich mit einer konstanten Einwirkung rechnen darf, war es erwünscht, einige Analysen mit frischem Seewasser auszuführen und dabei das Wasser unmittelbar nach dem Schöpfen so zu verarbeiten, daß die durch das Glas verursachten Fehler nach Möglichkeit eingeschränkt werden.

Durch das freundliche Entgegenkommen der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft wurde es möglich, diese Absicht auf dem Profil XIV durchzuführen. Dabei wurden auf den Stationen Proben in vertikalen Linien von der Oberfläche, aus 250 m, 1000 m, 2000 oder 2500 m Tiefe und den tieferen Serien entnommen. Außerdem wurden nach Möglichkeit auch zwischen den Stationen Oberflächenproben geschöpft. Von den Tiefenproben wurden fast durchweg Doppelanalysen ausgeführt und, soweit es die geförderte Wassermenge zuließ, Flaschenfüllungen vorgenommen. Neben den gleich verarbeiteten Oberflächenproben wurden in allen Fällen vom gleichen Wasser mehrere Flaschen unter verschiedenen Bedingungen gefüllt, um später feststellen zu können, ob sich Unterschiede zwischen frisch verarbeitetem und gelagertem Wasser bemerkbar machen. Einige der an Bord verarbeiteten Proben wurden zur Analyse durch Zentrifugieren planktonfrei gemacht.

Das analytische Verfahren besteht prinzipiell darin, daß in dem Meerwasser aus reinsten Reagentien eine Hilfsfällung von etwa 100 mg Bleisulfid je Liter des untersuchten Wassers erzeugt wird, die durch Zentrifugieren in einem feuerfesten Tiegel angesammelt wird. Der Niederschlag wird dann in einer dem üblichen Probiervorgehen sehr ähnlichen Weise in ein Edelmetallkorn übergeführt, dessen Größe durch mikroskopische Ausmessung ermittelt wird. Das Verfahren gestattet, Goldkörnchen bis hinab zur Größenordnung 10^{-10} g nachzuweisen und bis 10^{-8} g auf einige Prozent genau zu bestimmen. An Bord konnten die analytischen Arbeiten nicht bis zum Endergebnis durchgeführt werden, sondern nur so weit, daß ein gefahrloser Transport und sichere Weiterverarbeitung gewährleistet

waren. Ergebnisse liegen daher bis jetzt noch nicht vor, doch wird darüber und über das analytische Verfahren an anderer Stelle noch ausführlich berichtet werden.

Bis Teneriffa wurden 91 Tiefenproben und 58 Oberflächenproben verarbeitet. 83 Parallelproben wurden zur Verarbeitung in Berlin-Dahlem in Flaschen gefüllt.

Bericht über die biologischen Arbeiten.

Von E. Hentschel.

In den drei vorhergehenden Berichten über die Ergebnisse der biologischen Untersuchungen war die Aufmerksamkeit hauptsächlich auf zwei Fragen gerichtet worden, die der zonalen Horizontalverteilung und die der schichtweisen Vertikalverteilung der Organismen. In dem eingehendsten von diesen Berichten, dem dritten, war versucht worden, für das ganze bis dahin durchfahrene Gebiet die Verteilung in diesen beiden Richtungen durch Zahlenbeispiele deutlich erkennbar zu machen. Die Ergebnisse der letzten drei Profile (XII bis XIV) der Expedition ermöglichen hierzu manche Ergänzungen, und es werden im folgenden auch solche mitgeteilt werden. Es soll jedoch hier eine mehr regionale Betrachtungsweise vorherrschen, weil eine solche sich dem Bearbeiter bei der Arbeit selbst lebhafter als bisher aufgedrängt hat.

Das Untersuchungsgebiet bildet einen Streifen, der von der afrikanischen Küste bei den Kap Verden zu der südamerikanischen in der Nachbarschaft des Amazonenstromes hinüberzieht, jedoch hier etwa dreimal so breit wie dort ist. Es überschneidet fast senkrecht die mittelatlantische Schwelle. Ich unterscheide in ihm ein großes Mittelgebiet und zwei Randgebiete, das Kapverdengebiet und das Amazonasgebiet. In vertikaler Richtung ist oft sehr deutlich die Region oberhalb der Sprungschicht von derjenigen darunter zu unterscheiden.

Schon die Beobachtung der Meeresoberfläche läßt Unterschiede der Hauptgebiete erkennen. Längs der brasilianischen Küste zieht sich ein Meeresstreifen hin, in dem biologische Erscheinungen hervortraten, die wir auf der landfernen Hochsee im Bereich der drei Profile nicht oder kaum beobachtet haben. Wir sahen hier sowohl diffuses Meerleuchten nahe der Küste, offenbar durch Pflanzenplankton erzeugt, wie auch solches von sehr großen Planktonten, wohl meist Leuchtquallen, Erscheinungen, die nur in der Nähe der gegenüberliegenden afrikanischen Küste wiederkehrten, während funkiges Meerleuchten überall vorkam. Weiter hinaus ging, doch scheinbar noch auf allen drei Profilen an die Nähe der Küste gebunden, die Verbreitung der Sturmschwalben, die auf dem mittleren Profil etwa bis zu einem Viertel des Weges dem Schiff folgten, auf den beiden anderen nur halb so weit. Ihre äußere Grenze fällt ungefähr mit einer Planktongrenze (s. u.) in etwa 300 sm Entfernung von der Küste zusammen. Auf dies Gebiet beschränkt blieben auch die Walfische; Delphine, Grindwale (mit einer Ausnahme) und Pottwale. Man wird bis zu der genannten Grenze etwa eine biologische Küstenregion rechnen können.

Zwischen ihr und den Kapverden war das Oberflächenleben im ganzen ärmer. Nur fliegende Fische und Blasenquallen kamen überall vor. Haie und die ganz jungen, unter 5 cm langen fliegenden Fische, die sich besonders auf dem nördlichen Profil massenhaft fanden, haben wir nur in der südwestlichen Hälfte der Profile gesehen. Stellenweise erschienen Segelquallen, Veilchenschnecken, Tintenfische und große Rochen.

Bei den Kapverden beginnt dann wieder ein reiches Gebiet mit sehr mannigfaltiger Besiedelung. Fliegende Fische und Blasenquallen waren wie überall vorhanden. Die Sturmschwalben gingen von der afrikanischen Küste bis etwas über die Inseln hinaus. Delphine und kleine Wale kamen mehrfach vor. Diffuses Meerleuchten wurde häufig, auch großkörperiges mehrfach beobachtet. Bei den niederen Meerestieren fiel neben dem Vorkommen von Leuchtquallen, Veilchenschnecken, gelegentlich Tintenfischen besonders die Bildung von streifenförmig angeordneten Tierschwärmen, sog. Zoocorrenten, auf Sie bestanden vorwiegend aus koloniebildenden Radiolarien. Dazu kamen treibende Organismen und Organismenreste, die von der Küste stammten: Tange, Seegrashalme, Federn kleiner Vögel, Schulpel von Tintenfischen. Dicht an der Küste flogen Insekten, eine Rauchschwalbe und ein anderer kleiner Singvogel an Bord, und es wurde eine Heringsmöve gesehen. Das Wasser war bis zu den Inseln hinaus grünlich und ließ öfter Tanageruch spüren. Diese Kapverdenregion wird also schon durch das makroskopische Oberflächenleben deutlich hervorgehoben. Viel verschiedener noch geschieht das durch das mikroskopische Plankton.

Das Plankton der obersten Schichten zeigte in seiner Verteilung häufig wieder deutliche Beziehungen zur Wasserfarbe. Die Karte der Oberflächenfarben in Schott's „Geographie des Atlantischen Ozeans“ (2. Auflage, Tafel VII) läßt erkennen, daß blaugrünes Wasser mit mehr als 2% Gelbgehalt von der afrikanischen Küste bis zu den Kapverden vorhanden ist. Dem entspricht auf allen drei Profilen ein reicheres, zum Teil sehr reiches Plankton. Die Anreicherung betrifft alle drei Hauptgruppen der mit der Zentrifuge zu gewinnenden Organismen, Kokkolithophoriden, Peridineen und Diatomeen. Die Diatomeen und die nackten Peridineen (Gymnodinien) erreichten auf küstennahen Stationen je bis zu etwa 30 000 Zellen im Liter, die häufigste Kokkolithophoridenart (*Pontosphaera Huxleyi*) allein auf einer Station in der Nähe der Inseln über 18 000. Das sind sehr hohe Zahlen. Während die Peridineen einigermaßen gleichmäßig in diesem Gebiet verteilt waren, wucherten die Diatomeen besonders in der Nähe der Küste, die Kokkolithophoriden mehr in einem Streifen weiter draußen, im Bereich der Inseln. Nahe der afrikanischen Küste zeigte das Plankton auch qualitative Besonderheiten, z. B. kam an mehreren Stationen dort die für Schelfgebiete charakteristische Peridinee *Ceratium furca* (bis zu 200 Individuen im Liter) vor.

An der anderen Seite des Ozeans, vor der Amazonasmündung, bildet grünlich verfärbtes Wasser ebenfalls einen breiten Streifen. Die betreffende Grenzlinie scheint aber im Plankton nicht auffallend in die

Erscheinung zu treten. Vielmehr läßt die Besiedelung des Wassers zwei andere Grenzen erkennen, eine innerhalb, die andere außerhalb davon. Verläßt man das gelblich getrübt Wasser des Paráflusses, so kommt man in eine braune bis braungrüne Zone klaren Wassers, deren Grenze auf den Seekarten in etwa 150 sm Entfernung von der Flußmündung eingezeichnet ist. Die Färbung ist bedingt durch einen außerordentlichen Reichtum an sehr großen dosenförmigen Diatomeen (*Coscinodiscus*), von denen (Station 295) etwa 150 in einem Liter Wasser gefunden wurden. Sie sind in einer Schöpfprobe deutlich mit bloßem Auge erkennbar. Wie diese innerhalb, so liegt eine zweite Grenze außerhalb der Schottischen Färbungsgrenze, auf Profil XIII etwa 240, auf XII 120, auf XIV, d. h. vor dem Paráfluß etwa 330 sm von der Küste entfernt. Merkwürdigerweise ist das Gebiet, welches sie abgrenzt, in 0 und 50 m Tiefe durch Armut an Nannoplankton (Zwergplankton) ausgezeichnet. Dies trifft auch für die eben erwähnte Station aus dem braunen Wasser zu, wo das Planktonnetz zwar viel von den großen Diatomeen fängt, die für das kleinste Plankton bestimmte Zentrifuge aber wenig. Man sieht daran, daß den Begriffen „Planktonreichtum“ und „Planktonarmut“, sofern sie nicht genauer bestimmt sind, große Unsicherheit anhaften kann. Die genannte äußere Grenze ist auf eigentümliche Weise noch in 200 m Tiefe zu erkennen. In dieser Tiefe pflegen auf allen drei Profilen die vorherrschenden Organismen jene schon im ersten Bericht erwähnten „olivgrünen Zellen“ zu sein. Zwischen jener Grenze und dem amerikanischen Kontinent sind es aber nicht diese, sondern ausnahmslos die Kokkolithophoriden.

Das Zwischengebiet zwischen der Kapverdenregion und der Amazonasregion ist im allgemeinen in seinen obersten Wasserschichten ziemlich gleichförmig mit tropischem Hochseep plankton besiedelt. Immerhin scheinen auch hier Beziehungen zu den Unterschieden der Wasserfarbe hervorzutreten. Das nördlichste Profil durchschneidet in seinem mittleren Teil jenes reinblaue Wasser (Gelbgehalt 0 ‰), dessen Gebiet größtenteils mit der Sargassosee zusammenfällt. Der Farbe entspricht auf einer Reihe der mittleren Stationen, wenn auch nicht überall, auffallende Planktonarmut. Die beiden anderen Profile verlaufen in einem der Wasserfarbe nach gleichförmigen Gebiet, und dem entsprechen im großen und ganzen die Planktonverhältnisse der Oberfläche. In 50 und 100 m Tiefe aber gibt es ein paar merkwürdige Bereiche der Planktonanreicherung, in denen teils die Diatomeen, teils die Kokkolithophoriden, teils beide stark hervortreten. Eine der auffallendsten Stellen dieser Art ist Station 304 auf dem mittleren Profil in 11° N, 36° W. Ich fand dort in 100 m Tiefe einen erstaunlichen Diatomeenreichtum. Während sonst auf dem Profil die Zahl der Diatomeen im Liter in dieser Tiefe zwischen 69 und 628 schwankte, war sie hier 6337. Die Station wird unten noch eingehender besprochen. Ich habe für die schon erwähnte Kokkolithophoride *Pontosphaera Huxleyi* die Isoplanken für 50 und 100 m Tiefe gezeichnet, und bin dadurch auf eine vielleicht brauchbare Erklärung dieser Verhältnisse hingeleitet worden. Es scheint nämlich, daß die reiche Planktonbevölkerung südlich des gegenwärtigen Untersuchungsgebietes in der sog.

„Kältezunge“ (vgl. Bericht 3) sich hier mit fingerförmigen Fortsätzen in 50 und weiter nördlich in 100 m Tiefe hinabzieht, dabei allmählich aus der ostwestlichen Erstreckung mehr in die nordsüdliche übergehend, und daß sie daher stellenweise auf unseren Profilen, sogar auf dem nördlichsten noch, gut nachweisbar ist.

In einem beträchtlichen Teil der Hochseeregion fällt sowohl in den Zentrifugenproben, wie auch in Sedimentierproben und Netzfängen der Reichtum an *Trichodesmium* auf, jener niederen Fadenalge, die oft Wasserverfärbungen, auch die Rotfärbung des Roten Meeres, bewirkt. Die graphische Darstellung der quantitativen Verteilung zeigt, daß es sich um eine geschlossene Volksmasse handelt, die auf dem südlichsten Profil mit niederen Werten beginnend, fern von Küsten und Inseln nordwestwärts zieht, auf dem nördlichsten Profil an Breite, Tiefe und Dichte am stärksten entwickelt ist und offenbar noch weit über den 20. Grad nördlicher Breite, mit dem leider unsere Untersuchungen abschließen, hinausgeht. Ihr wohlausgebildeter Kern liegt ungefähr über der Mittelatlantischen Schwelle. Es ist offenbar dieselbe Volksmasse, die *Lohmann* auf der „Deutschland“-Expedition entdeckt hat. Sogar in Einzelheiten der örtlichen Dichteunterschiede scheinen zwischen seinen und meinen Feststellungen Übereinstimmungen zu bestehen.

Was die Vertikalverteilung des Planktons betrifft, so war auf allen drei Profilen besonders merkwürdig der große Einfluß, den die Sprungschicht in den tropischen Gewässern auf die Besiedelung der Wassermassen hat. Es fiel während der Untersuchung häufig auf, daß der mehr oder weniger großen Bestimmtheit der Ausbildung einer Sprungschicht im physikalischen und chemischen Sinne auch eine solche im biologischen Sinne entsprach. Eine gut ausgebildete Sprungschicht scheidet gewöhnlich, wenn sie wenigstens 100 m tief liegt, wohlentwickeltes Lichtplankton von wohlentwickeltem Dunkelplankton; jenes durch *Kokkolithophoriden*, *Peridineen*, auch *Diatomeen*, dieses durch die olivgrünen Zellen ausgezeichnet. Einen besonders merkwürdigen Fall der Schichtung bietet die schon erwähnte Station 304 dar, an der nach der Temperatur und den chemischen Bestimmungen die Sprungschicht zwischen 50 und 100 m lag.

Station 304. Zellenzahl im Liter.

Tiefe	Diatomeen	Kokkolithophoriden	Olivgrüne Zellen
50 m	265	1985	17
100 m	6337	2070	—
200 m	96	135	204

Man sieht aus der Aufstellung, welche außerordentlichen Zahlenunterschiede an der Sprungschicht bei ganz geringen Tiefenunterschieden in ausgezeichneten Fällen auftreten können: Die Zahl der *Diatomeen* steigt von 50 m bis 100 m Tiefe auf etwa das 24fache.

Die Besiedelung der großen Tiefen entspricht durchaus derjenigen auf den südlich anschließenden Profilen. Von regionalen Unterschieden sei hervorgehoben, daß noch in 2000 m Tiefe das

Kapverdische Gebiet sich als besonders reich auszeichnet. Die olivgrünen Zellen erreichen dort, und nur dort, in einer geschlossenen Gruppe von Stationen ihre bei weitem höchsten Werte.

Fünfmal wurde auf den drei Profilen Wasser untersucht, das bei Gelegenheit der Entnahme der Bodenprobe in weniger als 50 m Abstand vom Boden geschöpft worden war. Ein qualitativer Unterschied der Bevölkerung dieses Wassers gegen das der höheren Schichten ließ sich nicht feststellen. Was die Anzahl der Organismen betrifft, so deutet manches auf eine Zunahme in unmittelbarer Bodennähe hin. Vier dieser Bodenwasserproben haben im Mittel genau dieselbe Zellenzahl, wie die Proben aus 2000 m von den gleichen Stationen, während man erwarten sollte, daß ihre Zellenzahl geringer wäre. Die fünfte, aus etwa 4339 m Tiefe entnommen, enthielt 17 Zellen, während an der gleichen Station in 4000 m Tiefe nur 6 gefunden wurden. Vielleicht wird die Frage sich auf Grund späterer graphischer Darstellung sicherer, schwerlich aber bei dem spärlichen Material entscheidend beurteilen lassen.

Dem vorstehenden Bericht über die drei letzten Profile sei hier noch ein kurzer Rückblick auf die biologischen Arbeiten der Expedition, insbesondere auch auf die im Verlauf der Reise etwas veränderte Methodik angeschlossen.

Es war die Absicht, ein Zahlenmaterial zu gewinnen, das den Südatlantischen Ozean in allen seinen Teilen und Tiefen biologisch in ähnlicher Weise zu beschreiben gestattete, wie das nunmehr in physikalischer und chemischer Beziehung möglich ist. Daher mußte vor allem, wie im ersten Bericht auseinandergesetzt ist, die Methode der Zentrifugierung kleiner Wasserproben mit nachfolgender sofortiger Zählung des darin enthaltenen Planktons angewandt werden. Um auch etwas größere und seltenere Organismen, welche durch die Zentrifugierung nicht genügend erfaßt werden, quantitativ beurteilen zu können, wurde seit Profil V die Sedimentierung größerer Wasserproben von etwa 4 Litern (nach Zusatz von Formalin) hinzugenommen, wenigstens für die Tiefen von 0 m, 50 m, 100 m und 200 m. Eine dritte quantitative Methode, in bezug auf Größe und Seltenheit der Organismen noch weiter hinaufgehend, leider nur für die Oberfläche anwendbar, war das Ausfischen von 200 Litern an Deck gepumpten Wassers mit dem Planktonnetz, eine vierte das Durchfischen einer Wassersäule von 200 m Tiefe mit dem quantitativ arbeitenden sog. mittleren Apsteinnetz. Zu diesen quantitativen Fangmethoden kam die nur qualitative der Schließnetzfänge, welche für Tiefen bis zu 1000 m ausgiebig angewandt wurde. Die Hauptmethode, die der Zentrifugierung, unterscheidet sich von allen anderen, die nur konserviertes Planktonmaterial liefern, dadurch, daß sie unmittelbar an Bord Zählprotokolle für den Planktongehalt des Wassers herzustellen gestattet und damit die außerordentlich wertvolle sofortige Beurteilung der Planktondichte in verschiedenen Tiefen an Ort und Stelle ermöglicht. Die Gesamtzahlen für die gewonnenen Planktonproben sind folgende: Zentrifugenproben 1245, Sedimentierproben 312, quantitative Netzfänge aus Oberflächenwasser 319, Fänge mit dem Apstein-

netz 46, Schließnetzfüge 441. Neben den Planktonuntersuchungen gingen möglichst zweimal täglich ausgeführte quantitative Beobachtungen des Lebens an der Meeresoberfläche einher.

Die Verteilung der Zentrifugenproben auf die verschiedenen Tiefen wurde vom sechsten Profil ab ganz schematisch so vorgenommen, daß die Tiefen von 0 m, 50 m, 200 m und 2000 m auf jeder zweiten Station, die Tiefen von 100 m, 400 m, 700 m, 1000 m, 3000 m und 4000 m auf jeder dritten Station, größere Tiefen gelegentlich zur Untersuchung kamen. Auf jeder Station wurden im allgemeinen vier Proben durchgezählt¹⁾. Bei der gleichmäßigen Verteilung der Stationen über den ganzen Ozean ist es nunmehr möglich, für die genannten Tiefen, am besten für die vier erstgenannten, Verteilungskarten (Isopianktenkarten) der verschiedenen der Zählung unterworfenen Arten und Artengruppen zu zeichnen, ferner Vertikalschnitte, nicht nur entsprechend dem Verlauf der einzelnen Profile, sondern auch in senkrecht darauf stehender oder anderer Richtung. Da dem biologischen Zahlenmaterial ein noch wesentlich dichteres Netz physikalischer und chemischer Zahlenwerte zur Seite steht, so ist anzunehmen, daß es möglich sein wird, die zur Darstellung gebrachten biogeographischen Verhältnisse weitgehend aus ihren Existenzbedingungen zu verstehen.

Das konservierte Planktonmaterial der Expedition, insbesondere das der Schließnetzfüge, ist zu umfangreich, als daß an eine Gesamtbearbeitung in absehbarer Zeit gedacht werden könnte. Es sollen daher bestimmte Organismengruppen und bestimmte Stationengruppen zur biogeographischen Verarbeitung ausgewählt werden, wobei angenommen wird, daß die Ergebnisse der Zentrifugenuntersuchungen Richtlinien für eine zweckmäßige Auswahl darbieten werden.

Bericht über die sedimentpetrographischen Arbeiten.

Von Carl W. Correns.

In meinem ersten Bericht über die sedimentpetrographischen Arbeiten auf Profil IX bis XI habe ich kurz auf die Methoden der Lotung und etwas ausführlicher auf die der Bearbeitung der Bodenproben an Bord hingewiesen. In den folgenden Zeilen soll von den vorläufigen Ergebnissen auf den letzten sechs Profilen die Rede sein, soweit sie sich schon überblicken lassen, und zwar werden zuerst allgemeinere Ergebnisse der Lotungen selbst, dann solche der Laboratoriumsarbeit mitgeteilt werden.

Zu der Art der Lotung ist zu bemerken, daß zweimal mit engem Abstand (1 bis 2 sm) die Lotung wiederholt werden konnte, um festzustellen, wie rasch sich das Sediment in der Horizontalen verändert.

¹⁾ Die in den ozeanographischen Abschnitten der drei ersten Berichte gegebenen graphischen Darstellungen der Arbeiten auf den einzelnen Profilen sind in bezug auf die biologische Arbeitsleistung unvollständig. Sedimentierproben und Netzfüge wurden aus Raummangel absichtlich weggelassen. Es sind aber auch zahlreiche Zentrifugenproben versehentlich weggeblieben, insbesondere die meisten Oberflächenproben.

Die Lotinstrumente haben sich weiter bewährt. Nur an der 30 mm weiten Stoßröhre, für die erst vor dem letzten Profil die Glasröhren eingetroffen waren, wurde noch eine kleine Verbesserung angebracht, indem das untere Ende, der Schuh, nach oben zu ein wenig konisch verengt wurde. In dieser Form erleichtert er das Eindringen in das Sediment und erschwert das Herausrutschen der Bodenprobe. Es wurden wiederum mehrere lange Bodenproben erhalten, die längste war 97 cm lang. Die Bodenproben gaben wegen ihrer Länge außer über die regionale Verbreitung der Sedimente auch über Änderungen der Sedimentationsbedingungen im Laufe der Zeit Auskunft.

Zunächst soll über die Verteilung der Sedimentarten in dem untersuchten Gebiet, das den tropischen Teil des Atlantischen Ozeans zwischen 5° S und 20° N umfaßt, berichtet werden. Die Hochsee-Sedimente bestehen hier zum größten Teil aus Globigerinenschlamm, der nur an drei ziemlich ausgedehnten Stellen in Roten Ton übergeht. Im Süden liegt das Rote Ton-Gebiet des Brasilianischen Beckens, das auf Profil XI gekreuzt wurde. Es reicht etwas näher an die Küste heran als bisher vermutet, und wird durch einen schmalen Streifen Globigerinenschlamm von den rötlichen Küstenschlicks getrennt. Nach Norden reicht es bis zur Romanche-Tiefe, die nach G. Böhneckes Mitteilung in diesem Heft mit dem Brasilianischen Becken im Zusammenhang steht. Auf allen Seiten geht der Rote Ton in Globigerinenschlamm über, der Kalkgehalt steigt sehr schnell an. Ein zweites Verbreitungsgebiet des Roten Tons erstreckt sich im Nordosten vom Nordatlantischen Ozean her in das Untersuchungsgebiet bis zu etwa 10° N herunter in der Kapverden-Mulde. Es wurde auf den letzten drei Profilen gequert. Die Ausdehnung des Roten Tons ist hier geringer als bisher angenommen, Ton mit geringerem Kalkgehalt als 20 % dürfte nur einen schmalen Streifen einnehmen, der von kalkarmen Sedimenten (bis 30 % Kalk) im Osten begleitet, sich hakenförmig von Norden nach Südosten erstreckt. Der Übergang zum Globigerinenschlamm ist vor allem im Osten ganz allmählich. Ein drittes Gebiet fehlt in den bisherigen Karten der Verbreitung der Meeres-Sedimente. Es wurde vor der Küste Guyanas von Profil XIII berührt als ein schmaler Zipfel, der von dem Roten Ton-Gebiet des Nordamerikanischen Beckens ausgeht, und etwa bis 10° N, 50° W reicht. Schon zwei Lotungen der Enterprise ergaben hier im Jahre 1883 Roten Ton von 18 % Kalkgehalt, die etwas nördlicher gelegene Meteorlotung erbrachte ein Übergangs-Sediment zum Globigerinenschlamm mit 35 % Kalk. In diesem Gebiet ist ein allmählicher Übergang in Globigerinenschlamm wenigstens nach Westen und Süden anzunehmen.

Bei den küstennahen, litoralen und hemipelagischen Sedimenten sind keine so wesentlichen Änderungen zu verzeichnen; immerhin soll hervorgehoben werden, daß der Gürtel des Blauschlicks vor der westafrikanischen Küste außergewöhnlich breit ist und weit über den Schelf hinausreicht, während er an der amerikanischen Ostküste im Süden des Untersuchungsgebietes sehr schmal ist, erst von der Nähe der Amazonasmündung an breiter wird und von hier nach Norden an Breite rasch zunimmt. Außer den Niederschlagsverhältnissen und der damit zusammenhängenden Flußdichte dürften auch die Meeresströmungen

auf diese Verteilung einwirken. Auf die Ostküste Südamerikas trifft der Äquatorial-Strom nahezu senkrecht auf und verhindert den Absatz des vom Festland kommenden, chersogenen Schlammes. Der Guinea-Strom dagegen und der Äquatorial-Strom weiter nördlich führen die Trübe an der Küste entlang, wo sie allmählich den Boden erreicht, auch wenn sie sehr langsam fällt.

Im Rio Pará wurde nahe der Mündung zweimal gelotet. Die Lotung innerhalb des trüben braungelben Wassers ergab feinkörnigen, dunkelgrauen Schlick, die außerhalb der Verfärbung des Wassers jedoch groben Sand. Die Flußtrübe wird also in der Hauptsache schon innerhalb der Staugrenzen der Flußmündung durch die ausflockende Wirkung der Meersalze abgesetzt, die restliche, feinste Trübe wird vom Äquatorial-Strom längs der Küste nach Norden verfrachtet. So ergab die außerhalb der Mündung gelegene nächste Lotung ($1^{\circ} 4,3' N$, $46^{\circ} 24,5' W$) kein frisches Sediment, sondern festen, bereits verhärteten dunkelblaugrauen Ton mit wenigen Muscheln und Schnecken auf der

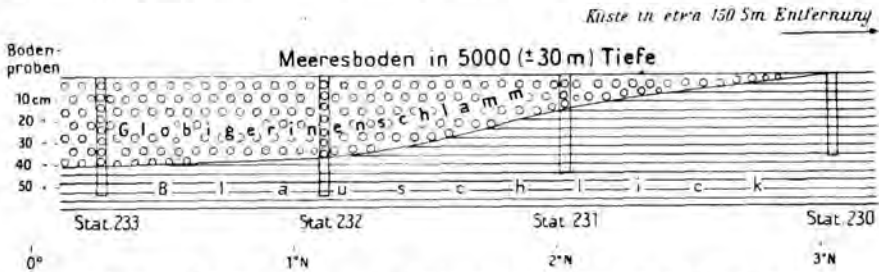


Abb. 39. Überlagerung von Globigerinenschlamm über Blauschlick.

Oberfläche. Der Ton ist so zähe, daß der Petersengreifer zweimal nur Muscheln von der Oberfläche abkratzte und erst der mehr Grabwirkung besitzende Monacogreifer den Ton heraufbrachte.

Außer der Verteilung der Sedimentarten lassen die Bodenproben in sich nicht selten einen Wechsel in den Sedimentationsverhältnissen erkennen. Solche Schichtung im weiteren Sinne beruht zuweilen auf Beimengung vulkanischen Materials. Aschenregen zeichnen sich im Sediment als schmale dunkle Bänder oder bei längerer Dauer auch als breitere Zonen ab. Aschenbeimengungen wurden nicht nur in der Nähe von über die Meeresoberfläche hinausragenden Vulkaninseln gefunden, auch eine Bodenprobe vor der amerikanischen Küste nördlich der Amazonasmündung zeigt sie. Nicht selten findet sich auch Schichtung an der Grenze von zwei verschiedenen Sedimentationsbezirken, der eine greift oft über den anderen über in mehreren Schwankungen, die sich in Bändern von der Breite weniger Millimeter kundtun, oft ist plötzlich auf Dezimeter hin das Sediment verändert. So scheint der Rote Ton des Brasilianischen Beckens sich nach Osten auszudehnen, während er umgekehrt in den beiden nördlichen Becken im Rückzug begriffen ist und von Globigerinenschlamm überlagert wird. Dafür spricht auch die Beobachtung, daß in dem Südzipfel des Nordamerikanischen Beckens bei zwei Lotungen in 26 und 40 cm Tiefe

Mangankrusten, begleitet von glimmerreichem Tiefseesand, gefunden wurden, die unter Globigerinenschlamm von über 30 % Kalkgehalt in Rotem Ton lagen, also offenbar als fossil anzusprechen sind.

Besonders interessant sind die Verhältnisse an der westafrikanischen Küste zwischen 13° N und dem Äquator, wo in zahlreichen Lotungen die Überlagerung von Globigerinenschlamm über Blauschlick festgestellt wurde. Ein Beispiel einer solchen durch vier aufeinander folgende Lotungen festgelegten Auflagerungen gibt Abb. 39, die einen Nordschnitt längs 1° W darstellt. Die Schichtdicke des Globigerinenschlammes nimmt nach dem Ozean stetig zu. Die außerordentlich große Überhöhung der Abbildung darf aber nicht darüber hinweg-

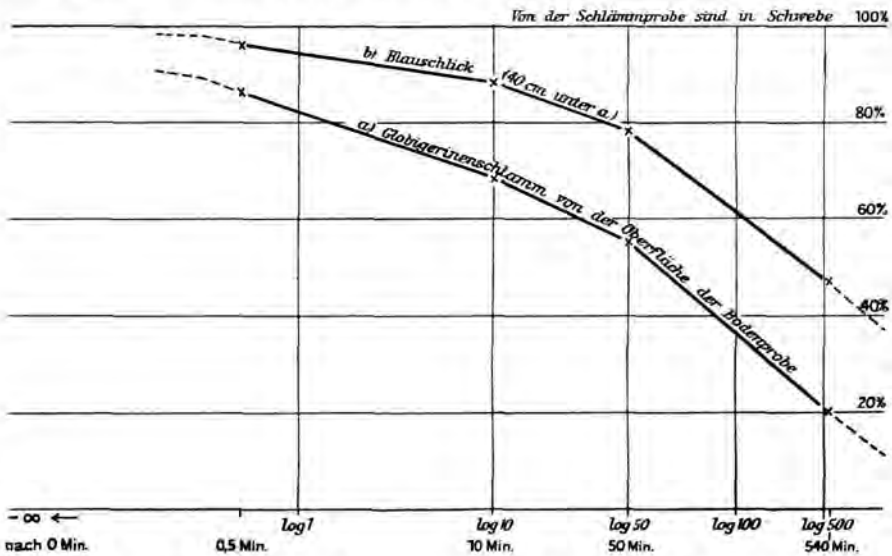


Abb. 40. Schlämmanalyse von Globigerinenschlamm (a) über Blauschlick (b).

täuschen, daß der Betrag des Winkels zwischen der Horizontalen und der Auflagerungsfläche in der Natur nirgends eine Sekunde erreicht. Über die Ursachen der Überlagerung kann erst später nach eingehender Würdigung aller Umstände berichtet werden.

Solche Unterschiede in den verschiedenen Teilen einer Bodenprobe lassen sich zwar meist schon mit bloßem Auge erkennen, die Untersuchung im Laboratorium erlaubt jedoch, sie in Maß und Zahl zu bannen und bringt auch Unterschiede heraus, die dem Augenschein verborgen blieben. Eine wichtige Untersuchungsmethode ist die Schläm-mung des frischen Sedimentes. Sie gibt uns Aufschluß über die Menge der verschiedenen Korngrößen. Je feiner die Teilchen in einem Sediment sind, um so länger bleiben sie nach dem Aufschütteln in einem Schlämzylinder in der Schweben. Wenn auch an Bord durch die Schiffsbewegung das ruhige Absetzen etwas gestört ist und das Zentrifugieren der nach bestimmten Zeiten abfiltrierten Trübe nach Dauer und Tourenzahl kleine Abweichungen bringt, so liegen

diese Fehler (sowie einige andere, deren Diskussion hier zu weit führen würde) für die im folgenden mitgeteilten Untersuchungszwecke innerhalb hinreichend enger Grenzen. Gerade weil die an Bord angewandte Methode in der Heimat durch eine exaktere ersetzt werden soll, halte ich es für an der Zeit, sichere Ergebnisse der von den letzten sechs Profilen vorliegenden 97 Schlämmanalysen jetzt schon mitzuteilen. Die folgenden Kurven geben den Prozentgehalt der in der Schwebefähigkeit befindlichen Teilchen als Ordinate, die Zeit als Abszisse, und zwar, um die Kurven nicht zu sehr auseinanderzuziehen, den Briggschen Logarithmus der Zeit; die Zeit 0 liegt dann links im Unendlichen ($\log 0 = -\infty$). Je mehr feine Teilchen ein Sediment enthält, um so stärker ist die Kurve nach rechts ausgebogen. Die Überlagerung

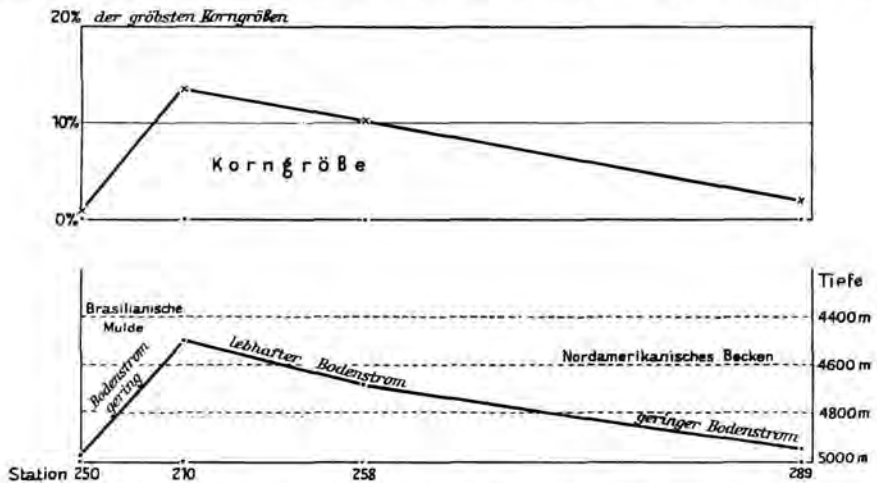


Abb. 41. Zusammenhang zwischen Korngröße und Bodenstrom.

von Globigerinenschlamm über Blauschlick auf der in Abb. 39, links, dargestellten Station 233 zeigt Abb. 40. Der Globigerinenschlamm ist durch die großen und schweren Schalen und Schalenbruchstücke der Globigerinen ziemlich grobkörnig und unterscheidet sich deutlich von dem feinkörnigen Blauschlick. Ähnlich sieht die Überlagerung von an Globigerinen reicheren Roten Ton über echtem Roten Ton aus.

Die Schlämmanalyse spiegelt die Transportverhältnisse im Meer wider, in erster Linie die Geschwindigkeit des Bodenstroms. In der Tat decken sich ihre Ergebnisse mit denen der Ozeanographen und des Chemikers. So wurde von diesen festgestellt, daß in dem Brasilianischen Becken der Bodenstrom gering, in den nördlicher und höher gelegenen Gebieten, auf der Parafäche, jedoch lebhafter ist und weiter nach Norden hin wieder abflaut. Der Anteil der groben Korngrößen an der Zusammensetzung des Sediments ist in Abb. 41 dargestellt, die einen Längsschnitt durch die beiden westlichen Becken und die Parafäche gibt. Die groben Korngrößen nehmen mit zunehmender Geschwindigkeit der Bodenströme zu, mit andern Worten, die feinen Korngrößen werden fortgeführt.

Da im allgemeinen die Strömungsgeschwindigkeit nach der Tiefe zu abnimmt und die feinsten Korngrößen meist tonig nicht kalkig sind, so ergibt sich eine interessante Gesetzmäßigkeit zwischen Strömungsgeschwindigkeit, Meerestiefe und Kalkgehalt. Besonders auffällig ist die Erscheinung auf den Schwellen. Die groben Kalkschalen und die Schalenbruchstücke der Globigerinen sinken auch in stärkeren Bodenströmen ab, die feineren Teile, darunter die tonigen Bestandteile, werden weggeführt und in Gebieten mit schwachem Bodenstrom abgelagert. Die Beobachtungen, die Thoulet über die Sinkgeschwindigkeit von Foraminiferen angestellt hat und die von den Ozeanographen ermittelten Geschwindigkeiten passen durchaus in diese Vorstellung. Natürlich werden auch feinste

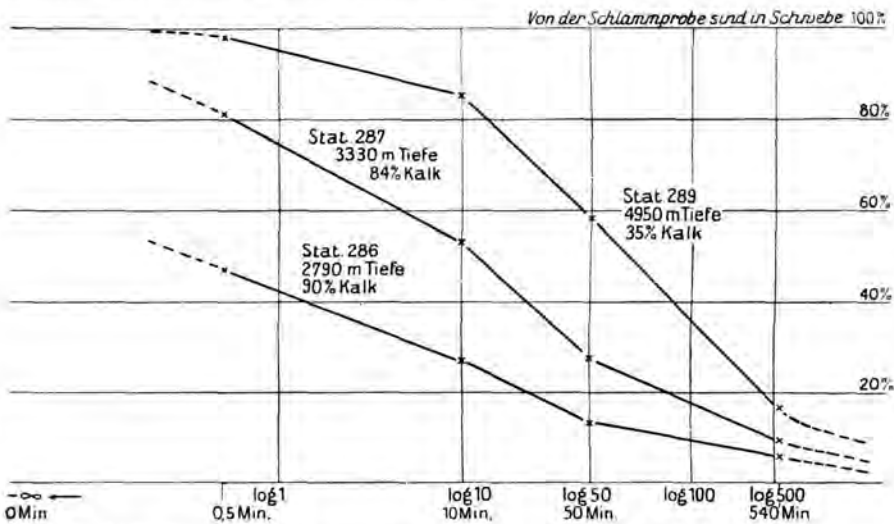


Abb. 42. Beziehung zwischen Korngröße, Tiefe und Kalkgehalt.

Kalkteilchen, vor allem Coccolithen, von der Strömung weggeführt, während gröbere, nicht kalkige Bestandteile, z. B. vulkanischer Herkunft, rasch zu Boden sinken, so daß eine strenge Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit nicht zu erwarten ist. Ausdrücklich mag noch darauf hingewiesen werden, daß diese ganze Betrachtung nur für Hochsee-Sedimente gilt, daß es nicht angängig ist, hemipelagische Schlicke oder Küstenschlamm zum Vergleich heranzuziehen, denn da herrschen ja ganz andere Sedimentationsbedingungen. Bei den Hochsee-Sedimenten ist die besprochene Abhängigkeit recht auffällig, wie an dem Beispiel der Bodenproben von drei benachbarten Stationen in Abb. 42 zu erkennen ist. Station 286 liegt auf der höchsten Aufragung der Mittelatlantischen Schwelle auf Profil XIII in 2790 m Tiefe. Die Kurve zeigt verhältnismäßig grobes Material, der Kalkgehalt beträgt 90%. Die nächste Kurve nach rechts, die der Station 287, gehört einem etwas feinkörnigeren Sediment an, die groben Korngrößen sind aber entsprechend der geringen Tiefe von 3330 m noch reichlich ver-

treten, der Kalkgehalt ist entsprechend hoch, 84 %. Die dritte Kurve endlich stammt von einem Sediment aus fast 5000 m Tiefe, hier überwiegen die feineren Bestandteile fast vollkommen, der Kalkgehalt ist nur gering, 35 %. Auch bei dem in Abb. 40 dargestellten Längsschnitt nimmt der Kalkgehalt mit der Strömungsgeschwindigkeit zu. Bei der oft diskutierten Frage der Abhängigkeit des Kalkgehalts von der Tiefe scheint mir dieser Faktor bisher übersehen zu sein. Selbstverständlich ist es nur ein Faktor, der bei der Abhängigkeit des Kalkgehalts der Sedimente von der Tiefe mitwirkt, neben dem Einfluß der Tiefe durch die Lösungsdauer, der Temperatur, des Kohlensäuregehalts und der Verteilung der Kalkorganismen. Die Analyse der einzelnen Faktoren ist jedoch der einzige Weg, der verwickelten Frage beizukommen.

Ein weiterer Zusammenhang scheint nach den bisherigen Ergebnissen zwischen Strömungsgeschwindigkeit, Kalkgehalt und Tiefe in folgender Weise zu bestehen. In großen Tiefen finden wir entweder einen schwachen oder gar keinen Bodenstrom. Ein schwacher Bodenstrom begünstigt die Auflösung des Kalkes, da er immer neues Wasser vorbeiführt, ohne stark genug zu sein, den Absatz der Tontrübe zu verhindern. Ist die Zufuhr des Wassers nur auf den äußerst langsamen Vertikalaustausch angewiesen, weil der Bodenstrom fehlt, so wird bald Sättigung über dem Boden eintreten und keine weitere Auflösung von Kalk stattfinden. So finden wir im nordwestlichen Teil der Kongo-Mulde bei fehlendem Bodenstrom kalkreiche Sedimente, im Brasilianischen Becken und den beiden erwähnten nördlichen Mulden bei schwachem Bodenstrom Roten Ton. Der Einfluß der Bodenströmungen läßt sich also dahin zusammenfassen: Starke Bodenströmung, im allgemeinen an geringere Tiefen gebunden, wirkt mechanisch durch Wegführen der tonigen Komponente erhöhend, schwache Strömung, wie sie in größeren Tiefen vorkommt, chemisch durch Auflösung erniedrigend auf den Kalkgehalt; fehlender Bodenstrom begünstigt kalkreiche Sedimente.

Betrachtet man die vom Chemiker bestimmte Alkalinität der Bodenwasserschichten, die im wesentlichen den Karbonatgehalt derselben angibt, so findet man, daß diese über Globigerinenschlamm eine starke Schichtung aufweist, die Alkalinität nimmt nach unten rasch zu. Über Rotem Ton ist die Schichtung nicht so ausgeprägt. Dies ließe sich durch verschiedene Geschwindigkeit der Bodenströme erklären; fehlender Bodenstrom (mangelnder Austausch) begünstigt das Auftreten der Schichtung. Da aber auch über Globigerinenschlamm in geringen Tiefen eine stärkere Schichtung beobachtet wurde als über Rotem Ton in größeren Tiefen mit sicherlich geringerem Bodenstrom, muß noch ein zweiter Faktor die Schichtung der Alkalinität beeinflussen. Dieser ist die Herauslösungsgeschwindigkeit des Karbonatgehalts aus den Sedimenten, die in Rotem Ton gering oder null, in Globigerinenschlamm mit zunehmendem Kalkgehalt größer ist.

Um diesen Zusammenhängen nachzugehen, wurden 70 Kalkanalysen gemacht, in der Art, daß das bei 105° getrocknete Sediment mit einem bestimmten Volumen Salzsäure von bekannter Konzentration gekocht und die nicht verbrauchte Salzsäure mit Natronlauge titriert

wurde. Der beim Wiegen an Bord unvermeidliche Fehler kommt für diese Untersuchungen, bei denen es sich um Unterschiede von 20 bis 80 % handelt, nicht in Betracht. Der Kalkgehalt der Sedimente steht mit der direkt gemessenen Größe der Wasserstoffionenkonzentration, also der Reaktion der Bodenprobe, in direktem Zusammenhang. Höherer Kalkgehalt bewirkt stärkere alkalische Reaktion. Bei den mit Dr. Wattenberg zusammen ausgeführten 60 Messungen machte sich noch ein Einfluß etwas störend geltend, nämlich der der Korngröße. Je feiner der Kalk in der Bodenprobe verteilt ist, um so schneller löst er sich bei dem Zentrifugieren mit Kochsalzlösung auf und erhöht so die Konzentration der OH-Ionen, vermindert also entsprechend die H-Ionenkonzentration. Mit Kolorimeterfolien, wie sie Wulf vorgeschlagen hat, wird diese Fehlerquelle vielleicht umgangen werden können. Immerhin läßt sich aus den Messungen mit Sicherheit sagen, daß alle Bodenproben alkalisch reagierten, auch die des Roten Tons mit einer Ausnahme, einer Probe von Rotem Ton 70 cm unter dem Meeresboden, die schwach sauer reagierte. Die Wasserstoffionenkonzentration der übrigen Proben lagen zwischen $10^{-8,5}$ und $10^{-7,6}$, entsprechend einem Kalkgehalt von 85 % und 23 %. Diese Feststellung der Reaktion der Bodenproben ist für manche Fragen der Umwandlungen im Sediment, so für das Verhalten der kolloiden Kieselsäure von Wichtigkeit.

Die Verteilung der Korngrößen ist auch auf den Wassergehalt der Proben von Einfluß. Je größer der Anteil an feinen Korngrößen, um so höher ist auch der Wassergehalt. Während sowohl Schlämmanalyse als Kalkgehaltsbestimmung in der an Bord möglichen Art der Ausführung nicht empfindlich genug sind, um mit Sicherheit Veränderungen des Sedimentes in der Richtung der Gesteinsbildung festzustellen, zeigt die Untersuchung der Wassergehalte (110 Bestimmungen), daß bei gleichbleibender Sedimentation der Wassergehalt in den tieferen Teilen der Bodenprobe abnimmt.

Über die Zusammensetzung des kolloiden Anteils, im wesentlichen der „tonigen“ Komponente, läßt sich auf Grund der Anfärbung mit basischen und sauren Farbstoffen so viel sagen, daß die negativ geladenen Kolloide — also die von den basischen Farbstoffen angefärbten — weitaus überwiegen. Das Verhältnis des verbrauchten basischen Farbstoffs zu dem sauren lag meist um 6:1 herum. Durch weiteren Ausbau dieser Methode wird es möglich sein, über den Anteil der verschiedenen kolloiden Komponenten Aussagen machen zu können. Vorläufig kann aber über diese, sowie über die anderen speziellen Untersuchungen an den Kolloiden der Sedimente erst weiteres berichtet werden, wenn in der Heimat die entsprechenden Vergleichsuntersuchungen angestellt sind. Denn die Anwendung dieser Methoden auf die Kolloidmenge der Sedimente ist zum Teil noch sehr jung, es fehlen meist noch die Konstanten für die Einzelkolloide. So bleibt noch ein reiches Arbeitsfeld gerade auf diesem Gebiet der Sedimentkunde zu bearbeiten.

Geologische Beobachtungen auf der Insel Sal (Kapverdische Inseln).

Von Carl W. Correns.

Anfang März 1927 bot sich Gelegenheit, die kleine kapverdische Insel Sal zu besuchen und einige Tage ihrer Untersuchung zu widmen. Zwar ist sie schon 1912 von Friedländer bereist und im folgenden Jahre kurz beschrieben worden¹⁾, aber sie bietet so viel Interessantes, daß ein kurzer Text zu den Bildern der Tafeln 10 und 11 nach eigenen Beobachtungen doch lohnend erschien. Auch gibt die neue deutsche Seekarte, nach der Abb. 43 hergestellt ist, die Morphologie der Insel wesentlich eingehender wieder, als die dem Friedländerschen Werk beigegebene Karte.

Die Insel Sal verdankt ihren Namen und ihre Stellung im westafrikanischen Handelsverkehr ihrem einzigen Reichtum, dem Salz. Seinetwegen wird der Hafen von Santa Maria im Süden der Insel regelmäßig von einer deutschen, und der weniger günstig im Osten bei Pedra Lume gelegene von einer französischen Dampferlinie angelaufen. Das Salz wird zum größten Teil im Kongo-Gebiet abgesetzt. Von der Salzgewinnung und dem Salzhandel leben auch die wenigen Bewohner der Insel. Diesen Reichtum verdankt sie dem trockenen, warmen Klima und ihrer geologischen Geschichte. An zwei Stellen finden sich nämlich dicht unter der heutigen Bodenoberfläche Steinsalzlager, die durch Auslaugung mit marinem Grundwasser im Salinenbetrieb ausgebeutet werden. Das eine liegt dicht bei Santa Maria im flachen Land zwischen dem Ort und der tafelbergartig sich zur Höhe von fast 100 m erhebenden Serra Negra. Die Sole, die hier mit einfachen Windpumpen aus dem Salzlager gepumpt wird (Fig. 2, Hintergrund), hat etwa 25 % Salzgehalt. Die Teiche, in denen sie verdunstet, werden schon nach acht Tagen ausgeräumt. Das gewonnene Salz ist aber — wenigstens für einen Europäermagen — wegen der mitabgeschiedenen Kalium-Magnesiumsalze ungenießbar. Es dient in erster Linie zu Konservierungszwecken, z. B. zum Einsalzen von Fischen. Etwas besseres Salz wird im östlichen Teil der Saline erzielt, wo Meerwasser unter den Dünen durch Kanäle in Teiche geleitet wird. Hier scheidet sich zunächst Gips in etwa 1 cm dicken Krusten von zierlichen Kriställchen ab, dann in anderen Becken in vier Wochen das Kochsalz (Fig. 2, Vordergrund). Das aus den Salzgärten gewonnene Salz wird von der Saline zu dem im Südwesten gelegenen Hafen auf einer Feldbahn gebracht, die durch Segel den regelmäßig wehenden Nordost-Passat als Treibmittel benutzt.

Bei der zweiten Saline, die bei Pedra Lume im Nordosten der Insel in einem Krater von etwa 1000 m Durchmesser (Taf. 11 Fig. 4) liegt, vermittelt eine moderne Drahtseilbahn den Verkehr mit dem Hafen. Der Kraterboden hat in früheren Zeiten in Verbindung mit dem Meer gestanden, eine Lagune gebildet. Bei der Hebung der Insel wurde der mit Meerwasser gefüllte Krater vom Meere abgetrennt, das Meer-

¹⁾ Imm. Friedländer, Beiträge zur Kenntnis der Kapverdischen Inseln. Berlin, 1913.

wasser verdunstete und bildete das Salzlager. Wahrscheinlich ist mehrmals Meerwasser in den Krater eingedrungen, denn die Mächtigkeit des Salzlagers soll 7 m betragen. Es wird, wie das Lager von Santa Maria, durch Auslaugen ausgebeutet. Bei diesem müssen ähnliche Verhältnisse bei der Entstehung geherrscht haben, nur sind hier in dem flachwelligen Gelände aus mehreren kleinen Lagunen Salzlager gebildet worden, so daß benachbarte Bohrungen Sole von verschiedenem Salzgehalt liefern, je nachdem, ob gerade ein Salzlager getroffen ist oder nicht.

Diese Salzlager sind schon ein Beweis dafür, daß die Insel in junger Zeit gehoben wurde. Man erkennt dies auch an den zahlreichen Resten von Meerestieren, vor allem Korallen, Muscheln und Schnecken, die an vielen Stellen mitten im flachen Lande den Boden bedecken. Eine zweite Hebung ist an einer ausgedehnten Terrasse der Täler gut zu sehen, die von Osten her in die Bucht von Murdeira münden. Auf der Terrasse liegt eine Kalkdecke, die marine Muscheln führt. Auf der Höhenschichtenkarte (Abb. 43) kommt diese Terrasse nicht so zur Geltung wie die dritte, die in 50 bis 55 m Höhe die weite Hochfläche in der Mitte der Insel einnimmt. Auch hier sind die älteren Gesteine der Insel von einer dünnen Schicht junger Kalke bedeckt. Die vierte ausgeprägte Terrasse ist die der Serra Negra in 80 bis 90 m Höhe (Taf. 10 Fig. 17). Hier tritt die Kalkbedeckung nur sporadisch auf. Die Heraushebung der Insel ist also nicht auf einmal erfolgt, sondern ruckweise, jede Terrasse stellt eine Ruhepause dieser Bewegung dar. Daß noch ältere Phasen als diejenige, die der Terrasse der Serra Negra entspricht, vorhanden sind, zeigen die Beobachtungen von Friedländer. Er fand Brandungshöhlen am Rabo de Junco bis in 160 m Höhe und an dem im Norden gelegenen Monte Grande Brandungsspuren sogar bis in 400 m Höhe.

Unter den jungen Kalkdecken der Terrassen treten überall die älteren Gesteine der Insel zutage. Sie sind fast ausschließlich vulkanischen Ursprungs, und zwar Angehörige der Alkaligesteinsgruppe. Ein mächtiger Basalterguß bildet die Decke der Serra Negra. Zu den jüngeren basaltischen Eruptionen gehört auch der Schlackenkegel des Rabo de Junco, das charakteristische Wahrzeichen der malerischen Bucht von Murdeira. Den mittleren Teil der Insel bilden hauptsächlich Phonolithe. An zwei Stellen fand ich hier ein syenitisches Gestein, am Mo. das Pedras und am Mo. do Carvão. Über diese und andere petrographische Beobachtungen auf der Insel soll an dieser Stelle jedoch nicht weiter berichtet werden, da die genaue Untersuchung der Gesteine noch aussteht. Nur das Vorkommen von Gangquarz am Oststrand der Serra, südwestlich von Pedra Lume und von Tonschiefern im Süden der Insel zwischen Algodoeiro und Palha Verde, sei erwähnt.

Die Vegetation ist äußerst spärlich, eine größere Oase, Palha Verde, liegt am Südrand der Bucht von Murdeira. Vereinzelt stehen Bäume in den Tälern, die zu dieser Bucht führen, in den Tälern der Ostseite fehlen auch sie. Die Ortsbezeichnung Feijoal (Bohnenfeld) deutet darauf hin, daß hier einst Bohnen gezogen wurden; heute ist nichts mehr davon zu sehen. Trotz dieser Armut der Vegetation hat die Insel ihren eigenen Reiz durch die lebhaften braunen und braun-

roten Farben der Verwitterungsprodukte der Eruptivgesteine, die schwarzbraunen Töne der Laven und die weißen und hellgelben Kalkdecken und Dünenande, und das alles unter dem strahlendblauen Himmel umrahmt vom blaugrünen Meer.

Bericht über die meteorologischen Arbeiten.

Von J. Reger und E. Kuhlbrodt.

Die Terminmessungen und die Registrierungen der verschiedenen meteorologischen Elemente wurden auch auf den Profilen XII bis XIV fortlaufend ausgeführt, ebenso auf dem ersten Teil der Heimreise bis zu den Kanarischen Inseln. Es liegen somit für die Dauer der Expedition ununterbrochene Aufzeichnungen vor von Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windstärke (auszuwerten unter Berücksichtigung der ebenfalls ständig bekannten Fahrtrichtung und -geschwindigkeit des Schiffes), sowie von Niederschlag. Stündliche Werte für die ganze Zeit sind ferner vorhanden von der Bewölkung, dem Seegang und von der Wassertemperatur, welche letztere außerdem von den Ozeanographen laufend registriert wurde. Das zahlreiche Material an Beobachtungen in den Bodenschichten harret nunmehr ausgiebiger Verarbeitung.

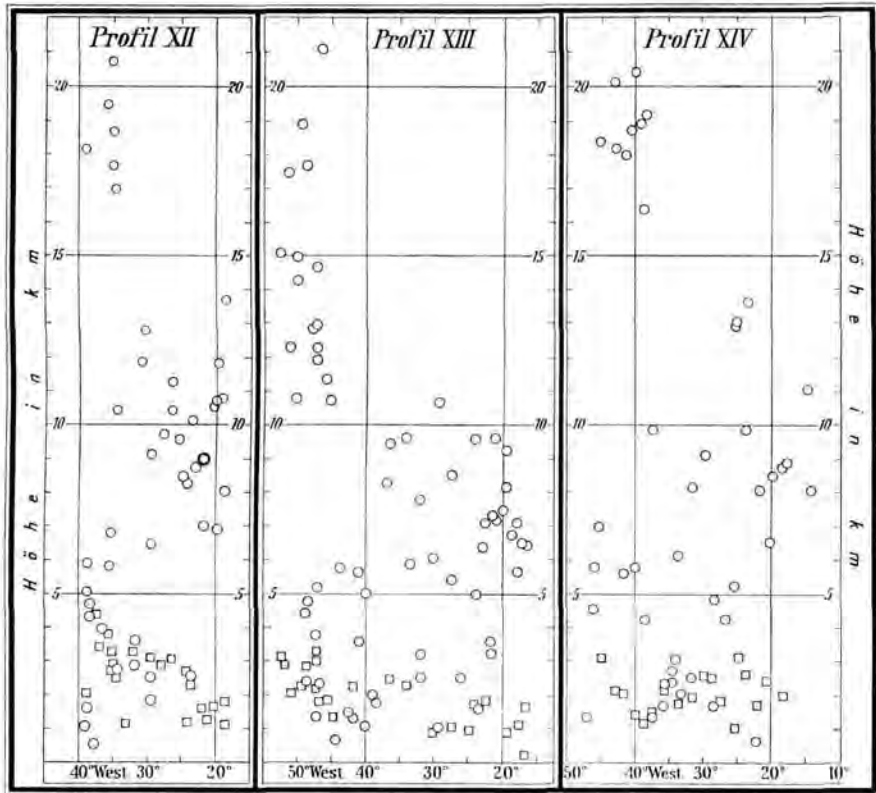
Die Sonnenstrahlung wurde nur noch an einem Tage auf Schnitt XII mit vier Reihen gemessen. Als gelegentliche Stichproben wurden auf der Expedition im ganzen 65 Reihenmessungen erhalten, die sich auf 22 Tage verteilen.

Das meteorologische Hauptprogramm der Expedition, die Aufstiege mit Drachen und Pilotballonen, wurde weiter systematisch und mit bestem Resultat ausgeführt. Abb. 44 gibt entsprechend wie in den früheren Berichten die Darstellung der aerologischen Arbeit auf den Profilen XII bis XIV. Die Aufstiege wurden auch auf der Strecke Kapverdische—Kantarische Inseln fortgesetzt. Nördlich von Teneriffa machten wir noch am 18. Mai zwei Pilotanschnitte; da diese Aufstiege bereits außerhalb des Passatbereiches lagen, fanden, dem aufgestellten Programm entsprechend, die aerologischen Arbeiten hiermit ihr Ende.

Die nachstehende Tabelle gibt im Anschluß an diejenigen in den früheren Berichten die Zusammenstellung der Pilotballonaufstiege des letzten Expeditionsabschnittes.

Strecke	Zeit	Zahl der Aufstiege	Mittlere Höhe m	Zahl der Aufstiege über			Größte Höhe m
				5000 m	10000 m	15000 m	
Schnitt XII	29. 1. bis 22. 2.	38 (44)	9650	31	17	7	20 700
" XIII	{ 3. 3. bis 10. 3. } { 16. 3. bis 6. 4. }	55 (64)	8300	42	17	5	21 100
" XIV	19. 4. bis 5. 5.	28 (32)	8600	16	8	8	20 400
Heimreise 19° bis 30° N	{ 7. 5. bis 11. 5. } { 18. 5. }	12 (12)	9150	11	4	—	13 600

Der Gebrauch der zu Beginn von Schnitt XII endlich wieder gelieferten doppelplattigen großen Ballone von etwa 430 g Gewicht macht sich in dem guten Ergebnis deutlich bemerkbar. Diesen Ballonen wurde allerdings, da zuerst mehrfach vorzeitiges Platzen vorkam, nicht mehr wie auf den ersten Profilen der Expedition eine Steiggeschwindigkeit von 370—380 m, sondern nur von 350—360 m, zuletzt 330—340 m pro



Zeichenerklärung: \circ Pilotballonaufstiege \square Drachenaufstiege

Abb. 44. Aerologische Arbeit des „Meteor“ auf Profil XII bis XIV.

¹⁾ Der fettgedruckte Ring bedeutet zwei Aufstiege.

Minute mitgegeben. Die meisten Ballone wurden auch wieder mit dem Entfernungsmeßgerät angeschnitten.

Die besten Bedingungen für die Erreichung großer Höhen herrschten wieder in der Nähe des südamerikanischen Kontinents. Abb. 44 zeigt, wie die sehr hohen Aufstiege (über 15 000 m Höhe) auf der Westseite der Profile, unter etwa 35° bis 55° W. liegen. Die günstigsten Abschnitte auf den drei Profilen sind folgende:

Profil XII, Breite 5° S bis 2° S, 10 hintereinander folgende Aufstiege, mittlere Höhe 13 500 m,

Profil XIII, Breite 5° N bis 15° N, 20 hintereinander folgende Aufstiege, mittlere Höhe 12 200 m,

Profil XIV, Breite 2° N bis 10° N, 11 hintereinander folgende Aufstiege, mittlere Höhe 15 800 m.

Auf der Ostseite der Profile, in der Nähe der afrikanischen Küste, sind die Verhältnisse ungünstiger, einerseits wegen sehr starker westlicher Höhenströmung, andererseits wegen des hier typischen Höhendunstes; bei einem Höhenwinkel unter 30° oder 25° wurden die Ballone hier unsichtbar. Auch fanden wir hier häufig starke Zirusbewölkung vor; schließlich war beim Dampfen gegen den Passat die Rauchfahne besonders oft hinderlich, und das Stampfen des Schiffes erschwerte erheblich die Beobachtungen, die am äußersten Heck stattfinden mußten. In der Äquatorzone waren Aufstiege mehrfach wegen anhaltenden Regens nicht möglich; hier wurden naturgemäß wegen der starken niedrigen Bewölkung teilweise nur sehr geringe Höhen erreicht.

Die letzten drei Profile brachten in 62 Drachenaufstiegen noch sehr wertvolles Material zur Erforschung des Nordost-Passates. Wenn auch mit der erreichten mittleren Höhe von 2150 m kein Rekord erzielt wurde, so konnte doch bei sämtlichen Aufstiegen im Passatgebiete die Passatschicht durchstoßen, meistens sogar weit überhöht werden. Örtlich sind sie sehr gleichmäßig über das ganze durchfahrene Gebiet verteilt. Nachdem beide Passate in der Hauptsache zur gleichen jeweiligen Jahreszeit, nämlich im Winter und Frühling, erforscht wurden, lassen sie sich zwanglos zum Vergleiche gegenüberstellen. Ohne der endgültigen Ausarbeitung vorgreifen zu wollen, kann man schon sagen, daß der Nordost-Passat im Mittel größere Geschwindigkeit aufwies als der Südost-Passat. Besonders lebhaft blies er im Gebiet der Kapverdischen Inseln. Jedoch hat er da nur geringe Mächtigkeit.

Auf Profil XII konnten 21 Aufstiege gemacht werden, die eine mittlere Höhe von 2480 m erreichten. Die ersten nach Verlassen von Pernambuco fanden noch im Bereiche des Südost-Passates statt, der kräftig genug war, um auch auf der Ankerstation in $2,5^{\circ}$ S und 35° W die Drachen zu heben. Die größte Höhe wurde am 5. Februar unter dem Äquator mit 4360 m gleichfalls bei Südost-Wind erreicht. Dann setzte Ostnordost-Wind ein, der aber mit zunehmender Höhe nach Ost-südost drehte. Bei allen diesen Aufstiegen zwischen 5° S und 5° N fehlen in der Zustandskurve die typischen Merkmale des Passats — der ausgeprägte Temperatur- und Feuchtigkeitssprung im Stratokumulus-Niveau. Die Temperatur nimmt hier ohne nennenswerte Diskontinuitäten von unten bis zur größten Höhe um etwa $0,6^{\circ}$ pro 100 m ab. Erst von 6° N an sind die Passat-Kennzeichen vorhanden. Nun konnten bis zur afrikanischen Küste und zurück nach São Vicente täglich Aufstiege gemacht werden, entweder in Fahrt oder auf den Lotstationen, je nachdem die Verhältnisse zur Erreichung einer möglichst großen Höhe günstiger schienen. Dabei wurde die gleiche Erscheinung, wie früher im Südost-Passat, beobachtet, daß die Schichtdicke oder Mächtigkeit des Passats nach der Küste zu abnimmt. Etwa 60 Meilen von Dakar war die Schichtdicke nur noch 50 m. In der darüber befindlichen Warmluft nahm die Windgeschwindigkeit mit der Höhe rasch ab, oft bis zur Windstille. Deshalb konnten hier auch keine bedeutenden Höhen bei den Aufstiegen erzielt werden.

Ebenso schön wurde die Abnahme der Passatschicht nach der Küste zu in dem Gebiet nordöstlich der Kapverden, das zwischen Profil XII und XIII befahren wurde, beobachtet. Auf diesem Teilprofil fanden sieben Aufstiege statt. An zwei Tagen war es so stürmisch und so hoher Seegang, daß von einem Drachenaufstieg abgesehen werden mußte. Einmal wurde mit Sturmdrachen gearbeitet, aber nur geringe Höhe erreicht, da oberhalb des Passats zu wenig Wind vorhanden war. Die mittlere Höhe dieser Aufstiege betrug 1400 m.

Auf Profil XIII, auf dem in der Passatrichtung gefahren wurde und die Segel voll ausgenutzt werden mußten, fanden die Aufstiege wieder regelmäßig auf Lotstationen statt. Nur die letzten drei wurden auf der Fahrt, die in südöstlicher Richtung nach dem Rio Pará ging, gemacht. Die mittlere erreichte Höhe betrug bei den 16 Aufstiegen 2230 m. Die Zustandskurven haben alle Passatcharakter bis auf zwei, welche aus 5° N und 7° N Breite stammen. Auf der Ankerstation in $12,7^{\circ}$ N und $47,6^{\circ}$ W konnte drei Tage hintereinander je ein Aufstieg gemacht werden, wobei sich ziemliche zeitliche Veränderungen in der Passatdicke ergaben, die zweifellos mit den Änderungen des Wetters im Zusammenhang stehen und deutlich die wellenartige Bewegung der oberen Passatgrenze erkennen lassen.

Auf Profil XIV wurden fast alle Aufstiege wieder während der Fahrt gemacht, die immer gegen den Passat anging. Bis zu den Kapverden und auf der nachfolgenden Überfahrt nach den Kanaren konnten insgesamt 18 Aufstiege gemacht werden, die eine mittlere Höhe von 2080 m erreichten. Sie lagen alle bis auf den ersten, der in 2° N stattfand, im Bereich des Nordost-Passates und tragen auch die entsprechenden Kennzeichen. Obwohl häufig mit der Geschwindigkeit von 5 m/sek eingeholt wurde, nachdem entsprechend viel Draht ausgegeben war, ließ sich keine bessere Höhe erzielen. Die unteren Drachen gingen dann in dem lebhaften Passat schief und verhinderten dadurch auch den Apparatdrachen, weiter in die obere windschwache Schicht hineinzusegeln.

Zwei Versuche, die mit Registrierballon-Aufstiegen gemacht wurden, führten nicht zu dem gewünschten Erfolge. Der eine fand am 3. Februar in $2,5^{\circ}$ S und 38° W statt. Dabei platzte der erste Ballon nach 13 Minuten in 4800 m Höhe und nachher im Fallen auch der zweite. Das Instrument fiel ins Wasser, konnte aber aufgefischt werden; die Registrierung war auswertbar. Der andere Versuch wurde am 10. März in $17,4^{\circ}$ N und $21,6^{\circ}$ W gemacht und verlief noch kläglicher, indem der erste Ballon schon in 1400 m Höhe platzte. Auch der zweite Ballon hielt wieder nicht bis zum Einholen stand, sondern platzte etwa 100 m vom Schiff entfernt. Immerhin geben die beiden Aufstiege eine Ergänzung zu den Drachenaufstiegen.

In Abb. 45 sei zum Schluß eine graphische Übersicht gegeben über die bei allen Ballon- und Drachenaufstiegen auf den Profilen I bis XIV erreichten Höhen. Die Profile sind hier nach der geographischen Breite geordnet, und für jedes Profil sind die mittleren sowie die größten Höhen eingetragen. Es fehlen in diesem Diagramm die Aufstiege auf den meridionalen Teilstrecken Kanal—La Plata, La Plata—Magellanstraße, Kapverdische—Kanarische Inseln,

Insgesamt sind auf „Meteor“ ausgeführt worden: 217 Drachenaufstiege und 812 Pilotballonaufstiege.

Bei den Ballonanschnitten besteht naturgemäß ein großer Unterschied zwischen den Aufstiegen in der südlichen Westwindzone

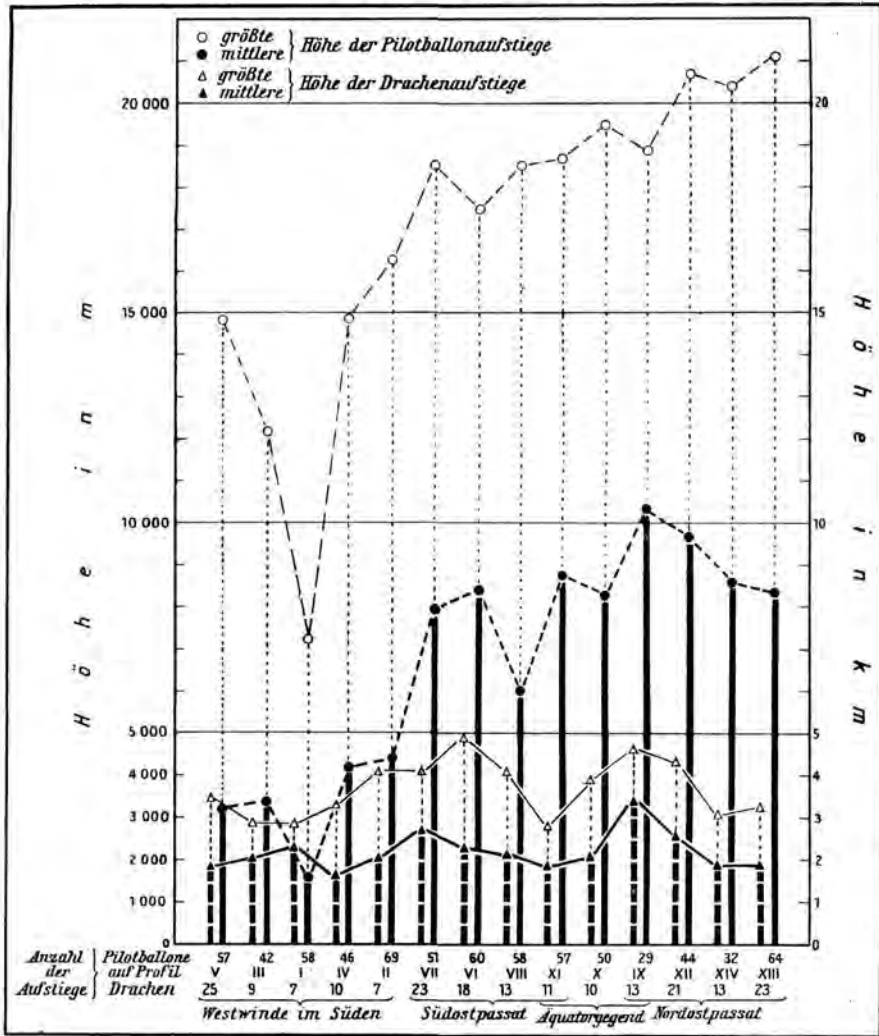


Abb. 45. Drachen- und Ballonaufstiege der Deutschen Atlantischen Expedition.

(Profil V bis II) und denjenigen in dem subtropischen und tropischen Bereich des Atlantischen Ozeans. Dort beträgt infolge des veränderlichen, stürmischen Wetters mit meist sehr niedrigen Wolken die mittlere Aufstiegshöhe etwa 3000 m bis 4000 m (Profil I fällt als besonders schlecht heraus), hier beträgt sie bei den weitaus günstigeren Wetterbedingungen 8000 m bis 9000 m, also das Doppelte bis Dreifache. Die Höhen im Nordostpassatgebiet sind etwas besser als die-

jenigen im Südostpassatgebiet, weil in letzterem die an die Passatinversion gebundene Stratokumulusbewölkung stärker ist; das gilt besonders für Profil VIII (mittlere Höhe 6000 m), welches durch den Kern des Südostpassates führte.

Die größten Höhen, die etwa bei 18 000 bis 20 000 m liegen, sind durch die Platzgrenze der Ballone bestimmt; sie befinden sich bereits in der Stratosphäre.

In der nachstehenden Tabelle sind sämtliche Drachenaufstiege zahlenmäßig zusammengefaßt.

Drachenaufstiege auf	Anzahl	Mittlere Höhe m	Größte Höhe m
Überfahrt nach Buenos Aires . . .	9	2400	3460
Profil V	25	1870	3510
„ III	9	1970	2890
„ I	7	2290	2940
„ IV	10	1630	3300
„ II	7	1960	4080
„ VII	23	2660	4000
„ VI	18	2280	4870
„ VIII	13	2110	4080
„ XI	11	1780	2820
„ X	10	2010	3890
„ IX	13	3370	4630
„ XII	21	2480	4360
„ XIV	18	2080	3190
„ XIII	23	1920	3270
Summe	217	2200	4870

Von den 217 Drachenaufstiegen entfallen mehr als 150 auf die beiden Passatgürtel und die Äquatorialzone. In der Westwindzone konnten zu häufig wegen Sturms keine Aufstiege gemacht werden oder sie mißglückten. Aus dem gleichen Grunde sind auch die mittleren Höhen hier kleiner. Auf Profil III und V hat außerdem häufig Eisansatz an Draht und Drachen die Erreichung größerer Höhen verhindert. Auffallend mag erscheinen, daß gerade auf Profil IX, das hauptsächlich durch die Äquatorialgegend führte, die weitaus größte mittlere Höhe erreicht wurde. Überhaupt war der sogenannte Kalmen-gürtel ein dankbares Feld für Drachenaufstiege. Zwischen 4° N und 4° S sind insgesamt 33 zustande gekommen. Davon überschritten 14 die Höhe von 3000 m und 4 die Höhe von 4000 m.

Die aerologischen Messungen haben — trotz der wesentlich schwierigeren Arbeitsbedingungen an Bord des kleinen Schiffes, verglichen mit Beobachtungen an Land, und trotz der Erschwerungen, welche die Eingliederung in das so mannigfaltige Arbeitsprogramm der Expedition bedingte — ein sehr reiches, über Erwarten günstiges Beobachtungsmaterial gebracht. Die Verarbeitung konnte während der Expedition naturgemäß nur zum Teil ausgeführt werden; es ist kein Zweifel, daß sie in der Erkenntnis der großen Luftzirkulation grundlegende Fortschritte bringen wird.