

## **Werk**

**Jahr:** 1927

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:3

**Werk Id:** PPN101433392X\_0003

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X\\_0003](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X_0003) | LOG\_0071

## **Terms and Conditions**

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

## **Contact**

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen  
Germany  
Email: [gdz@sub.uni-goettingen.de](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

## Bericht über die Ergebnisse der Meteorexpedition.

Von A. Defant. — (Mit zwei Abbildungen und einer Tafel.)

Die Ozeanographie ist als geographische Spezialdisziplin dank der großen Fortschritte in der Technik meereskundlicher Forschung der neueren Zeit und der intensiven exakten Bearbeitung der Beobachtungen der älteren und neueren Tiefsee-Expeditionen allmählich bei jenem Entwicklungsstadium der Forschung angelangt, in dem von der mehr qualitativen Beschreibung der Erscheinungen zu einer quantitativen Erfassung derselben übergegangen werden kann. Dies führt natürlich zu einer mehr physikalisch-mathematischen Behandlung einzelner Probleme der Ozeanographie, zu einer intensiveren Anwendung der Lehren der Hydrodynamik auf die bewegten Wassermassen der Ozeane. Die Meteorologie als Schwesterdisziplin hat diesen Übergang zum großen Teil schon vollzogen und ist in der theoretischen Behandlung der wichtigsten Probleme schon viel weiter fortgeschritten als die Ozeanographie. Es ist aber zu erwarten, daß auch die Ozeanographie ihr bald hierin folgen wird; sie steht dadurch vor einem bedeutenden Wendepunkt ihrer Entwicklung: sie wird, was viele Probleme betrifft, zu einem Teil der Geophysik.

Geophysikalisch müssen auch die Arbeitsmethoden sein, will sie weitere Fortschritte erzielen. Es ist ein großes Verdienst von Alfred Merz, dies klar erkannt und an den maßgebenden Stellen mit der nötigen Eindringlichkeit betont zu haben, daß der wissenschaftlichen Meereskunde gerade jetzt in diesem Entwicklungsstadium eine groß angelegte, nach modernen geophysikalischen Gesichtspunkten durchgeführte Forschungsfahrt von größtem Wert sein würde, weil theoretische Gedankengänge und Überlegungen ohne neue Beobachtungsunterlagen nicht mehr recht fruchtbar werden könnten. Die modernen geophysikalischen Gesichtspunkte liegen in erster Linie in dem Verlassen der bisher bei allen Tiefsee-Expeditionen üblichen Methode der „Stichproben“, die höchstens die Verhältnisse längs eines einzigen Schnittes durch den Ozean erkennen ließ, und in der Forderung nach einer systematischen Erforschung der ganzen Ozeane in allen ihren Teilen durch planmäßige Untersuchung ihrer Verhältnisse auf engelegten Schnitten oder in einem dichten Netz ozeanographischer Stationen. Nur die räumliche Erfassung der Erscheinungen liefert die Grundlage zu einer genauen geophysikalischen Untersuchung der ozeanographischen Probleme. Auch dies hat Merz klar erkannt und trotz der vielfach geäußerten Bedenken über die Ausführbarkeit der gewaltigen Arbeit an Bord eines Schiffes eine systematische physikalische Durchforschung eines Ozeans gefordert. Die Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Meteor“ hat zum erstenmal diese gewaltige Arbeit geleistet.

Auch in diesem Punkte steht die Ozeanographie so vor einem prinzipiellen Wendepunkte. Der Übergang zu geophysikalischen Arbeitsmethoden einerseits und andererseits die systematische Erforschung der ganzen Ozeanräume wird mit der Zeit eine gewaltige Umwälzung in der Ozeanographie bedingen, deren Anfang stets mit dem Namen der Meteor Expedition verknüpft bleiben wird.

Aus diesen Gedanken entsprang die Deutsche Atlantische Expedition. Der Plan von Alfred Merz fiel beim Präsidenten der Notgemeinschaft Deutscher Wissenschaft Exzellenz Schmidt-Ott und beim damaligen Chef der Marineleitung Admiral Behncke auf fruchtbaren Boden. Die Notgemeinschaft übernahm die Ausrüstung und den Unterhalt der wissenschaftlichen Mitglieder, die Beschaffung, Instandhaltung und Ergänzung aller für die wissenschaftlichen Arbeiten notwendigen Instrumente, Apparate, Bücher und sonstiger Hilfsmittel, die Marine stellte das Schiff und seine Besatzung für die Dauer der Expedition in den Dienst der ozeanographischen Wissenschaft. Erst durch das enge Zusammenarbeiten beider hat der große Plan: die genaue systematische Durchforschung des Atlantischen Ozeans von 20<sup>0</sup> nördl. Br. bis zur Eisgrenze der Antarktis Wirklichkeit werden können.

Vor der Ausreise der Expedition, die am 26. April 1925 aus Wilhelmshaven erfolgte, sind im Institut für Meereskunde sowohl eingehende Untersuchungen für die Auswahl der Instrumente und Apparate, als auch eine neue, rationelle Aufarbeitung des für das Expeditionsgebiet schon vorhandenen Beobachtungsmaterials früherer Expeditionen vorgenommen worden. Zu dem ersten Punkte kann man wohl sagen, daß durch diese Vorarbeiten noch keine Expedition technisch so ausgezeichnet vorbereitet und ausgerüstet den Heimathafen verließ, zum zweiten, daß Merz und seinen Mitarbeitern es gelungen ist, schon aus dem älteren Material im Anschluß an frühere Untersuchungen eine neuere Auffassung der ozeanischen Zirkulation im Atlantischen Ozean abzuleiten, die als gut fundierte Arbeitshypothese der Expedition mit auf den Weg gegeben werden konnte. Diese zu bestätigen und weiter auszubauen sollte die Hauptaufgabe der Expedition sein. Das war das große Ziel, das Merz der Expedition gesteckt hatte; alles andere, was sich auf der Expedition noch machen ließ, mußte sich ihm ein- oder unterordnen. Damit wurden von vornherein die rein biologischen Arbeiten, die sonst den größten Teil der Arbeiten bei Tiefseeexpeditionen auszumachen pflegten, größtenteils ausgeschieden und von ihnen und weiter auch von chemischen, geologisch-mineralogischen Arbeiten nur so viel im Arbeitsplan aufgenommen, als sie in der Hauptsache dem Hauptproblem dienlich waren und durch sie keine größeren Verzögerungen im Betrieb zu erwarten waren. Der Meteorologie wurde eine größere Freiheit eingeräumt, da die Untersuchungen des Aufbaues der Atmosphäre durch Ballon- und Drachenaufstiege vom fahrenden Schiff aus nahezu unabhängig von den ozeanographischen Arbeiten vorgenommen werden konnten.

Der schärfen Umgrenzung des Arbeitsplanes, der ein einiges und gedeihliches Zusammenarbeiten aller Wissenszweige unter Vorantritt der Ozeanographie dar-

stellt, ist zum großen Teil der Erfolg der Expedition zu verdanken. Die Expedition ist am 2. Juni 1927 nach einer Dauer von 777 Tagen glücklich in Wilhelmshaven wieder eingelaufen und hat ihr Programm planmäßig erledigt.

Über den Verlauf der Expedition soll im Vortrage nicht neuerdings berichtet werden, nachdem schon mancherorts viel eingehender darüber veröffentlicht worden ist\*). Fig. 1 gibt den Reiseweg des Meteor mit den 310 ozeanographischen Stationen, die systematisch in 14 Querprofilen den ganzen Ozean überdecken. Die Profile sind in der angegebenen zahlenmäßigen Reihenfolge abgefahren worden; maßgebend dafür waren vor allem die klimatischen Verhältnisse der einzelnen Zonen und die Lage der Endpunkten zu den Häfen, die als Stützpunkte auserwählt waren. Bei Profil I mußte nach Station 5 das Schiff nach Buenos-Aires zurückkehren. Dies war bedingt durch die Erkrankung des Planlegers und wissenschaftlichen Leiters der Expedition Alfred Merz. Er kehrte nicht mehr zu ihr zurück; ein unerbittliches Schicksal hat ihn allzufrüh ihr entrissen.

Kapitän Spiess, der nautische Leiter der Expedition, hat sodann die Gesamtleitung übernommen und unter seiner bewährten Führung ist die Expedition weiter- und zu einem glücklichen Ende geführt worden.

Während der ganzen Reise wurde in Abständen von 20 Minuten, was etwa 2 Seemeilen entspricht, bei morphologischen Störungen in noch kürzeren Intervallen, durch Echolotungen das Relief des ozeanischen Bodens aufgenommen. Die ungeheure Zahl von 67 400 Echolotungen läßt sogleich erkennen, daß dadurch die Form des Meeresbodens in viel größerem Maße entschleiert werden konnte als durch Drahtlotungen. Die verwendeten Echolotypen „Atlaslot“ und „Signallot“ haben während der ganzen Expedition, wie die oftmalige Kontrolle durch Drahtlotungen gezeigt hat, vorzüglich gearbeitet\*\*).

Die auf Grund dieser Echolotungen gewonnene genaue Aufnahme des Bodenreliefs wird in Verbindung mit den auf den ozeanographischen Stationen gewonnenen Bodenproben unsere Kenntnis der Morphologie und Geologie des Südatlantischen Ozeans in ungeahnter Weise erweitern. Die Kenntnis der Form des Gefäßes, in dem sich die Flüssigkeit bewegt, ist einerseits eine unumgängliche Voraussetzung für die Durchführung hydrodynamischer Untersuchungen, andererseits außerordentlich wichtig zur Entscheidung vieler anderer geophysikalischer Probleme; ich erinnere bloß an Wegeners Theorie der Kontinentalverschiebungen und an die Frage der Reduktion der Schweremessungen auf dem Meere.

Die außerordentliche Kompliziertheit des Bodenreliefs längs der Profile läßt erkennen, daß die allgemein bisher angenommene Gleichförmigkeit des Meeresbodens in vielen Fällen nur eine Folge der bisher geringen Zahl der Lotungen ist.

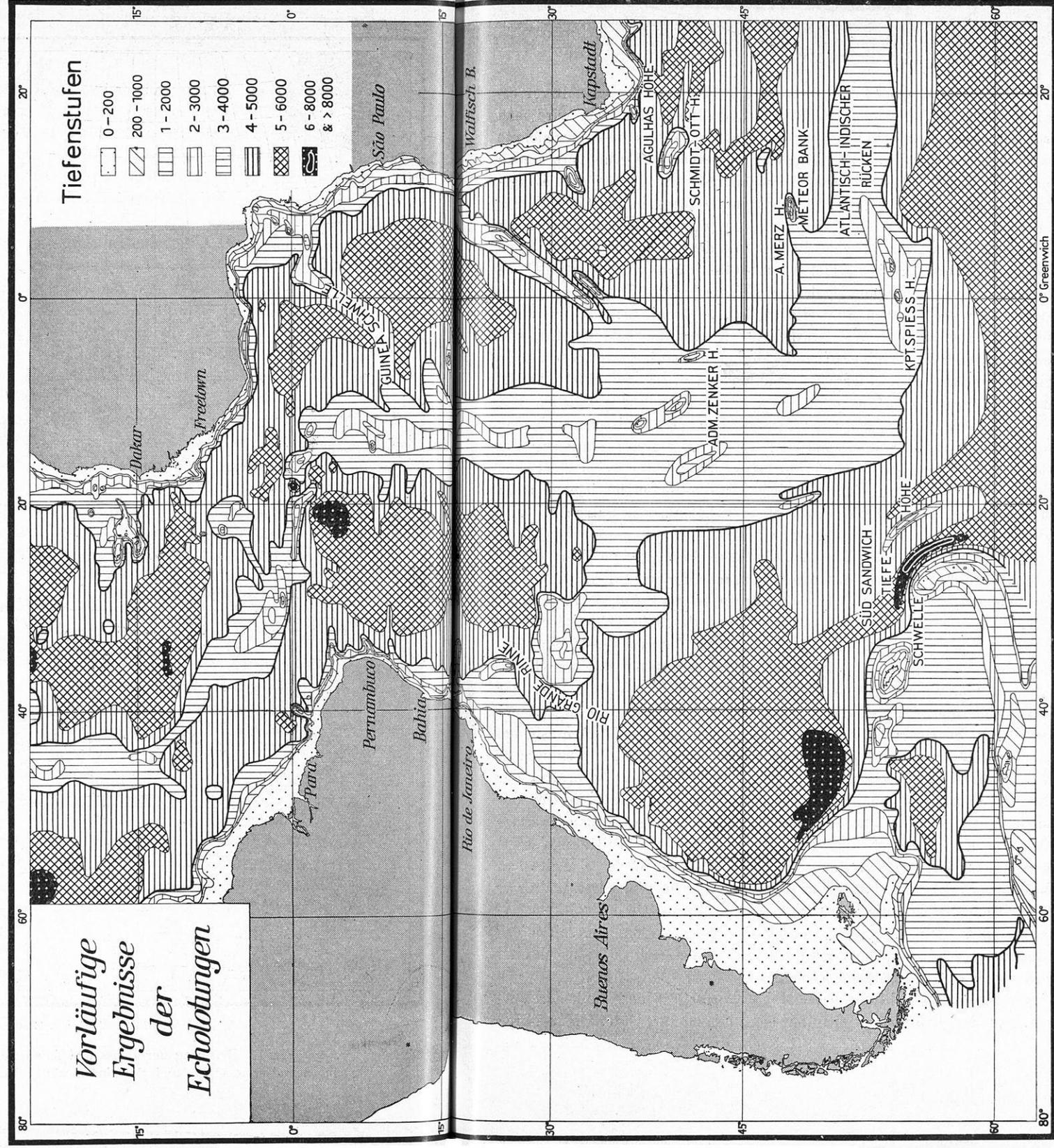
---

\*) Gesammelte Berichte der Deutschen Atlantischen Expedition, mitgeteilt durch die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, Berlin 1927.

\*\*) Siehe H. Maurer: Die Lotungen des Forschungsschiffes „Meteor“ und die Nautik. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin, Jahrg. 1927, Nr. 7/8.



Dies zeigt sich besonders deutlich, wenn man die durch die Echolotungen nunmehr sehr genau gegebene Bodenform mit dem nach den früheren Drahtlotungen angenommenen Bodenverlauf vergleicht. Zusammen mit den Ergebnissen der früheren Lotungen werden die Echolotungen den Entwurf einer wesentlich genaueren Tiefenkarte des Südatlantischen Ozeans ermöglichen, die als Grundlage für alle weiteren Untersuchungen dienen wird. Ein erster Versuch einer solchen Tiefenkarte gibt die nebenstehende Tafel; sie stützt sich auf die Tiefenzahlen, die in den deutschen Admiraltätskarten Nr. 384 und 520 eingetragen sind und etwa 500 ausgesuchten unreduzierten Echolotzahlen des Meteor. Diese Karte weicht in manchen Punkten von der früheren Tiefenkarte des Atlantischen Ozeans ab; insbesondere sind als völlig neu zu erwähnen: Der tiefe Graben, der den Südsandwich-Inselbogen außen umlagert ist und in dem auch die größte Tiefe des Südatlantischen Ozeans von 8060 m erlotet wurde. Es ist nicht ausgeschlossen, daß sich darin noch größere Tiefen vorfinden. Weiter sind neu einige Erhebungen auf der Atlantischen Schwelle und auf der Kapschwelle, die in der Karte mit ihren neuen Namen eingetragen sind. Deutlich erkennt



Tiefenkarte des Südatlantischen Ozeans nach den vorläufigen Ergebnissen der Echolotungen der Deutschen Atlantischen Expedition. (Aus Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde 1927.)



man ferner die Atlantische Schwelle, die sich als wesentlich vielgestaltiger erwies, als man bisher angenommen hat. Auf Grund aller Tiefenwerte wird man wohl entscheiden können, welchen morphologischen Charakters diese ausgedehnte Erhebung im Atlantischen Ozean ist. Man erkennt ferner, wie grundverschieden die beiden durch die Atlantische Schwelle voneinander getrennten zwei Längsbecken des östlichen und westlichen Atlantischen Ozeans in morphologischer Beziehung sind. Im Westen ein freier Durchzug, der das Antarktische Meer über dem ausgedehnten Argentinischen Becken mit dem Brasilianischen und den Nordamerikanischen Becken bis in Tiefen von 4000 m frei verbindet; im Osten mehr gegeneinander durch Querriegel, die sich zwischen dem afrikanischen Kontinent und der Atlantischen Schwelle stellen, abgeschlossene Mulden: die Kapmulde, von ihr durch den Walfischrücken getrennt die Kongomulde, von dieser getrennt durch die Guineaschwelle die Guineamulde, weiter dann in etwas freierer Verbindung die Sierra-Leonemulde und die Kapverdische Mulde. Diese wesentlich verschiedene morphologische Gliederung des westlichen und östlichen Ozeans wird sich in den ozeanographischen Verhältnissen der beiden Seiten des Ozeans deutlich äußern müssen: im Westen freier Durchzug der Wassermassen bis in große Tiefen in meridionaler Richtung bis über den Äquator, im Osten in den einzelnen Mulden von der Schwellentiefe ab mehr oder minder Stagnation der Wassermassen mit konstantem Salzgehalt und nahezu adiabatischer Temperaturzunahme.

Die ozeanographischen Untersuchungen betrafen in erster Linie die möglichst genaue Festlegung des Aufbaues des ganzen Ozeans durch die Ermittlung der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Meerwassers. Auf jeder Station war das Arbeitsprogramm in der Hauptsache dasselbe; die Dauer der fortlaufenden Arbeiten betrug hierbei je nach der Tiefe des Meeres 6 bis 12 Stunden. Die Reihenfolge dieser Arbeiten war: Drahtlotung zur Kontrolle der Echolotungen und zur Gewinnung einer Bodenprobe, sowie zur Bestimmung der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Bodenwassers; sodann folgten die ozeanographischen Serienmessungen, die grundsätzlich bis zum Meeresboden ausgedehnt wurden. In engelegten Tiefenhorizonten wurde die Temperatur mittels Kippthermometer bestimmt und aus heraufgeholtten Wasserproben der Salzgehalt, die Wasserstoffionenkonzentration und die Alkalinität, weiter der Gehalt an Sauerstoff und an Phosphorsäure ermittelt. Ungeschützte Thermometer gaben eine Kontrolle zur Tiefenlage der Messung. Ein Teil der Wasserproben wurde dem Biologen für quantitative Bestimmungen des Gehaltes an Nannoplankton abgetreten. Zumeist wurde in vier Serien gearbeitet, und zwar reichte die erste bis 250 m, die zweite bis 1000 m, die dritte bis 2500 m, die vierte 4500 m usw. Den ozeanographischen Messungen folgten von seiten des Biologen quantitative Netzfänge und qualitative Schließnetzfüge, die abwechselnd in verschiedenen Tiefen vorgenommen wurden.

Das gewonnene Beobachtungsmaterial ist enorm groß und dank der Vorbereitungen und der häufigen Kontrollen von besonderer Güte. Nur durch

äußerste Arbeitsanspannung während der ganzen Expedition war es den wissenschaftlichen Mitgliedern derselben möglich, dieses gewaltige Beobachtungsmaterial zu gewinnen, das zum erstenmal eine physikalisch-chemische Aufnahme eines ganzen Ozeanraumes darstellt. Seine intensive Verarbeitung wird Jahre in Anspruch nehmen und ich kann heute nur einige Teilergebnisse vorlegen, die durch vorläufige Bearbeitung zum Teil während der Expedition gewonnen wurden.

Nach den vorliegenden Beobachtungen läßt sich für jedes Profil zunächst die Verteilung von Temperatur und Salzgehalt darstellen und die Schichtung der Wassermassen näher studieren. Es zeigt sich, daß diese, abgesehen von den hohen südlichen Breiten, in den Hauptzügen überall vom gleichen Charakter ist und mehr oder minder auch jener entspricht, die Merz für einen meridionalen Längsschnitt auf 30° Westlänge aus den Beobachtungen der älteren Expeditionen ableiten konnte. Eine vierfache Schichtung kann unterschieden werden: Zunächst eine salzreiche und warme Deckschicht bis 600 m, sodann zwischen 600 und 1200 m eine Zwischenschicht mit geringem Salzgehalt und relativ niedriger Temperatur. Sie gehört, wie wir hören werden, dem Antarktischen Zwischenstrom an. Unterhalb dieser Zwischenschicht tritt wieder eine Zunahme des Salzgehaltes und auch der Temperatur auf mit einem Kerngebiet in einer Tiefe von 2500 m. Diese ausgedehnte Schicht entspricht dem Nordatlantischen Tiefenstrom. Unterhalb 4000 m ist der Bereich des kalten Bodenstromes, der sich aber nur im Westbecken bis in niedrige Breiten bemerkbar macht, da nur hier, wie früher erwähnt wurde, ein freier Durchzug in meridionaler Richtung vorhanden ist. In den mehr abgeschlossenen Ostbecken zeigt sich eine Konstanz des Salzgehaltes und eine geringe, an die adiabatischen Verhältnisse heranreichende Temperaturzunahme. Dies weist auf vertikale Konvektion hin.

Diese Schichtung der Wassermassen steht in innigem Zusammenhang mit der Bewegung der Wassermassen im Ozean, mit der ozeanischen Zirkulation: denn nur eine solche kann sie erzeugen und erhalten. Für einen Meridionalschnitt in 30° Westlänge hatte schon Merz aus den neu reduzierten Beobachtungen der früheren Expeditionen ganz ähnliche Verhältnisse abgeleitet, die ihn auch veranlaßt haben, neue Ansichten über die ozeanische Zirkulation daraus abzuleiten. Er hat diese in folgendem Zirkulationsschema der meridionalen Komponente der Wasserbewegung zusammengefaßt (Fig. 2).

Man erkennt zunächst eine kleine in sich geschlossene Zirkulation in den subtropischen Oberflächenschichten. Auf diese dünne Schicht beschränkt sich die früher angenommene, zum Äquator symmetrische Zirkulation mit einem aufsteigenden Aste in niedrigen und zwei absteigenden Ästen in höheren Breiten. Bis in die neueste Zeit hatte sich die Ansicht erhalten, daß die ozeanische Zirkulation auf diese Weise vor sich gehe. Wenn auch einzelne Forscher erkannt hatten, daß dieses Schema nicht überall den Beobachtungen entsprach, niemand vor Merz hatte den Mut gefunden, es völlig über Bord zu werfen und an seine Stelle ein genaueres zu setzen.

Unter den dünnen Schichten der tropischen Zirkulation liegen die ausgedehnten Regionen des zwischenhemisphärischen Wasseraustausches. Man erkennt drei Strometagen übereinander. Von den Meeresteilen zwischen 60 und 40° südl. Br. strömt kaltes, salzarmes Wasser nordwärts ab und schiebt sich unter das warme, salzreiche Wasser der niedrigen Breiten ein. Dies ist der Antarktische Zwischenstrom, der in 800 m Tiefe bis über den Äquator noch in 10° nördl. Br. nachweisbar ist. Unterhalb dieser Strömung bewegen sich die Wassermassen in großer Mächtigkeit nach Süden: der Nordatlantische Tiefenstrom. Sein Entstehungsgebiet sind die südlichen gemäßigten Breiten der Nordhemisphäre. Als horizontaler Strom ist er bis 40° südl. Br. verfolgbar, wo er dann aufsteigt und sich verliert. Unter dem Nordatlantischen Tiefen-

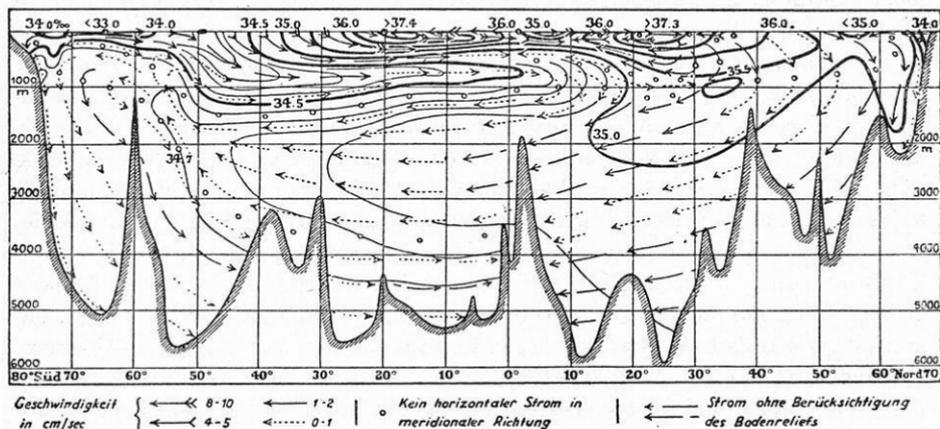


Fig. 2. Zirkulationsschema für die meridionale Komponente der Wasserbewegung im Atlantischen Ozean auf 30° Wärme.

strom strömen kalte, salzarme Wassermassen, vom Antarktischen Meere absinkend, dem Boden folgend nordwärts und erfüllen die Tiefseebecken dort, wo ihnen freier Zutritt gegeben ist (Antarktischer Bodenstrom).

Diese Zirkulation gilt es durch die Meteorbeobachtungen zu bestätigen und darüber hinaus, da nun auch der räumliche Aufbau des Meeres gegeben ist, neben der meridionalen Bewegungskomponente auch die zonale, also die Bewegung der Wassermassen im Raum festzulegen. Daß die Form des Gefäßes, das Bodenrelief wesentliche Modifikationen dieses allgemeinen Schemas in den einzelnen Teilen des Atlantischen Ozeans bewirken wird, ist von vornherein zu erwarten. Ihre genaue Festlegung wird sich durch die Bearbeitung des Meteormaterials ergeben. Dr. Wüst hat je einen durch das West- und das Ostbecken gelegten Längsschnitt bearbeitet und zeigen können, daß zwar im allgemeinen die Merzschens Anschauungen über die meridionale Zirkulation sich bestätigen, daß aber bemerkenswerte Unterschiede zwischen West und Ost sowohl in der Mächtigkeit wie in der Reichweite der einzelnen Stromglieder vorhanden sind,

die wohl als Ausflüsse der verschiedenen morphologischen Gestaltung der beiden Becken anzusehen sind.

Die Beobachtungen des Meteor werden aber nicht nur eine qualitative Beschreibung der Erscheinungen zulassen, sie sind so angelegt, daß durch Anwendung der Bjerknesschen hydrodynamischen Methoden sich quantitative Schlüsse über die Wasserbewegung ableiten lassen werden. Die theoretisch aus dem inneren Kraftfeld ermittelten Strömungen werden sich kontrollieren lassen, durch die auf den Ankerstationen vorgenommenen direkten Messungen von Stromrichtung und -stärke in den verschiedenen Tiefen. Es ist zu hoffen, daß als Endergebnis sich eine genaue Festlegung des gesamten Wasserumlaufes im Südatlantischen Ozean ergeben wird.

Auf den Ankerstationen hatte man neben vielen anderen speziellen Untersuchungen auch Gelegenheit der wichtigen Frage nachzugehen, ob die Annahme der Konstanz der Verhältnisse im Ozean, wie wir sie bei stationären Zuständen annehmen, auch wirklich besteht. Es zeigte sich, daß ab etwa 300 m Tiefe unperiodische Änderungen der Eigenschaften der Wassermassen nicht auftreten oder sehr langsam erfolgen, derart, daß eine einmalige Messung den mittleren Zustand in der Vertikalen mit genügender Genauigkeit wiedergibt. Im Bereiche der Oberflächenschichten erfolgen hingegen oft große Schwankungen sowohl der Temperatur, sowie des Salzgehaltes. Diese Schwankungen scheinen an Diskontinuitätsflächen gebunden zu sein, in deren Bereich sie am größten sind. Es ist unzweifelhaft, daß man bei diesen Schwankungen es mit internen Wellen an Grenzflächen zu tun hat. Das reiche, auf den Ankerstationen gewonnene Material wird gestatten, der Frage nach dem Wesen, der Ausbildung und Ursache dieser Grenzflächenwellen nachzugehen. Schon die Diskussion und Analyse der Beobachtungen eines Falles erwies, daß die Diskontinuitätsfläche selbst der Träger der ganzen Erscheinung ist und daß die wellenartigen Verlagerungen derselben die periodischen Schwankungen in den Elementen bedingen. Es gibt zwei Gattungen von Wellen, die hierbei auftreten: Einmal lange Wellen mit Gezeitencharakter. Die Gezeitenerscheinungen in den darüber und darunter sich befindlichen Wassermassen werden erzwungenen Verlagerungen der Diskontinuitätsfläche bedingen. Dann kurze Wellen mit einer Periode von etwa 2 Stunden; sie sind als freie Wellen an der Grenzfläche anzusehen, als eine den Meereswellen an der Oberfläche analoge Erscheinung an der Sprungschichte.

Die Zeit erlaubt es wohl nicht, über weitere Ergebnisse, die mehr chemische, biologische, geologisch-mineralogische Verhältnisse des Meereswassers bzw. des Meeresbodens betreffen, Ihnen hier vorzuführen. Ich möchte wenigstens etwas über die meteorologischen Arbeiten der Expedition berichten, da diese hier wohl mehr Interesse beanspruchen können.

Im Arbeitsplan der Meteorologen war die Untersuchung des Aufbaues der Atmosphäre über die äquatorialen und südhemisphärischen Teile des Atlantischen Ozeans mittels Registrierballone und Drachenaufstiege sowie mittels Pilotballone

vorgesehen. Dieser Teil der Atmosphäre konnte vor der Expedition in meteorologischer Hinsicht als völlig unbekannt angesehen werden; durch die Beobachtungen des Meteor wird es zu einem der am besten erforschten Teile der Atmosphäre werden; ja die Beobachtungen sind so systematisch vorgenommen worden, daß für manchen Teil von Europa das aerologische Material nicht so gleichförmig und reichhaltig zur Verfügung stehen dürfte. Allerdings mußte wegen der geringen Fahrtgeschwindigkeit des Schiffes vom Hochlassen von Registrierballonen größtenteils abgesehen werden; aber umso eifriger wurden Drachen- und Pilotballone benutzt, um genügendes Material zum Studium der atmosphärischen Zirkulation zu gewinnen. Im allgemeinen wurden täglich zwei Pilotballone hochgelassen und verfolgt und bei günstigem Fahrtwind so oft als möglich Drachenaufstiege vorgenommen. Die durchschnittlich erreichte Höhe der Piloten war rund 10 km, jene der Drachen rund  $3\frac{1}{2}$  km.

Die systematisch angeordneten Aufstiege werden gewiß einen genauen Einblick in den Mechanismus der Strömungen der beiden Passate geben und unsere Kenntnisse über die atmosphärische Zirkulation der Tropen und Subtropen wesentlich vertiefen. Ohne Zweifel ist analog zu den Verhältnissen im Meere auch die atmosphärische Zirkulation nicht, wie man bisher immer anzunehmen pflegt, symmetrisch zum Äquator. Im äquatorialen Gebiete stehen Nordost- und Südostpassat im steten Kampfe miteinander und im gegenseitigen, an Gleitflächen vor sich gehenden Ausweichen dieser Strömungen liegt die Bedingung und die Ursache der ausgiebigen Niederschläge der Tropenzone. Die symmetrische Verteilung der Strömungen am Äquator scheint nicht vorhanden zu sein und auch hier liegt im stetigen Kampf gegeneinander strömender und voreinander ausweichender Strömungen die Ursache der auch in den Tropen böenartig fallenden Regengüsse, die von kurzen Perioden heiteren Wetters unterbrochen sind. Die eingehenden Beobachtungen der Meteorexpedition werden zu entscheiden haben, ob diese Vorstellungen der tropischen Zirkulation der Wirklichkeit entsprechen und inwieweit sie zu modifizieren sind. Sie werden auch zu entscheiden haben, in wieweit die Störungen der gemäßigten Breiten auf die subtropischen und tropischen Strömungen übergreifen und die Zirkulation in den äquatorialen Teilen der Atmosphäre beeinflussen.

In den obigen Ausführungen konnte ich nur einen kleinen Einblick in das Material der Meteorexpedition, dessen endgültige Verarbeitung Jahre erfordern wird, geben. Die deutsche Ozeanographie ist sowohl in der Anlage als auch in der Durchführung dieser Expedition neue Wege gegangen; ihre Arbeiten haben sich in jeder Beziehung bewährt und werden mustergültig sein für eine systematische internationale Erforschung der Meere. Diese wissenschaftliche Großtat verdanken wir der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der Marineleitung, nicht minder aber der aufopferungsvollen und unermüdlichen Hingabe sämtlicher wissenschaftlicher Teilnehmer der Expedition, sowie den unschätzbaren Hilfsdiensten der ganzen Besatzung.

---