

21740

DIE TIEFENVERHÄLTNISSE
DES OFFENEN
ATLANTISCHEN OZEANS

VON

THEODOR STOCKS UND GEORG WÜST

INHALT

	Seite		Seite
I. Vorbemerkungen zur Entstehung der Karte	[1]	Tabellarische Gliederung der Atlantischen Tiefsee	[22]
II. Das Quellenmaterial	[5]	a) Der Schelf und der Kontinentalabfall	[22]
1. Arbeitskarten und benutztes Material ...	[5]	b) Der Atlantische Rücken	[24]
2. Konstruktion der Isobathen	[14]	c) Die Querswellen	[25]
III. Übersicht über die Tiefenverhältnisse	[20]	d) Die Tiefseebecken	[27]
1. Großgliederung und Nomenklatur	[20]	e) Die Tiefseegräben	[29]
2. Die natürlichen Regionen	[20]	IV. Zusammenfassung	[32]

Beilage: Die Tiefenverhältnisse des offenen Atlantischen Ozeans. Maßstab 1 : 20 Mill. Unter Mitarbeit von Georg Wüst entworfen von Theodor Stocks.

Die Tiefenverhältnisse des offenen Atlantischen Ozeans

Begleitworte zur Übersichtskarte 1 : 20 Mill.
von Theodor Stocks und Georg Wüst

I. Vorbemerkungen zur Entstehung der Karte

Die Bearbeitung des Hauptproblems der »Meteor«-Expedition, das der ozeanischen Zirkulation im Atlantischen Raume, setzt eine möglichst genaue Kenntnis der Gestaltung des Meeresbodens voraus. Als eine der wichtigsten Aufgaben, die das hydrographische Hauptprogramm zu ergänzen hatten, betrachtete daher Alfred Merz die Durchführung eines umfassenden Lotprogrammes, die der nautischen Leitung zufallen sollte ¹⁾. Bei den Vorbereitungen der Expedition förderte er tatkräftig das Bestreben der Nautischen Abteilung der Marineleitung, dem »Meteor« betriebssichere und auf großer Tiefe erprobte Echolotapparate mitzugeben, um auf den Einbau neuer, aber noch nicht frontreifer Konstruktionen verzichten zu können. Auf diese Weise konnte die Durchführung des großen Lotprogrammes, über dessen umfangreiche Ausbeute H. Maurer in Band II des Expeditionswerkes ausführlich berichtet, sichergestellt werden. Bereits vor und während der Expedition wurden die Vorarbeiten für die Schaffung einer neuen Tiefenkarte in Angriff genommen. Noch während der Fahrt gelangten die freilich noch nicht reduzierten Echolotungen zur Eintragung in großmaßstabige Arbeitskarten (1 : 2 bzw. 1 : 5 Mill.), und es wurden verschiedentlich (so von nautischer, ozeanographischer und geologischer Seite) Versuche unternommen, durch Isobathenkonstruktion ein Bild der neu entschleierte Bodenformen zu gewinnen. Doch diese Versuche, so wertvoll sie vielfach für die Anlage der Beobachtungsstationen waren, konnten naturgemäß nur vorläufige Ergebnisse zeitigen. Vorläufigen und unvollständigen Charakter besitzt auch die bei Schluß der Expedition konstruierte und veröffentlichte Tiefenkarte ²⁾, die nur auf einem Bruchteil der Echolotungen des »Meteor« und des übrigen bis dahin aufgelaufenen Lotmaterials beruht.

Der damals designierte Bearbeiter der neuen Tiefenkarte, Dr. Hans H. F. Meyer, sah es nach Beendigung der Expedition in Durchführung eines bereits von A. Merz aufgestellten Planes zunächst als seine Hauptaufgabe an, in einer Kartothek das gesamte erreichbare Lotungsmaterial des Atlantischen Ozeans, kritisch geprüft und einheitlich auf Meter umgerechnet, zu vereinigen, eine Aufgabe, die ein umfangreiches Quellenstudium erforderte, bei der raschen Vermehrung der Lotungen, namentlich der Echolotungen, Jahre beanspruchte und mit den dem Institut für Meereskunde zur Verfügung stehenden Kräften kaum durchzuführen war. Th. Stocks hat seit 1930 die von Meyer geschaffene Kartothek weiter ausgebaut, auf dem laufen-

¹⁾ Vgl. u. a. A. Merz, Die deutsche Atlantische Expedition . . . Sitz.-Ber. der Pr. Ak. d. Wiss., Math.-Phys. Kl., Bd. XXXI, S. 579, Berlin 1925; ferner Bd. I des Expeditionswerkes, S. 86ff.

²⁾ U. a. abgedruckt bei F. Spiess, Die »Meteor«-Fahrt, Berlin 1928, Tafel C: Vorläufige Ergebnisse der Echolotungen.

den gehalten und insbesondere die großmaßstabigen Arbeitskarten weitergeführt, auf Grund deren das gesamte erreichbare Lotmaterial übersichtlich und unter Beschränkung der Isobathenkonstruktion auf gut ausgelotete Regionen anschließend an die vorliegende Karte fortlaufend in mehreren Blättern veröffentlicht werden soll; erst eine solche, mit Sorgfalt und Kritik angelegte Quellenkarte in flächentreuer Projektion (im Maßstab 1 : 5 Mill.) schafft eine Grundlage von bleibendem Wert, indem sie die spätere Forschung der Mühe enthebt, auf die sehr umfangreiche und zerstreute Quellenliteratur erneut zurückzugreifen, und ermöglicht allein ein Studium der Bodenformen im einzelnen.

Aber neben einer solchen Quellenkarte, die nur schrittweise vollendet werden kann, erweist es sich als notwendig, der Wissenschaft und namentlich den Mitarbeitern am Expeditionswerk eine kleinmaßstabige, ebenfalls flächentreue farbige Übersichtskarte der Tiefenverhältnisse zur Verfügung zu stellen, in der auch in den lotungsarmen Gebieten eine bestimmte Auffassung über das Bodenrelief ausgedrückt wird; eine solche Karte muß daher notgedrungen in mancher Hinsicht einen hypothetischen Charakter besitzen. Die schönen flächentreuen Karten der Ozeane im Maßstab 1 : 40 Mill. von Max Groll 1912¹⁾, die auf einer gründlichen, kritischen Bearbeitung alles bis dahin²⁾ erreichbaren Lotmaterials beruhen und durch die vorsichtige Isobathenkonstruktion noch heute wertvoll sind, müssen für solche Aufgaben als Muster dienen und haben den Bearbeitern der neuen Übersichtskarte auch als Vorbild vorgeschwebt. Entsprechend dem Fortschritt der Forschung ist nun aber die Lösung der für die vorliegende Übersichtskarte gestellten Aufgabe heute keineswegs leichter, sondern erheblich schwieriger geworden. Denn nach Einführung des Echolotes häufen sich die Lotungen in weit stärkerem Maße als früher längs vereinzelter Profile, zwischen denen andere Lotpunkte nur sporadisch verteilt sind. Man kommt heute bei der Isobathenkonstruktion in Gebieten mit so ungleichförmig verteiltem Material mit morphologischen Gesichtspunkten allein nicht mehr aus, wie sie für M. Groll noch als Richtschnur dienen konnten, und es treten immer neue Probleme auf, wie aus einem solchen Beobachtungsmaterial, das überdies entlang den Echolotprofilen vielfach eine unerwartet starke Bodenunruhe verrät, eine plausible räumliche Darstellung des Reliefs durch Tiefenlinien herzuleiten ist. Man muß, um zu einer begründeten Auffassung der Gliederung des Tiefseebodens zu gelangen, ausgiebig ozeanographische Gesichtspunkte heranziehen, wie von einem der Bearbeiter bereits früher näher dargelegt ist³⁾. Aber auch für die höheren Horizonte des Meeresbodens bieten die Karten und Schnitte der Temperatur und des Salzgehaltes vielfach wertvolle Fingerzeige für die Konstruktion der Tiefenlinien. So haben sich erst im Verlaufe der ozeanographischen Bearbeitung des »Meteor«-Materials die Auffassungen ergeben können, die für die Schaffung einer neuen Übersichtskarte der Tiefenverhältnisse des Atlantischen Ozeans maßgebend sein müssen; diese machten eine Zusammenarbeit des mehr morphologisch eingestellten Kartographen und des Ozeanographen notwendig.

Aus dieser Zusammenarbeit ergaben sich in Anlehnung an die ursprünglich gestellte Aufgabe folgende Forderungen, die von der neuen Übersichtstiefenkarte zu erfüllen waren:

1. Die Karte soll im Maßstab 1 : 20 Mill. in der Lambertschen flächentreuen Azimutalprojektion (Hauptpunkt auf dem Äquator in 30° W), also zum Zwecke besserer Vergleichbarkeit in derselben Projektion wie die größte Zahl der ozeanographischen u. a. Karten des Expeditionswerkes, ausgeführt werden; sie soll im wesentlichen nur den offenen Atlantischen Ozean —

¹⁾ Max Groll, Tiefenkarten der Ozeane. Veröff. des Inst. f. Meereskunde, Neue Folge, A, Heft 2. Berlin 1912.

²⁾ Die Karte des Atlantischen Ozeans ist im Januar 1912 abgeschlossen worden.

³⁾ G. Wüst, Das Bodenwasser und die Gliederung der Atlantischen Tiefsee, in Bd. VI, 1. Lieferung dieses Expeditionswerkes, 1933.

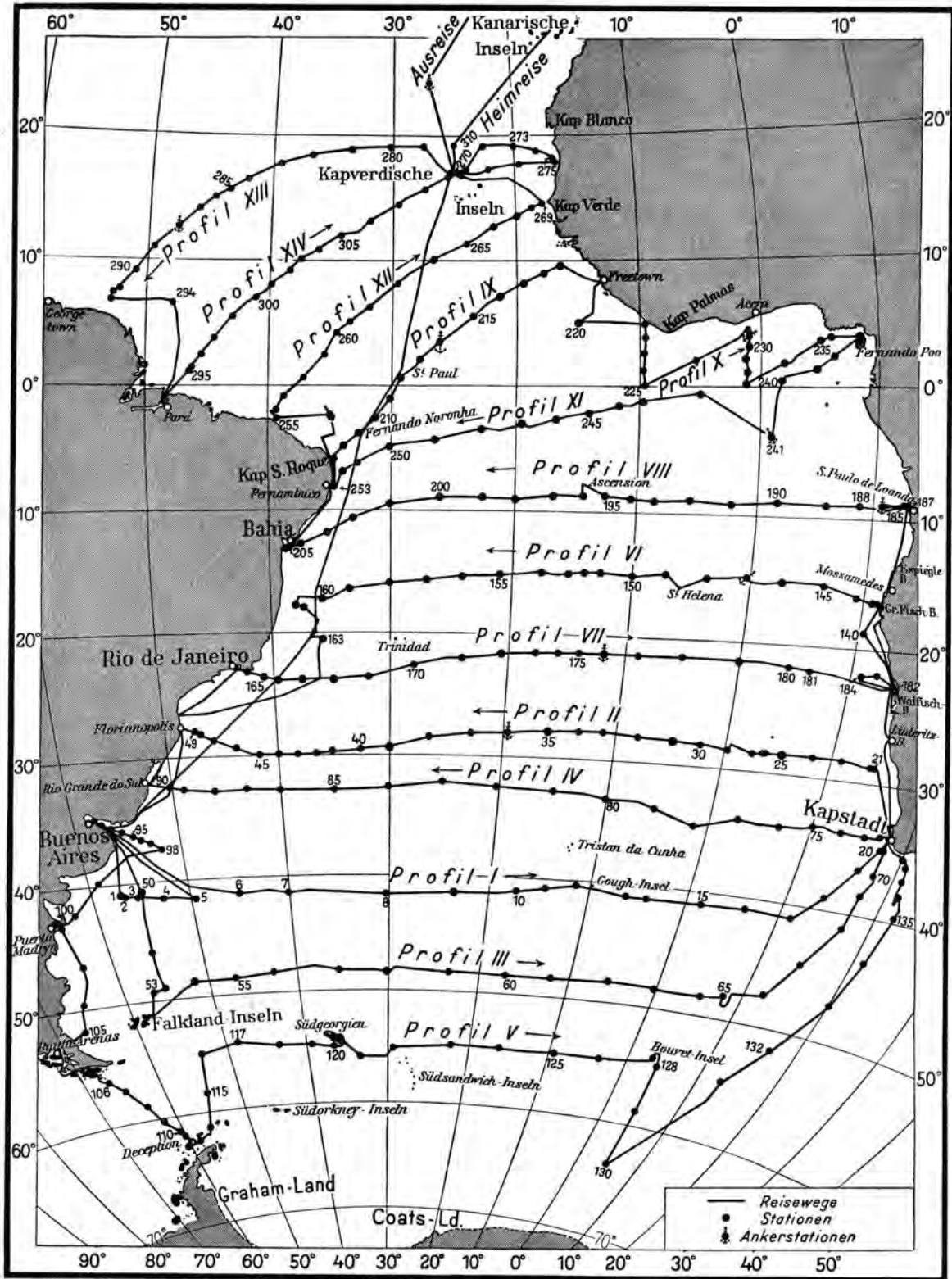


Abb. 1. Reiseweg und Stationen des »Meteor« 1925—1927
 Maßstab 1 : 55 000 000

unter Ausschluß der Nebenmeere (Mittelmeere und Randmeere) — umfassen, wobei im Südosten das Atlantisch-Indische Südpolarbecken bis zum Kartenrand bzw. bis zur Crozet-Schwelle auch über die konventionelle Grenze des Atlantischen Ozeans, den 20. Meridian östlicher Länge, hinaus einzubeziehen ist. Ebenfalls einzubeziehen ist das Südantillen-Meer und seine Umrandung, die in morphologischer und ozeanographischer Beziehung eine Reihe pazifischer Züge zeigen.

2. Gefordert wird ferner eine Äquidistanz der Isobathen von 500 m, unter Ausscheidung des Schelfes mit Hilfe der 200 m-Linie. Mit der Erfüllung dieser Forderung geht die vorliegende Übersichtskarte über die bisher vorliegenden Tiefenkarten, die nur eine Äquidistanz von 1000 m bzw. von 500 Faden besitzen, hinaus. In Anlehnung an das von M. Groll ausgeübte Verfahren soll ferner der verschiedene Grad der Wahrscheinlichkeit der Isobathenführung besonders kenntlich gemacht werden. Nur durch eine solche Einzeichnung äquidistanter Tiefenlinien kann ein klares Bild von den Böschungsverhältnissen des Meeresbodens gewonnen werden. An Tiefenzahlen soll die Karte nur eine kleine Auswahl typischer Werte enthalten, und zwar vornehmlich die höchsten Punkte der Kuppen, Schwellen und Rücken und die tiefsten der Tiefseebecken und der Gräben ¹⁾).

3. Bei der Konstruktion der Tiefenlinien sind, soweit wie zugänglich ist, ozeanographische Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Diese ergeben sich vornehmlich aus der Verteilung der potentiellen Bodentemperatur in mehr als 4000 m Tiefe und aus der Verteilung von Temperatur und Salzgehalt in den höheren Niveaus nach Ausweis der Vertikalschnitte und Horizontalkarten ²⁾).

4. Das Kolorit der Tiefenstufen soll so gewählt werden, daß die morphologischen Einheiten: die Schelfe, der Kontinentalabfall bzw. die großen Schwellen und Rücken, der Tiefseeboden und die sogenannten »Tiefseeegräben« in der mit zunehmender Tiefe im allgemeinen dunkler werdenden Farbskala gekennzeichnet sind. Um auch den Tiefseeboden selbst in seiner Gliederung klarer hervortreten zu lassen, sollen außerdem zwischen 3000 und 6000 m die Tiefenstufen von 500 zu 500 m durch Abstufungen im Kolorit unterschieden werden, während sonst solche für ganze 1000 m-Stufen genügen sollen.

Bei der Durchführung dieses Programms ergab sich eine Arbeitsteilung, wobei naturgemäß dem Kartographen mit der Sammlung und Eintragung der Lotungen und mit der Herstellung der Arbeits- und zahlreichen Sonderkarten der größere Teil zufiel. Th. Stocks ist verantwortlich für die Bearbeitung, Sichtung und Eintragung des Quellenmaterials; hierbei erfreute er sich der Mitarbeit zahlreicher Helfer, unter denen besondere Erwähnung verdienen:

Dr. Kurt Kaehne, Fritz Bautz, cand. phil. Günther Kolbow, F. W. Lange, Stud.-Ref. Heinz Maager, Stud.-Ref. Heinz Schneider, Ilse Zietz.

Dem anderen Bearbeiter, G. Wüst, fiel die Aufbereitung und Bearbeitung des ozeanographischen Materials, insbesondere der potentiellen Bodentemperaturen in mehr als 4000 m Tiefe zu, worüber bereits eine Sonderveröffentlichung erschienen ist ³⁾. Die Konstruktion der Isobathen wurde von beiden Bearbeitern gemeinsam durchgeführt.

¹⁾ Der Nachweis des Quellenmaterials muß dem Text der später erscheinenden Quellenkarte 1 : 5 Mill. vorbehalten bleiben.

²⁾ Vgl. Atlas zu Band VI des Expeditionswerkes, der zur Zeit in Vorbereitung ist.

³⁾ Bd. VI, 1. Lieferung dieses Expeditionswerkes.

II. Das Quellenmaterial

1. Arbeitskarten und benutztes Material

Bei der Inangriffnahme der oben geschilderten Aufgaben erwies es sich als erforderlich, die erwähnten großmaßstabigen Arbeitskarten durch solche kleineren Maßstabes (1 : 6200000), insgesamt 5 Blätter, zu ersetzen. Diese enthalten entlang den Echolotrouten sowie innerhalb der sonst sehr stark beloteten Areale nur eine gewisse, durch den Raum bedingte Auswahl typischer Zahlen (geringste Tiefen bei Erhebungen, größte Tiefen bei Hohlformen, Schnittpunkte der 500 m-Linien mit den Echolotreihen). Mußte so durch die Maßstabsverkleinerung der Arbeitskarten eine gewisse Beschränkung im Umfang des Materials getroffen werden, so wurde andererseits ihre Übersichtlichkeit beträchtlich erhöht und damit erst die Möglichkeit großräumiger Isobathenkonstruktion geschaffen, während für eine große Reihe sehr interessanter stark beloteter Gebiete großmaßstabige Spezialkarten angelegt werden mußten¹⁾. Selbst für den Maßstab 1 : 20 Mill. der vorliegenden Übersichtskarte hat sich diese auf den Sonderblättern vorgenommene kleinräumige Isobathenkonstruktion durchaus gelohnt, und trotz der beim Übertragen notwendig gewordenen starken Generalisierung wurde Wert darauf gelegt, die charakteristischen Merkmale solcher Gebiete auf der Übersichtskarte nicht verloren gehen zu lassen.

Auf diesen fünf neuen Arbeitskarten, die übereinandergreifen und auf einen Blick große Räume erkennen lassen, sind nun die für die Isobathenkonstruktion notwendigen potentiellen Bodentemperaturen eingetragen²⁾, so daß neben den Tiefenzahlen auch die ozeanographischen Gesichtspunkte gleich berücksichtigt werden können.

Einen zusammenfassenden Überblick über das verwendete Quellenmaterial, das heißt diejenigen Zahlen, die auf den fünf neuen kleinmaßstabigen Arbeitskarten eingetragen sind, vermittelt Abb. 2; es muß noch einmal betont werden, daß diese Karte nur die Lotungsdichte der für den vorliegenden Zweck eingetragenen Lotungen darstellt, deren Auszählung ca. 16 500 Tiefenangaben von mehr als 2000 m Tiefe ergab. Die Gesamtzahl der (durch die Auswahl typischer Zahlen) benutzten und überhaupt vorhandenen Lotungen ist naturgemäß wesentlich größer³⁾; hat doch »Meteor« allein im Südatlantischen Ozean, zwischen 60° S und 20° N, etwa 30 000 Tiefenangaben erzielt⁴⁾. Die Lotungen aus Tiefen von weniger als 2000 m, die natürlich die obige Zahl ebenfalls noch um ein Vielfaches übersteigen, dienen im wesentlichen lediglich der Festlegung der Grenzen des Schelfes und des oberen Kontinentalabfalles und sind deshalb bei der Zählung unberücksichtigt geblieben.

Dieses Quellenmaterial setzt sich aus drei Arten von Lotungen zusammen:

1. Die Drahtlotungen der wissenschaftlichen Expeditionen und der Kabeldampfer; sie sind größtenteils listenmäßig und unter Angabe der Bodenprobe, Bodentemperatur usw. veröffentlicht und im allgemeinen durchaus zuverlässig.

¹⁾ Hierunter befinden sich beispielsweise Karten von Teilen des Südantillen-Meereres, des Kapverden-Plateaus, der Azoren, der Kanarischen Inseln usw.

²⁾ Vgl. Band VI, 1. Liefg. dieses Expeditionswerkes, S. 11 ff. und S. 85—97.

³⁾ Hierüber wird der Begleittext zur Karte 1 : 5 Mill. genauere Auskunft geben.

⁴⁾ Vgl. H. Maurer in Band II dieses Expeditionswerkes, S. 24. — Die genaue Zahl beträgt einschließlich der Vor-
expedition 67 589 Echolotungen; hierbei sind die korrespondierenden Beobachtungen zweier Apparate inbegriffen.

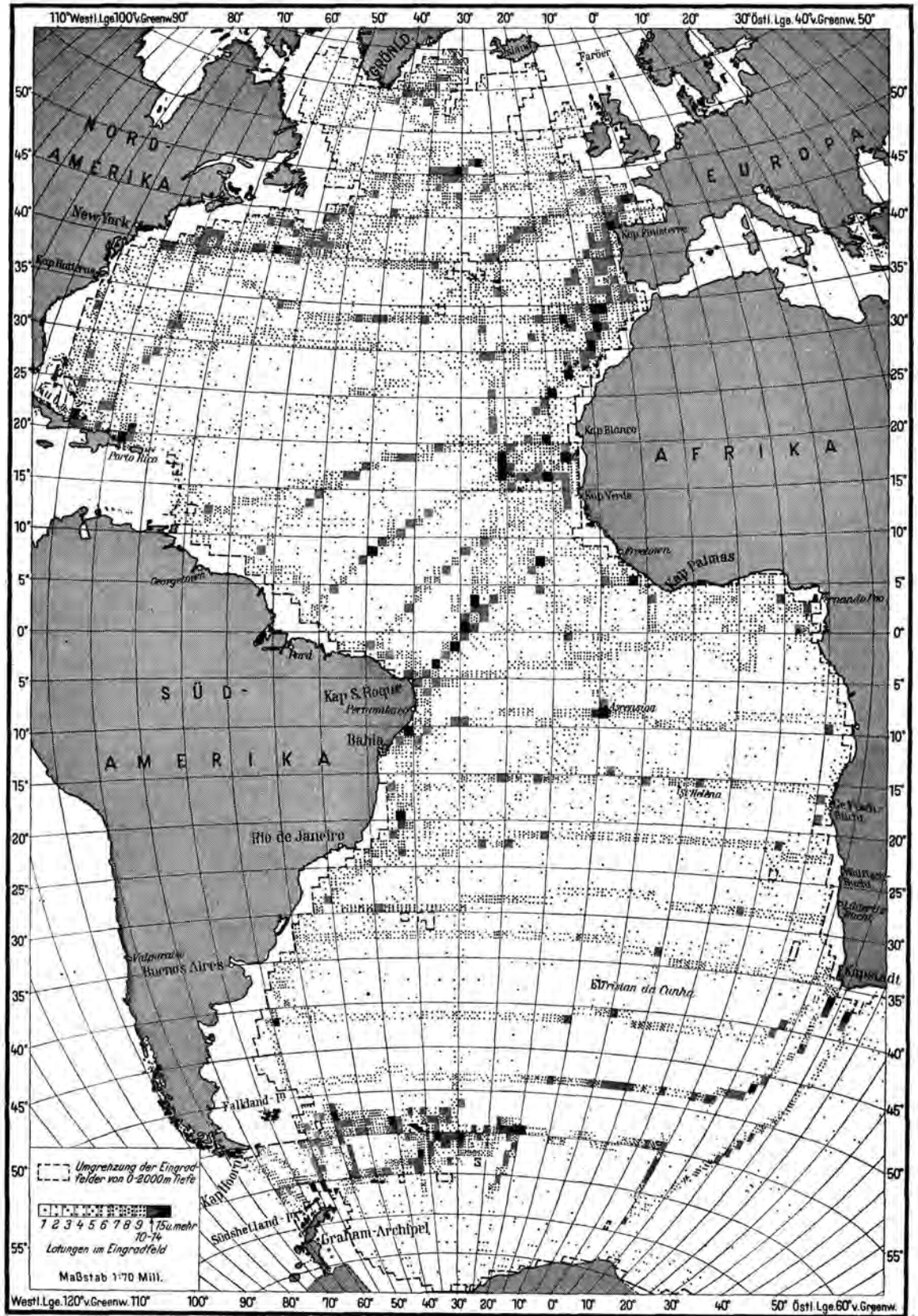


Abb. 2. Statistische Übersicht der auf den Arbeitskarten eingetragenen ausgewählten Lotungszahlen von mehr als 2000 m Tiefe

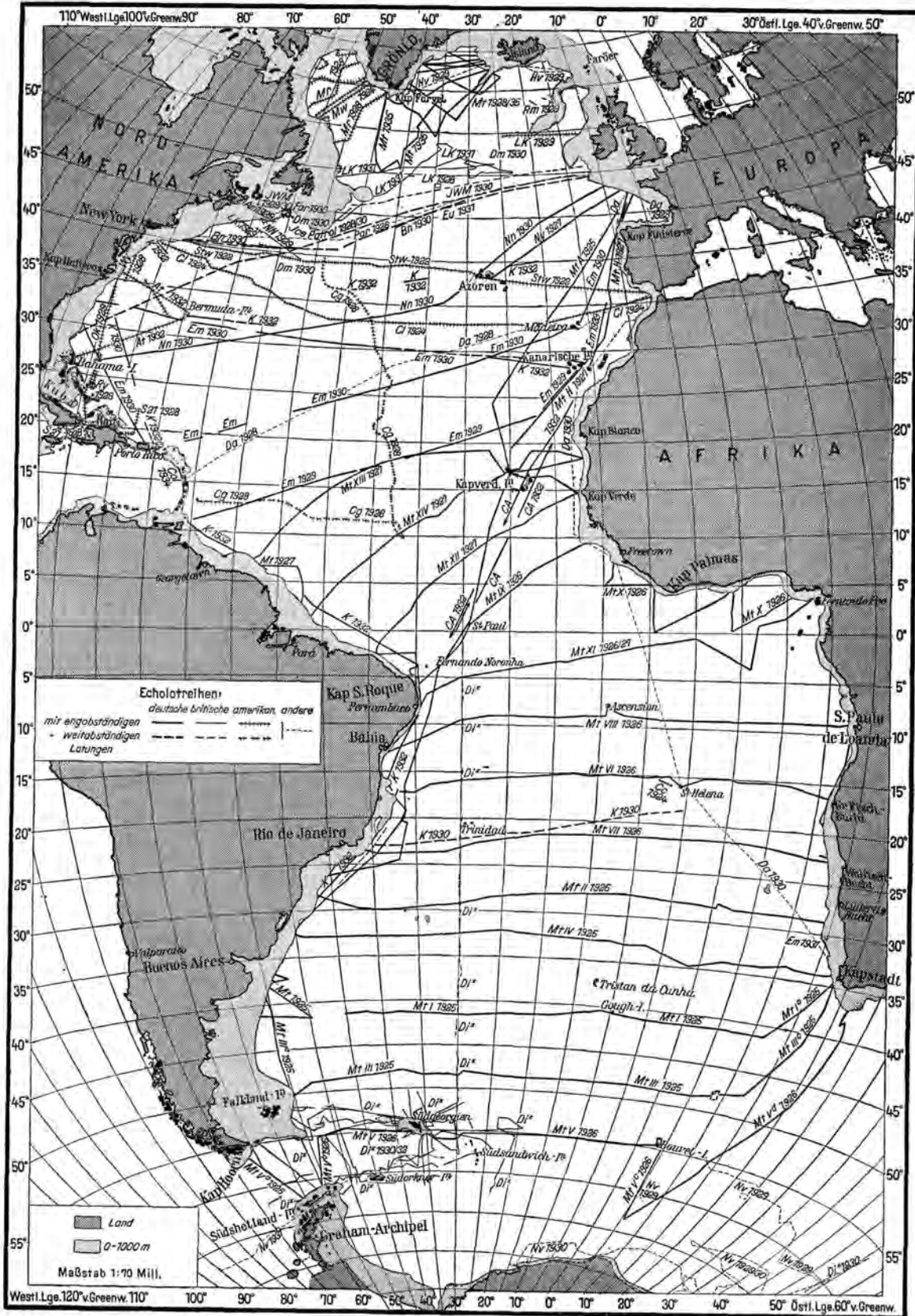


Abb. 3. Karte der Lage der wichtigsten Echolottrahlen im Atlantischen Ozean
 (Vollständigkeit ist nicht beabsichtigt)

2. Echolotungen, die seit dem Jahre 1922 in ständig wachsender Zahl vorliegen und den Großteil unseres Materials ausmachen. Sie stammen zu einem wesentlichen Teil von Expeditionsschiffen, unter ihnen sind zu nennen: in erster Linie »Meteor« 1925—27 und 1928—35; daneben »Discovery II« 1930/31, »Norvegia« 1929/31, »Atlantis« 1932, »Carnegie« 1928, »Marion« 1928¹⁾. Ferner haben eine Reihe von Kabeldampfern wertvolles Material beigesteuert; unter ihnen: »Cable Enterprise« 1933, »Cambria« 1932/33, »Cyrus Field« 1931, »All America« 1929, »Lord Kelvin« 1931/32, »John W. Mackay« 1929/32, »Neptun« 1930/31, »Norderney« 1926²⁾. Auch die großen Reedereien haben einige ihrer Schnelldampfer in den Dienst der bathymetrischen Erkundung längs der Routen gestellt, so der Norddeutsche Lloyd seine beiden größten Schiffe »Europa« und »Bremen«, die Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrtsgesellschaft ihre »Cap Arcona«³⁾. Schließlich haben mehrere Kriegsschiffe der größeren Flotten auf ihren Auslandsreisen in reichem Maße Echolotungen beigebracht, so vor allem U. S. S. »Stewart« 1922, U. S. S. »Colorado« 1924, Kreuzer »Emden« 1927—1931, Kreuzer »Karlsruhe« 1931—34, H. M. S. »Ormonde« 1933, H. M. S. »Rosemary«⁴⁾.

Eine Übersicht über die wichtigsten Echolotreihen vermittelt Abb. 3. Leider sind diese Reihen nicht immer listenmäßig, oft nur in graphischer Form, zu Profilen verarbeitet, veröffentlicht⁵⁾. — Von den in die Karte eingetragenen Lotzahlen ist nur ein kleiner Teil reduziert. Bei Drahtlotungen sind solche Reduktionen nur möglich bei den Angaben der »Deutschland« und des »Meteor«; aus dem Beobachtungsmaterial dieser beiden Schiffe sind demgemäß nur reduzierte Drahtlotungen verwendet und in die Karte eingetragen worden. Lediglich diese beiden Expeditionen haben grundsätzlich die Drahtwinkel beobachtet und protokolliert; andere Expeditionen geben nur gelegentliche Beschickungen auf Grund des Drahtwinkels an (z. B. »Gauß«), oder es ist in den veröffentlichten Lotlisten nicht zu erkennen, ob Beschickungen auf wahre Tiefe vorgenommen sind⁶⁾. Bei »Meteor« sind diese wahren Tiefen außerdem noch zu den reduzierten Echolotungen, sowie den Werten in Beziehung gesetzt worden, die aus dem Vergleich zwischen den Beobachtungen am geschützten und ungeschützten Thermometer ermittelt sind. — Bei Echolotungen wurden im Zweifelsfalle stets die in der bekannten Weise reduzierten Werte verwendet und eingetragen. Außer den als reduziert bekannten Echolotungen enthalten jedoch die Arbeitskarten viele, an verschiedenen Stellen veröffentlichte Zahlen, von denen nicht zu ermitteln ist, ob sie bereits beschickt sind; bei manchen muß man vermuten, daß es nicht der Fall ist (z. B. bei solchen, die stets auf ganze 10er von Faden oder Metern abgerundet sind).

3. Trotz der intensiven Suche nach allem erreichbaren Lotmaterial war es nicht immer möglich, die Herkunft einiger in den (meist britischen, deutschen oder amerikanischen) Seekarten vorhandener Lotungen zu ermitteln. Diese Zahlen, die nur gelegentlich mit Grundproben versehen sind, lassen weder das Schiff, das diese Lotungen erzielt hat, noch Datum

¹⁾ Die Ergebnisse der »Dana« 1928/30 konnten für die vorliegende Karte nicht mehr Berücksichtigung finden; die 1934 erschienenen Ergebnisse der Echolotungen (Introduction to the reports from the Carlsberg Foundations oceanographical Expedition round the world 1928—1930; »Dana«-Report Nr. 1, Kopenhagen 1934) kamen den Bearbeitern erst nach Abschluß der Karte Ende 1934 in die Hände.

²⁾ Die Lotungsreihen dieser Schiffe finden sich größtenteils in den britischen List of Oceanic Depths 1930ff., den amerikanischen List of Oceanic Depths 1930, den deutschen Beiheften zu den Nachrichten für Seefahrer Nr. 10/1930; 12/1931; 51/1932; 25/1934 oder wurden dem Institut für Meereskunde handschriftlich zur Verfügung gestellt.

³⁾ Lotungsreihen wurden, soweit sie nicht handschriftlich vorliegen, ebenfalls den Beiheften z. d. Nachr. f. Seef. entnommen, und zwar Nr. 51/1932; 25/1934; 12/1931.

⁴⁾ Die Marineleitung in Berlin hat in dankenswerter Weise in bestimmten, vom Institut für Meereskunde vorgeschlagenen Gebieten solche Echolotreihen durch die deutschen Auslandskreuzer aufnehmen lassen und für die Bearbeitung der vorliegenden Tiefenkarte zur Verfügung gestellt.

⁵⁾ Durch das Abschätzen der Tiefenzahlen aus diesen Profilen sowie das Abgreifen der zugehörigen Positionen auf den meist beigegebenen Lagekarten sind Unsicherheiten naturgemäß unvermeidlich.

⁶⁾ Vgl. hierzu G. Wüst: in Band IV, Erster Teil, S. 60ff.

sowie andere wissenschaftliche Einzelheiten erkennen und mußten nach Länge und Breite abgeschätzt werden. Bei ganz neuen Karten war außerdem nicht immer mit Sicherheit auszumachen, ob es sich um Draht- oder Echolotungen, bei letzteren, ob um reduzierte oder un-reduzierte Werte handelt. Soweit nicht starke Bedenken gegen die Verwendung dieser Zahlen für die neue Karte der Tiefenverhältnisse vorliegen, wurden sie als Hilfspunkte in den Arbeitskarten eingetragen und mit der gebotenen Vorsicht zur Isobathenkonstruktion herangezogen. — Eine stattliche Zahl solcher Lotungen ist u. a. auch in der sogenannten »Monaco«-Karte ¹⁾ enthalten; es schien indessen häufig geboten, die in den Blättern dieses Kartenwerkes enthaltenen Zahlenangaben einer besonderen Prüfung zu unterziehen, wobei eine gewisse Zahl von Lotungen, weil falsch abgeschrieben oder falsch eingetragen, von selber ausschied, während andere als fraglich gekennzeichnet werden mußten.

Eine Unterscheidung der nur graphisch von den listenmäßig veröffentlichten Echolotreihen ist in Abb. 3 nicht vorgenommen; von den zahlreichen Gebieten mit Kreuzfahrten sind nur einige durch besondere Signaturen gekennzeichnet. Die Abkürzungen für die Schiffsnamen bedeuten:

AAm	Kabeldampfer »All America« 1929	K	Kreuzer »Karlsruhe« 1931/32
At	Forschungsschiff »Atlantis« 1932	LK	Kabeldampfer »Lord Kelvin« 1928/30
Bn	Schnelldampfer »Bremen« 1930	Mr	Eispatrouillenboot »Marion« 1928
CA	Schnelldampfer »Cap Arcona« 1932	Mt	Forschungs- und Vermessungsschiff »Meteor« 1925/27, 1928/35
Cg	Forschungsschiff »Carnegie« 1928	Mw	U. S. S. »Milwaukee« 1924
Cl	U. S. S. »Colorado« 1924	NN	ungenanntes britisches Schiff 1929
Col	Schnelldampfer »Columbus« 1934	Nn	Kabeldampfer »Neptun« 1930
Cc	U. S. S. »Concord« 1924	Ny	Kabeldampfer »Norderney« 1926/27
Da	Forschungsschiff »Dana« 1928, 1930	Nv	Forschungsschiff »Norvegia« 1929/31
Di*	Forschungsschiff »Discovery II« 1930—1932	Ok	U. S. S. »Oklahoma« 1929
Dm	Kabeldampfer »Dominia« 1930	Par	Schnelldampfer »Paris«
Em	Kreuzer »Emden« 1928—1931	Ry	Kabeldampfer »Relay« 1928
Eu	Schnelldampfer »Europa« 1931	Rm	Vermessungsschiff H. M. S. »Rosemary« 1929
Far	Kabeldampfer »Faraday« 1930	Stw	U. S. S. »Stewart« 1922
Hv	Fischereikreuzer »Hvidbjörnen« 1929	S 21	U. S. S. »S. 21« 1928
IIP	Boote des International Ice Patrol 1929/32	Wy	U. S. S. »Wyoming« 1928
JWM	Kabeldampfer »John W. Mackay« 1928/30		

Während Max Groll bei der Bearbeitung seiner 1912 erschienenen Karte des Atlantischen Ozeans ausschließlich über Drahtlotungen verfügte, die ihm bis Januar 1912 zur Kenntnis gelangten, kann sich die vorliegende Übersichtskarte darüber hinaus nicht nur auf manche seit jener Zeit veröffentlichte neuere Drahtlotungen stützen, sondern auch auf das reiche Echolotmaterial seit 1922. Indessen würde eine Gegenüberstellung der bloßen Summen der vorhandenen bzw. verwendeten Tiefenzahlen eine übertriebene Vorstellung vom Fortschritt der Erkenntnis der Gestaltung des Meeresbodens geben; denn die Echolotungen sind mehr reihenförmig angeordnet, und die Echolotprofile geben auf kurze Strecken häufig eine sehr große Zahl von Tiefenangaben, während die Drahtlotungen punktförmig und über größere Räume gleichmäßiger verteilt sind. Die Bedeutung der akustischen Lotungen liegt also bei den heute vorhandenen weiten Abständen der Profile voneinander vornehmlich in der Erfassung der Kleinformen entlang den Routen, wiewohl sie naturgemäß in zweiter Linie wesentliches Material zur Entschleierung der Großformen des Reliefs bieten. Erst eine beträchtliche Erhöhung der Profildichte würde über die bisherigen Darstellungen wesentlich hinausgehende Ergebnisse erzielen können.

¹⁾ Carte générale bathymétrique des océans, dressée par l'ordre de S. A. S. Le Prince Albert I de Monaco d'après le mémoire de M. J. Thoulet 1 : 10 000 000; 16 Bl. in Mercator-Projektion. 2. Ausgabe. Monaco 1911 bis 1930. — Bei Abschluß der vorliegenden Karte ging dem Institut für Meereskunde ein Korrekturabzug des Blattes A I (Atlantischer Ozean zwischen 0 und 46 $\frac{1}{2}$ ° N) zu; es enthält die für die Neuausgabe (3. Aufl.) dieses Kartenwerkes hinzugekommenen Lotzahlen, und es war leicht zu übersehen, daß beim Internationalen Hydrographischen Bureau in Monaco eine Reihe von Lotprofilen verfügbar ist, die dem Institut für Meereskunde bisher nicht zugänglich waren. Ein Vergleich zwischen Blatt A I dieses Kartenwerkes und unserer Übersichtskarte ergibt indessen, daß wesentliche Änderungen auf der letzteren nicht notwendig sind, zumal mit Rücksicht auf ihren kleineren Maßstab, und wir haben uns daher in Anbetracht des fortgeschrittenen Standes unserer Arbeit entschlossen, auf kleinere Änderungen zu verzichten.

[11]

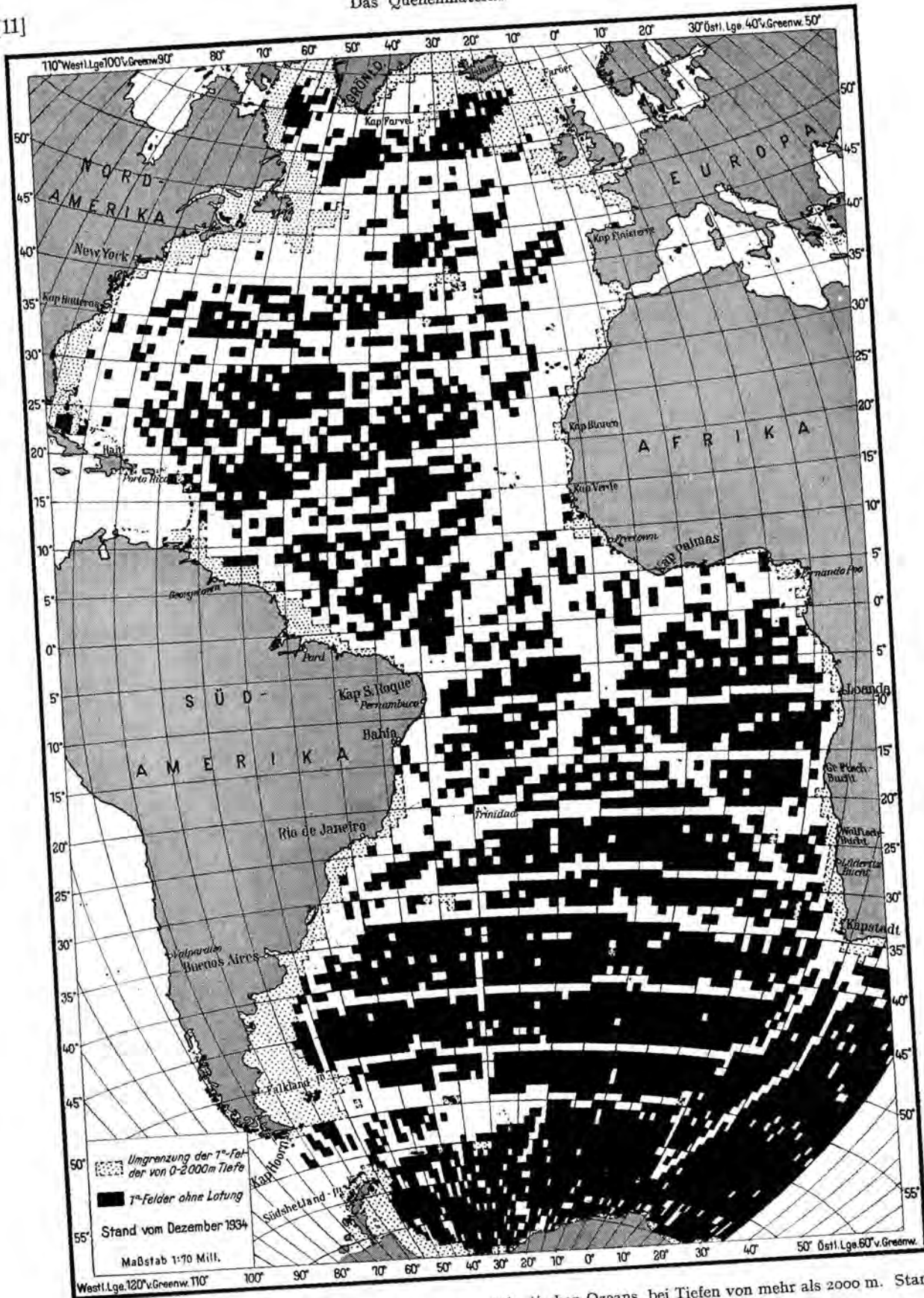


Abb. 5. Karte der nicht ausgeloteten Eingradfelder des Atlantischen Ozeans, bei Tiefen von mehr als 2000 m. Stand etwa vom Dezember 1934. Entworfen von Th. Stocks

Ein typisches Beispiel hierfür ist das Südantillen-Meer. Die Zahl der aus diesen Gewässern heimgebrachten Lotungen war bis zum Jahre 1926 sehr gering, die Kenntnis des Bodenreliefs dementsprechend sehr mangelhaft und alle Tiefenkarten in wesentlichen Einzelheiten des Reliefs unzureichend. Seit 1926 beginnt durch »Meteor«, »Discovery«, »Discovery II« und »William Scoresby« eine intensive Erforschung dieser Gebiete durch verhältnismäßig eng beieinanderliegende Echolotprofile. Auf diese Weise wurde neben den vielen Kleinformen auch eine Reihe neuer großmorphologischer Züge entdeckt.

Wenn es auch, wie oben erwähnt, nicht Aufgabe dieser Zeilen sein kann, den Nachweis über das verwendete Quellenmaterial im einzelnen zu bringen — dieser Nachweis muß dem Text für die Karte 1 : 5 Mill. vorbehalten bleiben —, so ist es doch erforderlich und sehr lehrreich, zwischen dem Material, das Max Groll für seine Übersichtskarten benutzt hat, und dem auf der beiliegenden Karte verwendeten einen Vergleich auf andere Weise zu ziehen. Ein solcher Versuch, der in den Abbildungen 4 und 5 gezeigt wird, bezieht sich auf die regionale Verteilung des Quellenmaterials oder besser gesagt: derjenigen Gebiete (Eingradfelder), aus denen keine Lotungen vorliegen. In diesen beiden Karten sind gegenübergestellt diejenigen Eingradfelder, die 1911 ohne Lotung waren, mit denen, die für unsere Übersichtskarte keine Lotung von mehr als 2000 m Tiefe¹⁾ beigesteuert haben. Als Unterlagen sind für Abb. 4 die Karten der Lotdichte von L. Carrière²⁾, für Abb. 5 die Karte der Lotdichte in Abb. 2 dieses Beitrages benutzt. Man kann wohl mit ausreichender Annäherung behaupten, daß die schwarzen Flächen als die überhaupt unbeloteten, daher gänzlich unbekanntem Eingradfelder zu gelten haben für den jeweiligen Stand (1911 bzw. 1934).

Ein Vergleich beider Karten zeigt uns in eindrucksvoller Weise den Fortschritt der Erforschung des Meeresbodens in diesem Zeitraum von 24 Jahren. Im Südatlantischen Ozean bis 20° N sieht man auf den ersten Blick die systematische Arbeit der »Meteor«-Expedition, deren Reiseweg, von ständigen Lotungen begleitet, durch deutliche Streifen weißer Eingradfelder kenntlich ist (vgl. Abb. 1). Auch im Südantillenmeer ist das Dunkel von 1911 ganz beträchtlich aufgehellt worden, besonders dank den Arbeiten während der »Discovery«-Fahrten. Andererseits sind aber auch im Nordatlantischen Ozean zahlreiche Eingradfelder, wie wohl weniger bekannt ist, noch heute ohne jede Lotung, obwohl auch hier u. a. durch deutsche Auslandskreuzer und Kabeldampfer, aber auch durch Kriegsschiffe der Vereinigten Staaten, manches bis 1911 noch völlig unerforschte Eingradfeld ausgelöscht worden ist. Mit einem Blick erkennt man aus der Karte rechts (Abb. 5) klar die Gebiete, in denen die weitere Erforschung der Tiefsee vornehmlich anzusetzen ist.

¹⁾ Die beiden Karten sind gewissermaßen Negative von den entsprechenden Lotdichtekarten. Bei beiden Karten sind nur berücksichtigt die Tiefen von mehr als 2000 m, die schematisierte 2000 m-Linie begrenzt stets nur ganze Eingradfelder, die entweder ganz oder zum überwiegenden Teil eine geringere Tiefe als 2000 m besitzen. Daraus ergeben sich einige Gesichtspunkte, die bei einer Kritik der beiden Karten nicht übersehen werden dürfen. Für die nach L. Carrière entworfene Abbildung 4 ist zur Erzielung einer besseren Vergleichbarkeit sinngemäß die 2000 m-Umgrenzung nach dem heutigen Stande eingezeichnet worden. Dabei konnte es allerdings nicht ausbleiben, daß das eine oder andere Eingradfeld weiß erscheint, obwohl es keine Lotung von mehr als 2000 m enthält, sondern nur solche von weniger als 2000 m; denn Carrière zählte alle Lotungen, einschließlich des Schelfes. — Es liegt ferner in der Natur der Methode begründet, daß einige Eingradfelder im Bereiche des durchweg verhältnismäßig gut bekannten Kontinentalabfalles, der also meist weiß erscheint, schwarz ausgefüllt sind, weil der etwa außerhalb der wirklichen 2000 m-Linie liegende Teil dieses Feldes sehr klein ist und zufällig keine Lotung von mehr als 2000 m Tiefe aufweist. Das gilt beispielsweise für die Ostküste der Vereinigten Staaten südlich der Neufundlandbank, auch für einige Felder vor der Südafrikanischen Westküste und andere. — Die sich beim Übereinanderdecken der beiden Karten ergebenden Abweichungen wurden absichtlich nicht korrigiert; teilweise sind nämlich bei L. Carrière sicherlich Tiefenangaben mitgezählt, die wir heute als unzuverlässig oder falsch außer acht gelassen haben; ferner geschah das Auszählen bei Carrière auf Seekarten, bei denen bekanntlich der Lotort nicht durch einen Punkt bezeichnet wird, sondern durch den Schwerpunkt der meist vierstelligen Tiefenzahl, so daß man über die Zugehörigkeit der betreffenden Lotung zu dem einen oder anderen Eingradfeld geteilter Meinung sein kann.

²⁾ L. Carrière, Unsere Kenntnis der Erde. *Pet. Mitt.* 1911, Bd. II, S. 347ff. und Tafel 46; handgezeichnetes Original dieser Tafel in Mercator-Projektion befindet sich in der Sammlung des Instituts für Meereskunde.

Vor Abschluß der Karte 1 : 5 Mill. ist ein eingehendes quantitatives Urteil über den Fortschritt¹⁾ seit dem Erscheinen der Groll'schen Karte nicht möglich; summarisch läßt sich indessen folgendes sagen: Die Zahl der Eingradfelder ohne Lotung bei Carrière beträgt im Rahmen des in unserer Übersichtskarte zur Darstellung gebrachten Gebietes insgesamt 6391; heute zählen wir nur noch 4468 Eingradfelder ohne Lotung über 2000 m Tiefe. Der Fortschritt beträgt also 1823 Eingradfelder, die seit Groll aus dem Dunkel ins Licht der Forschung gerückt sind. Prozentual, d. h. gemessen an der Zahl sämtlicher Eingradfelder von mehr als 2000 m (nach unserer heutigen schematischen Abgrenzung) würde sich dieser Fortschritt so ausdrücken lassen: Das Verhältnis der schwarzen zur Gesamtzahl der Eingradfelder von mehr als 2000 m Tiefe bei Carrière 76,6%, nach dem heutigen Stande 53,6%, Verminderung also 23%.

Außer dem quellenmäßig erfaßten Material an Lotungen wurde noch eine Reihe von Karten bei der Bearbeitung der vorliegenden neuen Tiefenkarte zu Rate gezogen; es handelt sich vornehmlich um solche Isobathen-Karten größerer oder kleinerer Gebiete des Atlantischen Ozeans, die zwar auf Grund von Ur-Material entworfen sind, dieses jedoch nicht oder nur in Auswahl mit zum Abdruck bringen. Wegen der Unzugänglichkeit dieses Lotmaterials mußte versucht werden, wenigstens die Isobathenführung so weit wie möglich und unter Angleichung an den Stil dieser Karte zu berücksichtigen.

Der Monaco-Karte wurde bereits oben²⁾ Erwähnung getan, desgleichen der Karte von M. Groll³⁾ sowie der Bearbeitung der Großgliederung des Atlantischen Ozeans in 1 : 70 Mill. von G. Wüst⁴⁾. Hierzu treten von kleineren Gebieten besonders folgende Darstellungen:

1. Die Karte des Südantillenmeeres nach den Arbeiten des »Discovery«-Committees⁵⁾; ein Teil der dieser Karte zugrunde gelegten Echozahlen ist anderweitig publiziert und erleichtert so eine Nachprüfung der Isobathenführung an einzelnen Stellen.

2. Das ganze Südpolargebiet ist auf mehreren Karten der American Geographical Society unter teilweiser Verwertung der vorläufigen Tiefenkarte nach »Meteor« und unter Berücksichtigung einiger seit 1926 gewonnenen Lotungen der britischen Forschungsschiffe »Discovery«, »Discovery II« und »William Scoresby« sowie des Norwegischen Expeditionsschiffes »Norvegia« und der Hilfsschiffe des letzteren schrittweise neu bearbeitet worden⁶⁾.

3. Für das Inselgebiet der Großen und Kleinen Antillen konnte eine 1934 erschienene Skizze, die allerdings einen sehr kleinen Maßstab besitzt, herangezogen werden⁷⁾. Ohne auf die im einzelnen noch schwer erreichbaren Originallotungen zurückzugehen, ist dieser Darstellung die Zeichnung besonders der Durchlässe zwischen den Inseln entlehnt worden.

1) Die von L. Carrière 1911 zur Auszählung der Lotungen benutzten Seekarten dienten M. Groll als Unterlagen für seine Tiefenkarten und geben somit tatsächlich den Stand der Erforschung zur Zeit der Bearbeitung dieser Tiefenkarten wieder, wenn man von den etwa von Groll noch bis Januar 1912, dem Datum des Abschlusses der Karte des Atlantischen Ozeans, nachträglich eingetragenen Lotungen absieht. Über das Ausmaß dieser etwaigen Nachträge ließ sich an Hand der im Institut für Meereskunde befindlichen Unterlagen nichts ermitteln.

2) S. 9.

3) Diese Karte (1 : 40 Mill.) konnte Groll noch kurz vor seinem Tode, als Wandkarte in 1 : 20 Mill. neu bearbeitet, herausgeben (Braunschweig 1915).

4) Bd. VI dieses Expeditionswerkes. Beilage VIII.

5) H. F. P. Herdman, Report on the soundings taken during the »Discovery«-Investigations 1926—1932. »Discovery«-Reports. Vol. VI. Cambridge 1932, p. 207 ff.

6) Map of the Antarctic, compiled by the Am. Geogr. Soc. of New York. 4 Sheets. 1 : 4 Mill. New York 1928. — Wilkins-Hearst Expedition 1928—1929, Map of the Antarctic, compiled 1 : 12,5 Mill. New York 1929. — Bathymetric Map of the Antarctic (Southern Atlantic, Indian and Pacific Ocean), compiled . . . 1 : 20 Mill. New York 1929. — Sir Douglas Mawson, The Antarctic Cruise of »Discovery« 1929—1930. Geogr. Rev. 1930. Pl. VI. — Hjalmar Riiser-Larsen, The »Norvegia«-Antarctic Expedition of 1929—1930. Geogr. Rev. 1930. Pl. VII. — Gunnar Isachsen, Norwegian Explorations in the Antarctic 1930—31. Geogr. Rev. 1932, Pl. I.

7) W. R. Gherardi, The topographic activities of the Hydrographic Office and the United States Navy during April 1933 to April 1934. Fig. 3: Bathymetrical chart of the Caribbean Sea. National Research Council. Part. I. Washington D. C., June 1934, S. 193.

4. Für das Gebiet der isländisch-grönländischen Gewässer hat G. Böhnecke ¹⁾ eine Spezialkarte entworfen. Diese stützt sich in erster Linie auf die zahlreichen Echolotungen der Grönlandfahrten 1928—1935 des »Meteor« ²⁾. Dazu kommen noch neuere, nicht veröffentlichte Zahlen, die insbesondere von dänischen Fahrzeugen heimgebracht worden sind; moderne Echolotungen stehen bei dieser Karte von G. Böhnecke an erster Stelle. Um indessen einen einheitlichen Stil in der vorliegenden Übersichtskarte zu wahren, sind die Isobathen der Originalkarte von Böhnecke für diesen Zweck stärker generalisiert worden.

5. Das Baffin-Meer ist von der Expedition des amerikanischen Eispatrouillenbootes »Marion« 1928 ozeanographisch näher untersucht worden; über die Ergebnisse der (leider noch nicht abgedruckten) Echolotungen liegt eine Tiefenkarte ³⁾ vor, die für diesen Teil des Nordatlantischen Ozeans zu Rate gezogen ist. Die Umzeichnungen dieser etwas skizzenhaft erscheinenden Karte auf eine Äquidistanz von 500 m war erleichtert durch eine solche von 100 Faden in der Vorlage. Da indessen auf dieser die Lotorte nicht ersichtlich sind, läßt sich über die Sicherheit der Isobathenführung kein Urteil abgeben.

6. Im Bereich der Island-Faröer-Schwelle ist im wesentlichen die Auffassung von Bj. Helland-Hansen und Fr. Nansen ⁴⁾ unter Berücksichtigung neueren Materials zu Rate gezogen worden.

2. Konstruktion der Isobathen

Durch die außerordentlich ungleichmäßige Verteilung der Lotpunkte — stärkste Drängung längs isolierter Echolotprofile und sporadische Verteilung der Drahtlotungen in weiten dazwischen liegenden Arealen — ist die Aufgabe, Tiefenlinien für den gesamten Ozeanraum zu konstruieren, weit schwieriger geworden, als es vor der Einführung des Echolotes der Fall war. Auf den ersten Blick erscheint es unmöglich, einen einheitlichen Stil der Isobathenkonstruktion für das ganze Gebiet zu finden. Denn die Echolotprofile zeigen im allgemeinen, selbst in den größeren Tiefen, namentlich aber im Bereiche der Aufragungen (Rücken und Schwellen) eine erhebliche Bodenunruhe. Die morphologischen Profile des »Meteor« ⁵⁾, die auf engabständigen Echolotungen (durchschnittlich Abstand 1—2 Sm) beruhen und die wir in Abb. 1 auf Tafel 1 in geographischer Anordnung, auf den 30. Meridian ausgerichtet, noch einmal verkleinert zeigen, lassen dieses unerwartete Auf und Ab besonders in den zentralen Teilen, im Bereiche des Atlantischen Rückens, deutlich erkennen. Man muß sich zwar bei der Betrachtung dieser Profile vor Augen halten, daß sie 100-fach überhöht sind, und daß die Böschungen in Wirklichkeit wesentlich sanfter sind, als es hier den Anschein hat. Indessen bleibt die Tatsache bestehen, daß besonders die Rücken und Schwellen, aber auch abschnittsweise der Tiefseeboden eine wesentlich stärkere vertikale Gliederung aufweisen, als es nach den Drahtlotungen zu vermuten war, und daß streckenweise diese Gliederung ein Ausmaß annimmt, das hinter dem der großen Gebirgssysteme des Festlandes nur wenig zurückbleibt (vgl. Abb. 2 auf Tafel 2).

Es ist nicht daran zu zweifeln, daß auch in den zwischen den Echolotprofilen liegenden breiten lotungsarmen Zonen eine ähnliche Bodenunruhe existiert. Aber es erweist sich bei der

¹⁾ Veröffentlicht bei A. Defant, Bericht über die ozeanographischen Untersuchungen des Verm.-Schiffes »Meteor« in der Dänemarkstraße und in der Irminger-See. II. Bericht. Sitz.-Ber. der Pr. Akad. d. Wiss., Phys.-Math. Kl., 1931, Bd. XIX, S. 7; A. Defant, Ergebnisse der »Meteor«-Fahrten in die isländisch-grönländischen Gewässer 1929 und 1930. Verh. u. Wiss. Abhd. des 24. Deutschen Geogr.-Tages] zu Danzig 1931. Breslau 1932, S. 216ff.

²⁾ Ein großer Teil der Lotungen ist abgedruckt in den Beiheften zu den Nachrichten für Seefahrer Nr. 10/1930; 12/1931; 25/1934; herausgegeben von der Marineleitung, Berlin.

³⁾ Noble G. Ricketts and Parker D. Trask, The Bathymetry and Sediments of Davis Strait (Part I der Scientific Results, U. S. Treasury Department, coast guard. Bull. Nr. 19). Washington 1932, Beilage.

⁴⁾ Bj. Helland-Hansen und Fr. Nansen, The Norwegian Sea, Kristiania 1909 (Pl. I).

⁵⁾ H. Maurer und Th. Stocks in Bd. II dieses Expeditionswerkes. 1933.

Isobathenkonstruktion als unmöglich, die Verhältnisse der gut bekannten Strecken, d. h. der Echolotprofile, auf die angrenzenden Areale zu übertragen, selbst wenn diese aller Wahrscheinlichkeit nach als gleichartig zu betrachten sind. Man würde durch solche Analogieschlüsse z. B. im Bereich des Zentralrückens zu einem System langgestreckter paralleler Gebirgsketten und Täler gelangen, das in den Zwischengebieten durch Lotpunkte so gut wie gar nicht gestützt ist und das durch jedes neue Echolotprofil sogleich umgeworfen werden kann. Ja, selbst in den nach früherer Auffassung als »gut bekannt« angesehenen Gradfeldern (4—6 Lotungen) bringen Echolotprofile Überraschungen; so erweisen sich auch im Bereiche der »gut ausgeloteten« Kontinentalabfälle die Böschungen in neueren Echolotprofilen als wesentlich steiler, als man bislang vermutete.

Eine andere Tatsache fällt bei Betrachtung der morphologischen Profile auf. Hoch und Tief liegen häufig in unmittelbarer Nachbarschaft, d. h. ist das allgemeine Gefälle des Meeresbodens durch eine aufgesetzte Kleinform von mehreren 100 m relativer Höhe gestört, so finden sich oft unmittelbar davor oder dahinter Depressionen ungefähr gleichen Ausmaßes (vgl. Abb. 6) ¹⁾. Die Voraussetzung für jede Interpolation — allmählicher Übergang von Hoch zu Tief — ist in Gebieten, wo solch rascher Wechsel von Aufragung und Depression nach benachbarten korrespondierenden Echolotprofilen zu erwarten ist, nicht gegeben.

Wie außerordentlich unsicher, selbst bei starker Vermehrung der Lotpunkte, in Meeren mit großem Formenreichtum jede Isobathenkonstruktion bleibt, das lehrt ein Vergleich der beiden Darstellungen, die H. F. P. Herdman ²⁾ und Th. Stocks ³⁾ vom Südantillen-Meer gegeben haben. Der letztere hat sich in den zwischen den Echolotprofilen liegenden Arealen besonders von Analogieschlüssen und morphologischen Auffassungen, z. T. auch von ozeanographischen Gesichtspunkten leiten lassen und hat den Parallelismus der Formen zum Südantillen-Bogen, wie wir heute erkennen, zweifellos überbetont; der erstere hat in der Hauptsache das Prinzip der Interpolation angewandt und ist dabei zu einem uneinheitlichen Isobathenverlauf und damit zu einem Bild der Formen gelangt, das mehr die Lücken unserer Kenntnis als eine morphologisch-ozeanographisch begründete Auffassung erkennen läßt und daher auch nicht befriedigt, obgleich ihm ein ungleich größeres Material zur Hand war. Der Mittelweg dürfte auch hier vorzuziehen sein.

Es ergeben sich somit folgende Richtlinien für die Isobathenkonstruktion:

1. entlang den Echolotprofilen das feinere Detail zurücktreten lassen und generalisieren,
2. in den dazwischenliegenden lotungsarmen Gebieten hingegen alles Detail bringen, was nur mit einem ausreichenden Grad von Wahrscheinlichkeit gebracht werden kann, dabei morphologische Analogien und Parallelitäten nur in bescheidenem Maße anwenden, jedoch ausgiebig ozeanographische Gesichtspunkte heranziehen.

Die ozeanographischen Argumente, insbesondere die Verteilung der potentiellen Temperatur, können, wie in Band VI dieses Werkes näher begründet ist, vor allem dazu dienen, die Satteltiefen der Rücken angenähert zu ermitteln und damit die Frage zu entscheiden, durch welche Isobathe eine Bodenaufwölbung, die nur durch vereinzelte Lotpunkte über größere Erstreckung angedeutet wird, noch völlig einzuschließen ist. Auf diese Weise gelingt es in den meisten Fällen, von den zahlreichen Möglichkeiten der Isobathenkonstruktion alle die »unwahrschein-

¹⁾ Diese Erscheinung wirft auch auf die Beurteilung nahe beieinander liegender, stark voneinander abweichender Tiefenwerte ein neues Licht. So konnten bei der Bearbeitung der Übersichtskarte gelegentlich flachere Tiefen, die bisher als falsch oder unwahrscheinlich gelten mußten, wieder Berücksichtigung finden.

²⁾ H. F. P. Herdman, *The Scotia Sea* (d. i. das Südantillen-Meer). A. a. O. Pl. XLV. 1932.

³⁾ Th. Stocks, *Der Südantillenbogen im Licht neuerer Erkundungen*. Ztschr. Ges. f. Erdkde. Berlin, 1932. S. 198ff.

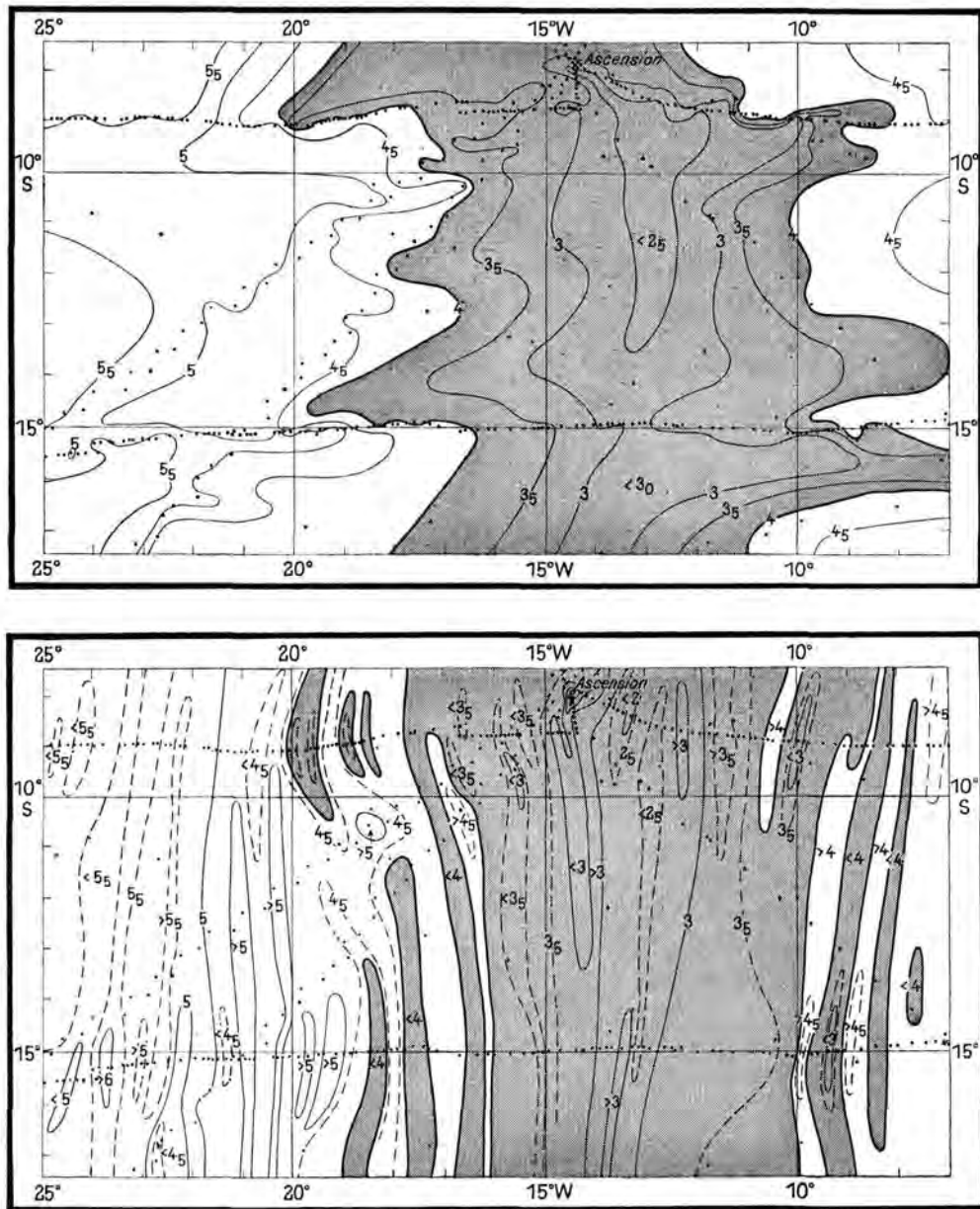


Abb. 7. Beispiel für zwei extreme Möglichkeiten der Isobathenkonstruktion, nach einem Ausschnitt aus der Arbeitskarte des Südatlantischen Ozeans; Mercator-Projektion Maßstab auf 10 S Br. ca. 1 : 13,4 Mill.

a) Methode der Buchten und Bastionen; b) Methode der parallelen Kämme und Depressionen
Gebiete von weniger als 4000 m sind gerastert

lichen« auszuschließen und sich zu einer Auffassung zu bekennen, die bei dem heutigen Stande der Forschung nach Ansicht der Bearbeiter als die »wahrscheinlichste« anzusehen ist. In manchen Fällen zwar bleibt nichts anderes übrig, als durch Weglassen der Isobathe bei gleichzeitigem Fortführen des Kolorits oder durch Fragezeichen das völlig Hypothetische der Darstellung zu betonen.

An einem Ausschnitt aus der Arbeitskarte, der einen Teil des Südatlantischen Rückens und ein besonders schwieriges und lotungsärmeres Gebiet betrifft, sei gezeigt, welche Deu-

tungen¹⁾ ein und desselben Lotmaterials möglich sind; welche vermittelnde Lösung die Bearbeiter als die »wahrscheinlichste« gewählt haben, ist aus dem betreffenden Teil der Übersichtskarte zu ersehen.

Im ersten Falle (Abb. 7 a) sind alle Aufwölbungen des Tiefseebodens beiderseits des Atlantischen Rückens als zum Rumpf des Rückens gehörig gezeichnet und durch zonal ausgebauchte Tiefenlinien in sein System einbezogen (Methode der Buchten und Bastionen). Im zweiten Falle (Abb. 7 b) hat der Bearbeiter in den beiden Echolotprofilen des »Meteor«²⁾ korrespondierende Aufwölbungen und Depressionen aufgesucht und angenommen, daß diese sich meridional und zusammenhängend über die weiten lotungsärmeren Zonen erstrecken, daß also der Zentralrücken von einem System paralleler und durchgehender Kämme und Depressionen begleitet wird (Methode der parallelen Kämme und Depressionen). In der vorliegenden Übersichtskarte (Beilage I) haben die Bearbeiter eine vermittelnde Konstruktion durchgeführt; sie haben aus morphologischen Erwägungen angenommen, daß es sich bei den Vorhöhen zwar wahrscheinlich um parallele Höhenzüge handelt, daß diese aber keineswegs über weite Erstreckung von Profil zu Profil zusammenzuhängen brauchen, sondern ähnlich wie es bei den Nebenkordillern in Südamerika der Fall ist, nur abschnittsweise vorhanden sind, dann abbrechen und, womöglich staffelförmig verschoben, aufs neue beginnen, um dann wieder abzubrechen. Aber neben diesen meridionalen Vorhöhen des Zentralrückens wird es sicherlich solche mit mehr zentraler Erstreckung geben, die mit dem Hauptrücken enger zusammenhängen und Querswellen bilden. Solche Querverbindungen haben wir nur dort zugelassen, wo aus der Verteilung der potentiellen Bodentemperatur auf eine Gliederung des Tiefseebodens geschlossen werden muß, wie es z. B. auf der vorliegenden Übersichtstiefenkarte bei dem Ansatz der Guinea-Schwelle der Fall ist (vgl. auch Abb. 8).

Auch die Frage, durch welche Isobathe der Hauptrücken einzuschließen ist, haben wir aus den thermischen Verhältnissen, und zwar aus den Querschnitten der potentiellen Temperatur durch das Bodenwasser (zwischen 3000 und 6000 m Tiefe) entschieden³⁾. Im vorliegenden Falle ergibt sich, daß die Satteltiefe des Atlantischen Rückens 3500 m Tiefe nicht übersteigt, daß man also den Rücken geschlossen durch die 3500 m-Isobathe, abschnittsweise auch durch die 3000 m-Isobathe begrenzen kann. Die verschiedenen Deutungen lehren, mit welchen Unsicherheiten in den lotungsärmeren Gebieten die Tiefendarstellungen des Südatlantischen Ozeans, insbesondere im Bereiche des Südatlantischen Rückens, behaftet sind. Von dem feineren Relief dieses interessanten morphologischen Gebildes, das man in den Echolotprofilen ausgeprägt findet, läßt unsere Übersichtskarte wegen der notwendigen Generalisierung nur Andeutungen erkennen⁴⁾.

Die potentiellen Bodentemperaturen lehren, daß der Atlantische Rücken in der Nähe des Äquators Einsattelungen in mehr als 4000 m Tiefe aufweist. Die bedeutendste dieser Einsattelungen knüpft sich, wie bereits früher dargelegt wurde und nunmehr durch ein neues Spezialkärtchen (Abb. 11) näher belegt wird, aller Wahrscheinlichkeit an die Romanche-Tiefe und wird »Romanche-Rinne« genannt; sie reicht schätzungsweise auf 4500—4800 m.

Bereits in der früheren Arbeit über das Bodenwasser und die Gliederung der Tiefsee⁵⁾ wurde auf Grund der Temperaturquerschnitte die Vermutung ausgesprochen, daß

¹⁾ Diese »Deutungen« entsprechen im Prinzip Auffassungen, die bei vorläufigen Entwürfen, meist noch während der Expedition, von verschiedenen Bearbeitern vertreten wurden.

²⁾ Profil VIII im nördlichen, Profil VI im südlichen Teil der Skizze.

³⁾ Vgl. Bd. VI dieses Expeditionswerkes, Beilagen V u. VI.

⁴⁾ Eine der lohnendsten Aufgaben der Meeresforschung wäre eine systematische Ablotung eines Teilstückes dieser wichtigen Großform durch engabständige Querprofile.

⁵⁾ Bd. VI dieses Expeditionswerkes. S. 78, 1933.

»in der Nähe von »Meteor«-Profil XIV . . . der Nordatlantische Rücken, der im allgemeinen durch die 3500 m-Isobathe eingeschlossen wird, eine auf 3800—4000 m Tiefe hinabreichende Einsattelung besitzt«, und daß es daher noch unsicher sei, »ob man . . . hier den Rücken durch die 4000 m-Linie beiderseitig begrenzen darf«.

Durch die weitere Bearbeitung gewinnt diese Vermutung sehr an Wahrscheinlichkeit, so daß in der neuen Tiefenkarte außer bei der Romanche-Rinne in 0° Breite der Atlantische Rücken noch in 8° N (nicht in 10—14° N, wie damals vermutet wurde) unterbrochen dargestellt ist und hier ein zweiter bis etwa 4250 m Tiefe hinabreichender Übertritt westatlantischen Bodengewässers ($t_p = \text{ca. } 1,7^\circ$) in die Ostmulde angenommen wird.

Nach diesen Gesichtspunkten konstruierten die beiden Bearbeiter die Isobathen, zunächst möglichst unabhängig voneinander, der eine mehr die Methode der Interpolation und der Analogieschlüsse und morphologische Gesichtspunkte heranziehend, der andere daneben vornehmlich ozeanographische Argumente verwertend. Aus dem Vergleich der Entwürfe miteinander und mit anderen früheren Auffassungen, insbesondere der von M. Groll, ergab sich unter Abschätzung der verschiedenen Wahrscheinlichkeitsgrade der vorgelegte vermittelnde Entwurf, der als der »wahrscheinlichste« beim heutigen Stande der Forschung angesehen wird. Je nach der Dichte des Materials sind die Isobathen ausgezogen, gestrichelt oder ganz fortgelassen und im letzteren Falle nach dem Vorgang Grolls nur durch einen Koloritwechsel angedeutet. Weitgehende Analogieschlüsse, die irgendwelche durch Lotungen nur schwach gestützte Bodenformen in der Karte stark hervortreten lassen, sind vermieden worden. Trotzdem ist zu betonen, daß unsere Darstellung bei aller angewandten Vorsicht in vieler Hinsicht noch hypothetisch ist und daß sie, abgesehen von den Großformen, das wahre Relief des Tiefseebodens nur andeuten kann. Um ein der Wirklichkeit nahe kommendes Bild zu gewinnen, ist es erforderlich, die von »Meteor« begonnene systematische Auslotung der Ozeane durch zonal verlaufende Querprofile fortzuführen und zu intensivieren, d. h. durch jede 1°-Zone ein Echolotprofil mit engabständigen Lotungen aufzunehmen, kurz die Profildichte (S. 9) wesentlich zu erhöhen.

III. Übersicht über die Tiefenverhältnisse

1. Großgliederung und Nomenklatur

Das Problem der Tiefseegliederung ist bereits in der Untersuchung über das Bodenwasser ¹⁾ behandelt worden. Die damalige Bearbeitung konnte sich noch nicht auf eine neue systematische Sichtung aller Lotungen stützen, sondern beruhte auf einer Auswertung der potentiellen Bodentemperaturen im Rahmen der damals zugänglichen Tiefendarstellungen und Arbeitskarten. Das gewonnene Bild der Gliederung der Atlantischen Tiefsee war bewußt schematisch gehalten. Die neue Bearbeitung, die nunmehr alles erreichbare Lotmaterial heranzieht, bestätigt in den wesentlichen Punkten die damals gewonnenen Auffassungen, bringt jedoch im einzelnen einige Verfeinerungen, wie aus dem Vergleich der früheren Karte ²⁾ mit Abb. 8 hervorgeht.

In dieser Abbildung sind nur die für die Gliederung des Tiefseebodens charakteristischen Isobathen 4000 m, 5000 m und 6000 m ausgezeichnet. Der Schwärzungsgrad nimmt, abweichend von der Tiefenkarte, mit zunehmender Tiefe ab. Bezüglich der Terminologie und Namensgebung der Bodenformen wird auf das in früheren Mitteilungen Gesagte ³⁾ verwiesen, was sich auf die Supanschen Richtlinien stützt. Indessen scheinen an einigen Stellen Verbesserungen angebracht: 1. Anstelle eines »Neufundland-Rückens« und einer »Südlichen Neufundland-Schwelle« haben wir nun zur besseren Unterscheidung die Bezeichnung »Labrador-Schwelle« und »Neufundland-Schwelle« gewählt. — 2. Die nördlich der Azoren-Schwelle in der Ostatlantischen Mulde befindlichen Tiefseebecken wollen wir in das »Spanische Becken« (den südlichen Teil des bisher so genannten »Spanischen Beckens«) und das »Westeuropäische Becken« unterteilen, beide durch eine flache, am besten wohl »Biscaya-Schwelle« genannte Aufwölbung voneinander getrennt. — 3. In der Westatlantischen Mulde ergeben neuere Lotungen in etwa 20° N eine schwache Aufwölbung (auf 5000—5500 m), die »Porto Rico-Schwelle«, wie wir sie nennen möchten, die das bisherige »Nordamerikanische Becken« von seinem südlichen Anhang, dem »Guyana-Becken«, zu sondern gestattet.

Somit gelangen wir zu der folgenden tabellenförmigen Gliederung der Atlantischen Tiefsee (S. 22).

2. Die natürlichen Regionen

Es kann hier nicht die Aufgabe sein, die Gliederung des Atlantischen Ozeans in allen Einzelheiten zu besprechen, vielmehr sollen, soweit dies nicht bereits in dem Quellen- und dem methodischen Teil geschehen ist, an Hand der einzelnen Gebiete die wichtigsten neuen Erkenntnisse erläutert werden, die uns die vorliegende neue Tiefenkarte bietet.

¹⁾ Band VI dieses Expeditionswerkes, besonders S. 3 f. und Beilage VIII.

²⁾ Als Schwarz-Weiß-Skizze in derselben Art gezeichnet, wie die vorliegende Abb. 8, in Band II dieses Expeditionswerkes, Abb. 23.

³⁾ G. Wüst, Der Ursprung der atlantischen Tiefenwässer. Ztschr. d. Ges. f. Erdkde. Sonderband zur Hundertjahrfeier. Berlin 1928. S. 505 ff. bes. S. 509. — Derselbe in Bd. VI dieses Expeditionswerkes, S. 83, 1933. — Th. Stocks in Bd. II d. E., S. 306 f. 1933.

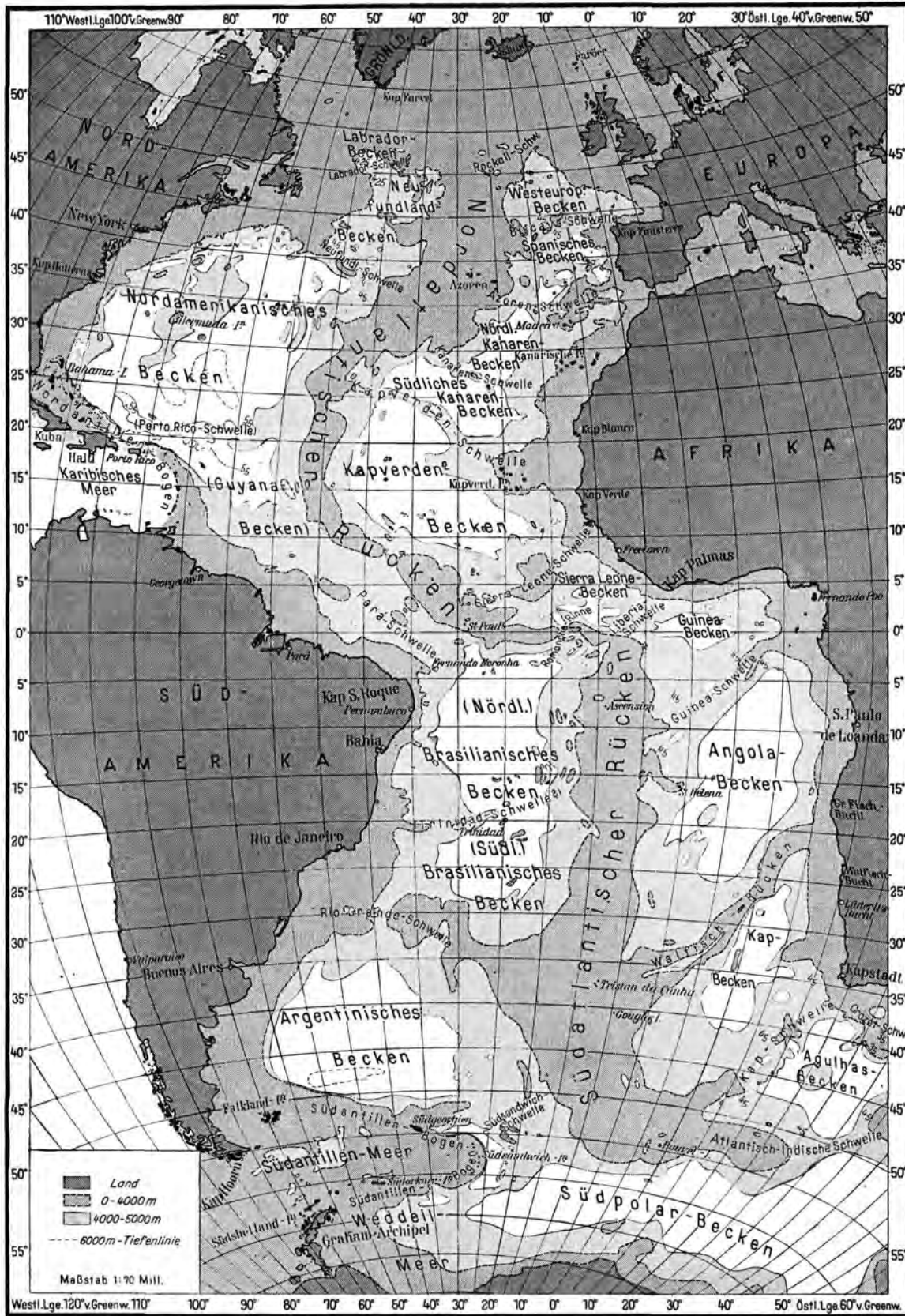


Abb. 8. Die Gliederung der Atlantischen Tiefsee (1934)

Tabellarische Gliederung der Atlantischen Tiefsee
betrachtet vom 4000 m-Horizont aus.

Westatlantische Mulde	Zentral- Rücken	Ostatlantische Mulde
Labrador-Becken <i>Labrador-Schwelle</i>	Nord- atlanti- scher Rücken	<i>Rockall-Schwelle</i>
Neufundland-Becken <i>Neufundland-Schwelle</i>		Nordeuropäisches Becken <i>Biscaya-Schwelle</i>
Nordamerikanisches Becken <i>Porto Rico-Schwelle</i>		Spanisches Becken <i>Azoren-Schwelle</i>
Guyana-Becken <i>Pará-Schwelle</i>		Nördl. Kanaren-Becken <i>Kanaren-Schwelle</i>
Nördliches Brasilianisches Becken <i>Trinidad-Schwelle</i>		Südl. Kanaren-Becken <i>Kapverden-Schwelle</i>
	Einsattelung	Kapverden-Becken <i>Sierra Leone-Schwelle</i>
	Romanche-Rinne	Sierra Leone-Becken <i>Liberia-Schwelle</i>
Südliches Brasilianisches Becken <i>Rio Grande-Schwelle</i>	Süd- atlanti- scher Rücken	Guinea-Becken <i>Guinea-Schwelle</i>
Argentinisches Becken <i>Südsandwich-Schwelle</i> und <i>Südantillen-Bogen</i>		Angola-Becken <i>Walfisch-Rücken</i>
		Kap-Becken <i>Kap-Schwelle</i>
		Agulhas-Becken <i>Atlantisch-Indische Schwelle</i>
Atlantisch-Indisches Südpolar-Becken mit Weddell-Meer		

a) Der Schelf und der Kontinentalabfall

Merkliche Änderungen der Schelfgrenze kann eine Neubearbeitung der Tiefenverhältnisse in so kleinem Maßstabe naturgemäß nicht erbringen, ein Fortschritt gegenüber Groll ist z. B. die Festlegung des Schelfrandes vor der Amazonenstrom-Mündung.

Was den Kontinentalabfall betrifft, so zeigt sich, daß fast überall dort, wo sich die Lotungen in neuerer Zeit vermehrt haben bzw. Echolotungen hinzugekommen sind, die Isobathenführung

nicht nur mehr Einzelheiten zu erkennen gibt, sondern daß sich auch die Tiefenlinien mehr drängen, als das auf früheren Darstellungen der Fall war.

Eine andere Erscheinung, die für manche Strecken des Kontinentalabfalles charakteristisch ist, sind die z. T. mit Hilfe des Echolotes in neuerer Zeit gefundenen zahlreichen eingekerbten Furchen. Die Kongo- und die Adour-Rinne und andere ähnliche Gebilde sind schon früher bekannt gewesen und öfter beschrieben worden. In neuerer Zeit hat man auch an der amerikanischen Ostküste eine Reihe solcher »Canyons«, wie die Amerikaner sie nennen, entschleiert ¹⁾. Auch vor der portugiesischen Küste, etwa in Verlängerung des Nordabfalles der Sierra da Estrella, sowie an der Oberguinea-Küste, die sonst ausgeglichen ist, sind solche Furchen, kräftig ausgebildet, beobachtet worden, und es ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß mit dichter werdendem Lotungsnetz auch an weiteren Küsten mit dem Vorhandensein solcher Rinnen zu rechnen ist. Daß sie in unserer Karte, wenn überhaupt, so nur sehr schwach zum Ausdruck gebracht werden können, hat seinen Grund in ihrem kleinen Maßstab.

b) Der Atlantische Rücken

In seiner ganzen Länge wird der Atlantische Ozean durch einen mächtigen zentralen Gebirgswall, den bekannten Atlantischen Rücken, in zwei Teile getrennt, die West- und die Ostatlantische Mulde. Dieses Gebirgssystem hat die stattliche Länge von 20300 km (vom Kap Reykjanaes auf Island bis etwa zu der Stelle gerechnet, wo wir die Einsattelung der Atlantisch-Indischen Schwelle vermuten) und stellt sich damit den längsten Gebirgssystemen der festen Erdoberfläche ebenbürtig an die Seite.

Mit der genannten Atlantisch-Indischen Schwelle im Süden findet der Atlantische Rücken an die Crozet-Schwelle bzw. die Kerguelen-Gaußberg-Schwelle ²⁾ Anschluß. Nach den bisher vorliegenden Lotungen und mit Hilfe der ozeanographischen Befunde (potentielle Bodentemperaturen) ist die Satteltiefe dieser Schwelle auf etwa 4500 m anzusetzen in $\varphi = 50^\circ \text{ S}$, $\lambda = 35^\circ \text{ E}$. Nach Deacon ³⁾ ist aber mit der Möglichkeit zu rechnen, daß in diesem Gebiet, das in unserer Karte als sanfte Aufwölbung gezeichnet ist, steilere Aufragungen vorhanden sind. — Der Südatlantische Rücken, wie man den Teil des Rückens von der Atlantisch-Indischen Querschwelle bis zur Romanche-Rinne, also etwa bis zum Äquator, nennt, tritt in den morphologischen Profilen als eine breite symmetrische Aufwölbung in Erscheinung, der die vulkanischen Inseln Bouvet (935 m), Gough (1335 m), Tristan da Cunha-Gruppe (2329 m) und Ascension (860 m) aufgesetzt sind, während St. Helena (862 m) einer Vorhöhe angehört. Solche Vorhöhen sind gerade für den Teil des Atlantischen Rückens zwischen 0° und 20° S charakteristisch ⁴⁾.

Am Äquator bricht der von Süden nach Norden im allgemeinen schmäler werdende, nach Westen umbiegende Südatlantische Rücken in etwa 18° W plötzlich schroff ab, um erst jenseits der Romanche-Tiefe (vgl. Abb. 11) im Nordatlantischen wieder aufzutauchen. Die sich an die Romanche-Rinne knüpfenden Einsattelungen spielen im hydrographischen Aufbau des Ozeans bekanntlich eine besondere Rolle (vgl. S. 31).

Der Nordatlantische Rücken, der bei etwa 19° W unter dem Äquator mit einer verhältnismäßig schmalen Basis seinen Anfang nimmt, stellt in mancher Beziehung das Gegenstück des Südatlantischen Rückens dar. Für die Gipfelhöhen seiner zentralen Teile sind jedoch

¹⁾ Vgl. u. a. die Arbeiten von Francis P. Shepard, Submarine Valleys. Geogr. Rev. 1933, p. 77 ff.; ders., Investigations of submarine Valleys. Transactions of the Am. Geoph. Union, 1933. 14. Ann. Meeting. S. 170 ff.; ders., Canyons of the New England coast. Am. Journal of science, vol. XXVII, 1934, 24 ff.

²⁾ Vgl. G. Wüst, Anzeichen von Beziehungen zwischen Bodenstrom und Relief in der Tiefsee des Indischen Ozeans. »Die Naturwissenschaften«, 1934, S. 241 ff.

³⁾ George E. R. Deacon, Nochmals: Wie entsteht die antarktische Konvergenz? Ann. d. Hydr. 1934, S. 477.

⁴⁾ Vgl. Abb. 7 a und b.

Tiefen gefunden worden, die im allgemeinen sehr viel flacher sind als es im Bereich des Südatlantischen Rückens der Fall ist. Wenn man von St. Paul abseht, ragen auf dem Haupt Rücken vom Äquator bis Island nur die Inseln des Azoren-Sockels über das Meeresniveau hervor. Von 25° N nach Norden verbreitert sich die Basis des Atlantischen Rückens merklich, um im sogenannten Azoren-Plateau die größte Breite zu erreichen, während gleichzeitig die besonders durch Echolotungen gefundenen Gipfelhöhen näher an die Oberfläche rücken.

Nördlich des Azoren-Plateaus war der Rücken streckenweise recht wenig bekannt, insbesondere wußte man nicht, ob ein Anschluß des Atlantischen Rückens an den bei etwa 57° N endenden Reykjanes-Rücken vorhanden ist. Dieser Anschluß ist auf Grund neueren Lotmaterials von G. Böhnecke ¹⁾ erstmalig gezeichnet worden und kann, wie auch auf der vorliegenden Karte zum Ausdruck gebracht ist, als sehr wahrscheinlich gelten. Eine sehr formenreiche bewegte Einzelgliederung kennzeichnet dieses Übergangsgebiet, in dem das System des Atlantischen Rückens zweimal die Richtung wechselt.

Abb. 10 zeigt einen Schnitt durch die Gipfelflur des Atlantischen Rückens entlang einer Linie, die nach Maßgabe unserer Tiefenkarte etwa den Kamm des Rückens darstellen mag.

c) Die Querswellen

Eine Reihe neuer Erkenntnisse bzw. Hypothesen wird auf der vorliegenden neuen Karte durch die Einzeichnung der Querswellen angedeutet.

Die bereits 1933 von einem der Bearbeiter ²⁾ gezeichnete Kap-Schwelle konnte in Einzelheiten etwas über ihre damals noch schematische Formgebung verfeinert werden. Indessen da die Darstellung im wesentlichen auf den drei mit der Richtung der Kap-Schwelle parallel laufenden Profilen I, III und V des »Meteor« beruht, sind gerade in diesem Gebiet mit zunehmender Intensivierung der Lotungen gewisse Überraschungen nicht ausgeschlossen. Aus dem hydrographischen Aufbau des Ozeans in diesem Gebiet ist es wahrscheinlich, daß die Kap-Schwelle an wenigstens zwei Stellen (d. i. südwestlich von Kapstadt, in ca. 36° S; 16° E, sowie zwischen der »Valdivia«-Höhe und der »Meteor«-Bank) Einsattelungen von etwa 4400 m aufweist. Ob jedoch diese Schwelle eine breitere Basis besitzt, wie hier

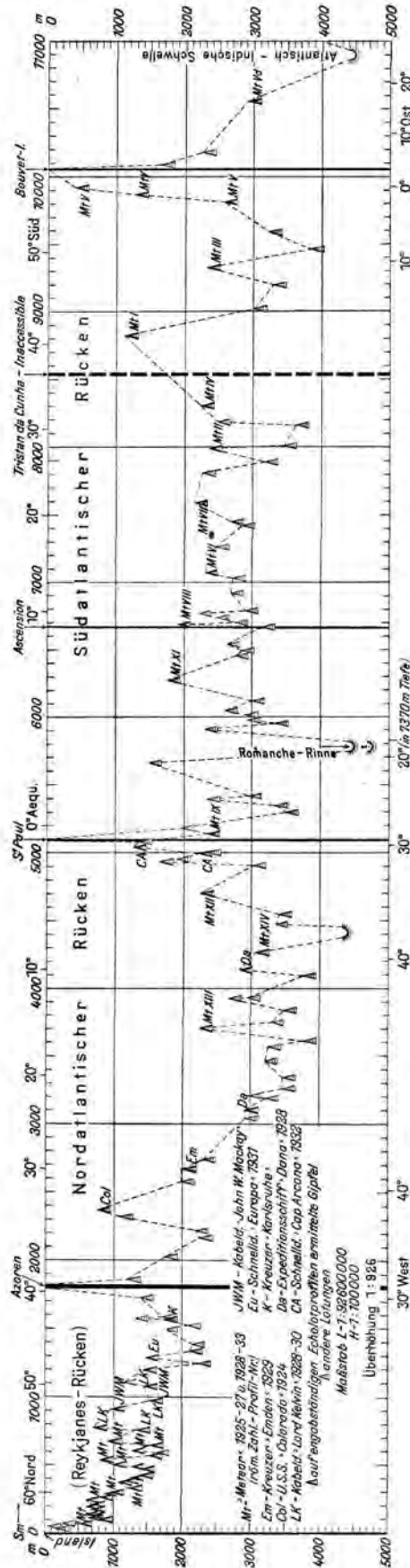


Abb. 10. Längsschnitt durch die Gipfelflur des Atlantischen Rückens (vgl. dazu Abb. 9)

¹⁾ G. Böhneckes Karte bei A. Defant, a. a. O., S. 7.

²⁾ Bd. VI, Beilage VIII.

D. A. E. »METEOR« 1925/27 Bd. III.

gezeichnet, oder eine schmalere, wie z. B. der Walfisch-Rücken, müssen spätere Erkundungen erweisen. Vom Walfisch-Rücken wissen wir (z. B. aus den »Meteor«-Profilen), daß er sehr jäh aus dem größtenteils über 5000 bzw. 5500 m tiefen Kap-Becken aufsteigt bis zu Tiefen von 964 m. Er bildet den mächtigsten diagonalen Querriegel des Ozeans. Alle anderen Querverbindungen zwischen dem Atlantischen Rücken und den Kontinenten im Westen und im Osten haben mehr den Charakter der Kap-Schwelle, d. h. es sind meist mehr oder weniger flach gewölbte Schwellen, denen allerdings stellenweise Erhebungen von beträchtlichem vertikalen Ausmaß aufgesetzt sind.

Wir unterscheiden mit Alexander Supan¹⁾ bei den untermeerischen Aufwölbungen:
1. Steilere Erhebungen mit ausgesprochen linearer Erstreckung, die wir Rücken nennen. Hierhin sind zu rechnen:

der Südatlantische Rücken
der Nordatlantische Rücken
der Walfisch-Rücken

2. Flachere Erhebungen mit ebenfalls linearer Erstreckung, die man vielleicht als Schwellen erster Ordnung bezeichnen kann. Hierzu gehören in der

Westatlantischen Mulde:

die Labrador-Schwelle
die Neufundland-Schwelle,
die Trinidad-Schwelle
die Südsandwich-Schwelle

Ostatlantischen Mulde:

die Rockall-Schwelle²⁾
die Biscaya-Schwelle
die Kanaren-Schwelle
die Kapverden-Schwelle
die Guinea-Schwelle
die Kap-Schwelle
die Atlantisch-Indische Schwelle

3. Flachere Erhebungen mit breiter rumpfartiger Form, Schwellen zweiter Ordnung, denen manchmal plateauartige Gebilde von teilweise beträchtlicher relativer Höhe aufgesetzt sind. Hierher gehören in der

Westatlantischen Mulde:

die Porto Rico-Schwelle.
die Pará-Schwelle
die Rio Grande-Schwelle

Ostatlantischen Mulde:

die Azoren-Schwelle
die Sierra Leone-Schwelle

Manche dieser Schwellen erster und zweiter Ordnung sind hypothetisch; sie stützen sich im wesentlichen auf eine Analyse der Bodentemperaturen, und die ihnen aufgesetzten Erhebungen beruhen vielfach noch auf Lotungen älteren Datums, deren Zuverlässigkeit, solange keine Nachprüfungen vorliegen, nur mit einer gewissen Vorsicht zu beurteilen ist³⁾. Auch sind einige dieser Schwellen sehr flach, und man muß sich vor einer Überschätzung ihrer morphologischen Bedeutung hüten. Vom ozeanographischen Standpunkt aus, d. h. für das Verständnis

¹⁾ A. Supan, Terminologie der wichtigsten unterseeischen Bodenformen. Pet. Mitt. 1903, S. 151 ff., ferner ders., Die Bodenformen der Weltmeere. Pet. Mitt. 1899, S. 177 ff.

²⁾ Denn man kann die Rockall-Bank und ihre südwestliche Fortsetzung, die bei etwa 51 $\frac{1}{2}$ ° N an den Nordatlantischen Rücken Anschluß findet, als eine Querschwelle auffassen, die möglicherweise sogar in noch engerer Verbindung mit dem Rücken steht, als es in der vorliegenden Karte durch die Isobathen-Konstruktion angenommen wird. G. Böhncke hat bereits 1932 in einer bisher unveröffentlichten Skizze diese noch hypothetische submarine Querverbindung dargestellt und sie Rockall-Schwelle genannt.

³⁾ Immerhin läßt die Betrachtung moderner Echolotprofile derartige Zahlen wieder möglich erscheinen. So mag u. a. die von uns »Porto Rico-Schwelle« benannte flache Erhebung in 20° N stellenweise in merklichen Erhebungen kulminieren, für die M. Gröll die an dieser Stelle ungewöhnliche Zahl von 2926 m verzeichnet.

der Bodentemperaturen, sind sie jedoch wichtig. Und diese ozeanographischen Gesichtspunkte ermöglichen es auch allein bei dem derzeitigen Stande der Forschung, eine Gliederung des Tiefseebodens durchzuführen. In diesem Zusammenhange mag noch einmal an den Ausspruch Alexander Supans erinnert werden, der über die Schwellen folgendes sagte ¹⁾:

» . . . Sie spielen wegen ihrer Flachheit anscheinend nur eine untergeordnete Rolle, sind aber doch die Träger der Hauptgliederung des ozeanischen Bodens, was man daraus erkennt, daß sie, wenn der Meeresboden in Land verwandelt würde, als Hauptwasserscheiden funktionieren würden.«

Im östlichen Südatlantischen Ozean ist der Parallelismus der Querswellen bemerkenswert; alle verlaufen von SW nach NE und rufen dadurch eine eigenartige Gitterstruktur hervor, die für die Ostatlantische Mulde charakteristisch ist ²⁾. Im kleinen wiederholen sich ähnliche Erscheinungen im Spanischen Becken.

Andererseits zeigt die Rio Grande-Schwelle in ihrer Lage zum Atlantischen Rücken eine gewisse Symmetrie mit dem Walfisch-Rücken. Jedoch ist ihre Form und auch die Rolle, die sie im hydrographischen Aufbau des Ozeans spielt, von der des Walfisch-Rückens sehr verschieden.

Über die Gestalt der Rio Grande-Schwelle wurde bereits gesprochen; ihre Existenz und die Lage ihrer Ansatzstelle am Zentralrücken wurden gefordert durch die auffälligen Unterschiede in den Bodentemperaturen nördlich und südlich von 35° S, denn gerade in diesem fraglichen Gebiet war das Lotmaterial sehr dürrtig. Erst durch die Heimreise der »Discovery II« auf dem 30° W, während welcher eine ganze Reihe wertvoller Echolotungen erzielt wurden, wurde der Zusammenhang zwischen der in etwa 30° S, 35° W liegenden Erhebung, die bis dahin den Namen Rio Grande-Rücken im engeren Sinne führte, und der Verbreiterung des Südatlantischen Rückens zwischen 35° und 40° S in der auf der vorliegenden Karte gewählten Linienführung wahrscheinlich gemacht; die auf den westlichen Abschnitten der Profile II und IV des »Meteor« bei etwa 40° W gefundenen größeren Tiefen fügen sich, wie bereits an anderer Stelle dieses Expeditionswerkes angeführt, zwanglos in den Rahmen der hydrographischen Befunde in den untersten Stockwerken des (südlichen) Brasilianischen Beckens; diese Beobachtungen erfordern bekanntlich gerade an der genannten Stelle eine Lücke in der Rio Grande-Schwelle, bevor sie an den südamerikanischen Kontinentalabfall ansetzt.

Nur bruchstückweise durch Lotungen gestützt ist die Trinidad-Schwelle. Immerhin finden wir im Westen so viele Anzeichen für die Existenz eines schwellenähnlichen Gebildes, daß wir das Fragezeichen, mit dem die Schwelle bisher versehen war, getilgt sehen möchten. Für die morphologische Auffassung ist es belanglos, durch welche Isobathe die einzelnen in Ost-West-Richtung zwischen 15° und 20° S angeordneten, durch Lotungen belegten Erhebungen, zu einem gemeinsamen Gebilde als Schwelle zusammenzufassen sind; sicher ist, daß die Einsenkungen von mehr als 5500 m-Tiefen der beiden Brasilianischen Becken nicht miteinander zusammenhängen. Im übrigen bietet gerade der Bereich der Trinidad-Schwelle für die auf S. 16 besprochene Erscheinung der engen Nachbarschaft zwischen Hoch und Tief im Relief des Meeresbodens ein typisches Beispiel (vgl. Abb. 6).

d) Die Tiefseebecken

Die wichtigsten neueren Erkenntnisse bringt unsere Übersichtskarte im Bereiche der eigentlichen Tiefseebecken; ihr Relief erweist sich im allgemeinen als wesentlich vielgestaltiger und unruhiger, als man aus bisherigen Darstellungen vermuten konnte. Die gewaltig ausgedehnten Ebenheiten, die bisher geradezu als das Kennzeichen der Tiefseebecken galten, lösen sich in

¹⁾ A. Supan, Terminologie der wichtigsten unterseeischen Bodenformen. Pet. Mitt. 1903, S. 152.

²⁾ Worauf bereits Erich Krenkel, Geologie Afrikas, I. Teil, Berlin 1925, S. 26 hinweist.

den besser ausgeloteten Teilen der Becken mehr und mehr in Einzelformen auf. Man vergleiche nur den Verlauf der Isobathen zwischen 4500 m und 6000 m unserer Karte mit früheren Darstellungen! Zwar ist diese Vertikalgliederung der Tiefseebecken im allgemeinen geringer als die des Meeresbodens im Bereiche der Rücken und Schwellen. Indessen, wir kennen auch am Boden der großen Becken Stellen, wo — nach Ausweis der Echolotprofile — die Tiefenlage benachbarter Lotstellen um 500 und mehr Meter schwankt. Wenn man für diese Bodenunruhe nach exakten Werten sucht, so kann man beispielsweise die auf 10 km Entfernung am Boden vorkommenden Reliefunterschiede aus den Echolotprofilen ablesen und miteinander vergleichen. Und da zeigt sich z. B. auf Profil VII des »Meteor«, das durch das (südl.) Brasilianische, den südlichen Teil des Angola- und den nördlichen Teil des Kap-Beckens gelegt ist, daß in den Becken Werte von 0 m zwar nicht selten sind, daß aber solche von über 200, ja über 300 m ebenfalls vorkommen, bei einem Durchschnitt von etwa 60 m im Brasilianischen, 160 m im Angola- und 180 m im Kap-Becken, während über dem Südatlantischen Rücken und seinen Parallelketten größte Höhendifferenzen von 800, ja 1000 m auf 10 km keine Seltenheit sind bei durchschnittlichen Werten von etwa 300 und mehr Metern. Das will besagen, daß der von Alfred Wegener aus dem bekannten Echolotprofil des amerikanischen Zerstörers »Stewart« gezogene Schluß der großen Ebenheit des Tiefseebodens ¹⁾ im allgemeinen wohl nicht zutrifft. Selbst im Nordamerikanischen Becken, das noch auf der Groll'schen Karte außerordentlich eben erscheint, lassen neuere Lotungen ebenfalls eine weit stärkere Bodenunruhe erkennen.

Für sämtliche Tiefseebecken des Atlantischen Ozeans scheint ferner die Tatsache beachtenswert zu sein, daß die für Becken sehr großen Tiefen von über 6000 m in Wirklichkeit nicht die großen Flächen bedecken, die man ihnen auf den bisherigen Darstellungen zubilligte. Wohl finden wir auch in den Echolotprofilen beispielsweise des »Meteor«, des Kreuzers »Emden« u. a. gelegentlich Tiefen von über 6000 m, aber stets nur auf kurze Entfernungen und meist nur wenige Meter über 6000 m. Das hat uns bewogen, diese Gebiete als isolierte Eintiefungen, besser gesagt: als die selten erreichten und daher offenbar isoliert vorhandenen Maximaltiefen der betreffenden Becken zu zeichnen und — um sie besser kenntlich zu machen — mit violetter Farbe zu belegen. Man vergleiche z. B. die Flächen über 6000 m bei Groll mit denen der vorliegenden Karte! Man geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß die großen Tiefen des Nordamerikanischen Beckens bei systematischer Erkundung weiter schrumpfen werden und daß die betreffenden Tiefenzahlen (übrigens durchweg älteren Datums), auf denen die bisherigen Darstellungen beruhen, sich durch Echolotungen gewisse Korrekturen gefallen lassen müssen. Vermutlich wären merkliche Verbesserungen bereits erzielt worden, wenn man die Drahtwinkel berücksichtigen könnte.

Bei einem Vergleich der Becken der Ostmulde mit denen der Westmulde zeigt sich, daß letztere durchweg größere Maximaltiefen erreichen als die ersteren. Auch scheinen die von den Horizonten 5000 m und 5500 m eingeschlossenen Flächen im Westen größer zu sein als im Osten.

Die große Rolle, die die Tiefseebecken im hydrographischen Aufbau des Ozeans spielen, ist bereits früher von einem der Bearbeiter ausführlich erörtert worden ²⁾. Über die uns bisher bekannten größten Tiefen der Becken wird die Quellenkarte 1:5 Mill. Auskunft geben. Im einzelnen mögen folgende Bemerkungen am Platze sein:

Das am besten bekannte Becken ist zweifellos das Spanische Becken; wie groß die Zahl der für dieses Gebiet verwendeten Lotungen ist, das zeigt klar die Abb. 1 (Lotdichte). Daneben geht aus Abb. 4 hervor, daß die Zahl der Gradfelder ohne Lotung hier sehr klein ist. Selbstverständlich spiegelt sich diese Tatsache auch in der Isobathenführung deutlich wieder, und es

¹⁾ A. Wegener, Der Boden des Atlantischen Ozeans. Gerl. Beitr. zur Geophysik, 1927, Bd. XVII, S. 311 ff.

²⁾ Band VI dieses Expeditionswerkes.

wurde nicht, von der üblichen Generalisierung abgesehen, der Stil der Isobathenführung etwa dem anderer Becken angeglichen. Das Spanische Becken zeigt nämlich eine auffallende Untergliederung in Rücken und Becken, wie sie uns sonst — vom Südantillen-Meer abgesehen, das mehr pazifische Züge zeigt — nirgends so in Erscheinung tritt. Man hat fast den Eindruck, als ob sich die Struktur der Spanischen Halbinsel in den benachbarten Meeresgebieten fortsetzt. Es erhebt sich die Frage, ob diese starke Untergliederung wirklich charakteristisch für das Spanische Becken allein ist oder ob sie ein Gradmesser für den Stand der Kenntnis vom Relief des Meeresbodens überhaupt ist, und man bei zunehmender Intensivierung der Lotungen auch in anderen Becken ähnliche Erscheinungen wird erwarten dürfen. Ganz allgemein kann man jedenfalls feststellen, daß auch in den tiefen Teilen der Becken mit zunehmender Lotdichte und abnehmender Zahl der unbekanntes Gradfehler der Verlauf der Isobathen unruhiger, ihre Drängung stärker wird.

e) Die Tiefseeegräben

Der Atlantische Ozean besitzt zwei typische Tiefseeegräben, den Porto Rico- und den Südsandwich-Graben. Bereits 1873 fand »Challenger« im Porto Rico-Graben, von dessen Existenz man damals nichts wußte, die sehr große Tiefe von 7087 m, und wenige Jahre danach (1882) das amerikanische Schiff »Blake« 8341 m. Der amerikanische Kreuzer »Dolphin« erzielte 1902 sogar an zwei Stellen Lotungen über 8000 m, von denen die größere, 8525 m ($\varphi = 19\frac{1}{2}^{\circ}$ N; $\lambda = 67\frac{3}{4}^{\circ}$ W), die größte bisher bekannte Tiefe des Atlantischen Ozeans überhaupt wäre, wenn sie sich bestätigen sollte; man hat sie lange Zeit für fraglich gehalten ¹⁾, weil eine Grundprobe mit ihr nicht erzielt worden ist ²⁾. Durch neuere Lotungen, u. a. des Kreuzers »Emden« 1930 (8203 m) hat die »Dolphin«-Zahl von 8525 m wieder an Wahrscheinlichkeit gewonnen, ist aber in unserer Karte noch als fraglich gekennzeichnet. Ein — anscheinend amerikanisches — Echolotprofil ³⁾ suchte von Norden kommend etwa auf dem Meridian $67\frac{3}{4}^{\circ}$, also der Länge der »Dolphin«-Lotung von 8525 m, die größte Tiefe des Porto Rico-Grabens zu erreichen, fand aber als größte nur 7955 m, und verläuft auf $19\frac{1}{2}^{\circ}$ N nach Westen, also etwa in der mutmaßlichen Längsachse dieses Grabens. Ob und wie weit sich dieser Tiefseeegraben über den 62° W ⁴⁾ nach Osten fortsetzt, darüber kann einstweilen mangels genügender Beobachtungen nichts ausgesagt werden; denn die bei etwa 60° W liegende Tiefe von 6035 m stammt von der alten Brigg »Dolphin« aus dem Jahre 1852 und ist bestimmt zu groß.

Daß jedoch, analog den vom Pazifischen Ozean her bekannten Tiefseeegräben, bei der Ähnlichkeit der Lage und Anordnung der Südantillen ein Vergleich zu den (mittelamerikanischen) Antillen, kurz »Nordantillen« mit dem Vorhandensein eines solchen Tiefseeegrabens im Südatlantischen Ozean zu rechnen ist, wurde bereits 1909 von Eduard Sueß ⁵⁾ ausgesprochen, eine Vermutung, die durch »Meteor« 1926 und »Discovery II« 1931 bestätigt wurde ⁶⁾. Als die größte bisher hier gefundene Tiefe ist die »Meteor«-Tiefe mit 8264 m (reduzierter Echoabstand) anzusprechen, eine Zahl, der die »Discovery«-Tiefe mit 8102 m nur wenig nachsteht. Es hat indessen den Anschein und ist auf unserer Karte auch so gezeichnet worden, als ob der Südsandwich-Graben schmaler als sein nördliches Gegenstück, dafür aber etwas länger ist. Eine andere Eigentümlichkeit ist die östlich des Sandwich-Grabens beobachtete

¹⁾ O. Krümmel, Handbuch der Ozeanographie. 2. Aufl. Stuttgart 1907. Bd. I, S. 120.

²⁾ Ob mit der Hanfleine oder Lotdraht gelotet wurde, ließ sich nicht ermitteln.

³⁾ G. W. Littlehales, The Configuration of the oceanic basins. Congr. Intern. de oceanografia. Sevilla 1921. Tomo I. S. 197 ff. Madrid 1929.

⁴⁾ Bei etwa 62° W verzeichnet der den Bearbeitern während des Abschlusses des Manuskriptes vorgelegte Probeandruck des Blattes A I der Monaco-Karte, 3. Ausgabe, eine Tiefe von etwa 6900 m!

⁵⁾ Eduard Sueß, Das Antlitz der Erde. Wien und Leipzig 1909, Bd. III, 2, S. 552—560.

⁶⁾ Vgl. Th. Stocks, Die »Meteor«-(Südsandwich-)Tiefe. Ztschr. d. Ges. f. Erdkde, Berlin 1931. S. 299 ff.

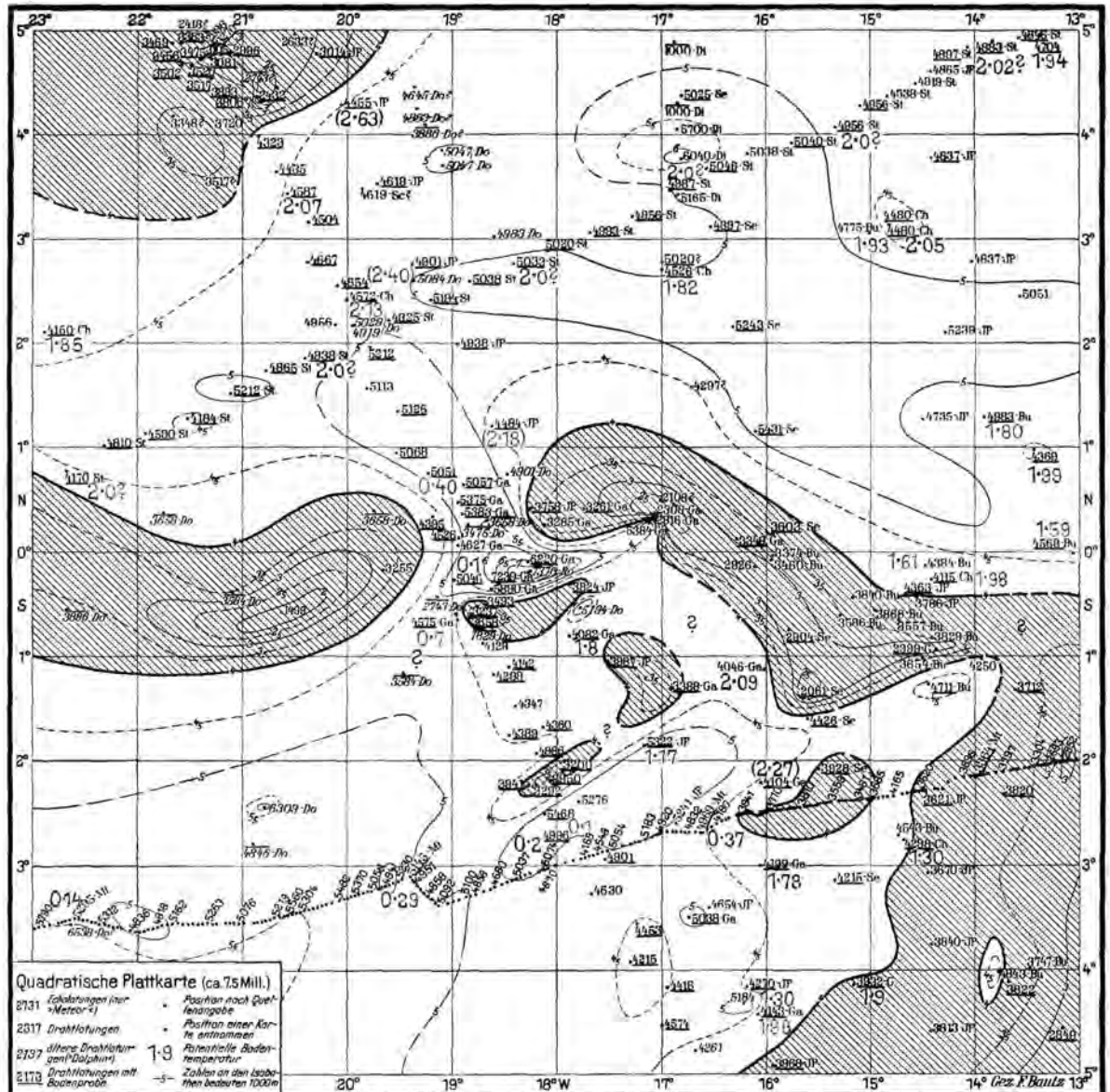


Abb. 11. Hypothetische Isobathendarstellung der Gebiete in der Nähe der Romanche-Rinne. Entworfen 1934 von G. Wüst und Th. Stocks. Die Tiefen von weniger als 4000 m sind schraffiert

Abkürzungen der Schiffsnamen:

Bu	Kabeldampfer »Buccaneer«	JP	Kabeldampfer »John Pender«
Ch	Forschungsschiff »Challenger«	Mt	Vermessungsschiff »Meteor«
Di	Forschungsschiff »Discovery«	Ro	Segelschiff »La Romanche«
Do	U. S. Brigg »Dolphin«	Sc	Expeditionsschiff »Scotia«
Ga	Forschungsschiff »Gauß«	Se	Kabeldampfer »Seine«
G	Korvette »Gazelle«	St	Kabeldampfer »Stephan«

Vorhöhe (»Meteor« 1855 m in etwa $\varphi = 55^{\circ} \text{S}$; $\lambda = 22^{\circ} \text{W}$; »Discovery II« 2957 m in etwa $\varphi = 54^{\circ} \frac{1}{2} \text{S}$; $\lambda = 23^{\circ} \frac{1}{2} \text{W}$). Für das Vorhandensein eines analogen Gebildes beim Porto Rico-Graben fehlen uns zwar zuverlässige Lotangaben, doch haben die daraufhin deutenden

bisher (z. B. bei Groll) als fraglich bezeichneten Zahlen an Wahrscheinlichkeit gewonnen, was auf der vorliegenden Karte auch durch die Annahme einer Porto Rico-Schwelle angedeutet ist.

Noch ein drittes Gebilde bedarf hier der Erwähnung, die Romanche-Tiefe und die Romanche-Rinne. Zwar fehlt hier im Vergleich mit anderen Tiefseeegräben ein Moment, nämlich die längliche Gestalt und die Parallelität mit einer Inselguirlande, doch unterscheidet sich die Romanche-Rinne und -Tiefe wieder wesentlich von den üblichen Depressionen der Tiefseebecken, so daß eine Erörterung gerade hier am Platze zu sein scheint.

Im Jahre 1882 fand das französische Schiff »La Romanche« unter dem Äquator in etwa 17° W die an dieser Stelle nicht zu erwartende Tiefe von 7370 m, und das deutsche Südpolarforschungsschiff »Gauß« konnte bei einer Nachprüfung mit einer Lotung von 7230 m auf der Ausreise zum Südpolargebiet die Angabe der »Romanche« bestätigen. In nur wenigen Seemeilen Entfernung wurden von »Gauß« und anderen Schiffen indessen wesentlich geringere Tiefen gelotet; es erhob sich die Frage, ob dem Atlantischen Rücken hier so gewaltige Tiefen benachbart sind oder ob er hier eine Unterbrechung besitzt. Ohne auf die Geschichte dieser wechselvollen Anschauungen ¹⁾ noch einmal näher einzugehen, sei nur kurz zusammengefaßt, daß der Atlantische Rücken hier am Äquator, also in den Gebieten, wo er zweimal die Richtung seiner Erstreckung wechselt und an Breite gleichzeitig außerordentlich abnimmt, eine Einsattelung von etwa 4500 bis 4800 m besitzt, die für den hydrographischen Aufbau der Ostmulde eine große Bedeutung hat. In Abb. 11 wird versucht, unter Zugrundelegung dieser Tatsache für dieses morphologisch-tektonisch sehr interessante Gebiet unter Verwendung aller erreichbaren Lotungen eine den hydrographischen Forderungen gerecht werdende Darstellung des Isobathenverlaufs zu finden.

Ein Blick auf obiges Kärtchen lehrt, daß unsere Isobathenkonstruktion bei weitem nicht ausreichend durch Lotungen gestützt ist; sie muß daher hypothetisch bleiben.

¹⁾ E. v. Drygalski, Zum Kontinent des eisigen Südens. Berlin 1904. — Derselbe, Ozean und Antarktis (Gauß-Werk, Bd. 7). Berlin 1926. — G. Böhnecke, Die Bodenwasser-Temperaturen bei der Romanche-Rinne. Ztschr. d. Ges. f. Erdkde. Berlin 1927. S. 300ff. — G. Wüst, Bd. VI dieses Expeditionswerkes, S. 39ff.

IV. Zusammenfassung

1. Die vorliegende neue flächentreue Übersichtskarte der Tiefenverhältnisse des Atlantischen Ozeans ist in erster Linie dazu bestimmt, für die ozeanographische und geologische Bearbeitung des Materials der »Meteor«-Expedition als morphologische Grundlage zu dienen. Sie versucht, unter Berücksichtigung alles erreichbaren Lotmaterials eine Darstellung des Bodenreliefs zu geben, die unter Abschätzung der verschiedenen Wahrscheinlichkeitsgrade der Isobathen-Konstruktion beim heutigen Stand der Forschung als die wahrscheinlichste angesehen wird. Bei aller angewandten Vorsicht und trotz Berücksichtigung ozeanographischer und morphologischer Gesichtspunkte muß diese Darstellung naturgemäß in manchen Teilen noch hypothetisch bleiben; sie kann, abgesehen von den Großformen, das wahre Relief des Tiefseebodens, wie es in den Echolotprofilen erscheint, nur andeuten.

2. Die statistische Bearbeitung des Lotmaterials gibt einen Überblick über den heutigen Stand der Erforschung des Reliefs des Meeresbodens und durch Vergleich mit einer entsprechenden Bearbeitung älteren Materials eine Vorstellung von den in den letzten 23 Jahren erzielten Fortschritten. Die kartographische Darstellung der unbeloteten Eingradfelder läßt die ausgedehnten Gebiete klar hervortreten, in denen die weitere Erforschung der Tiefsee vornehmlich einzusetzen hat.

3. Der atlantische Tiefseeboden weist eine ausgesprochene Becken-Schwellen-Struktur auf; gegenüber dem ersten Versuch eines der Bearbeiter ist der Verlauf der zum Teil bestätigten, zum Teil neu festgelegten Querswellen verfeinert, so daß auf dieser Grundlage eine etwas erweiterte Gliederung des atlantischen Tiefseebodens gegeben werden kann.

4. Der Verlauf des zentralen Gebirgswalles des Atlantischen Rückens, seine Vorhöhen und seine Gipfelflur werden im einzelnen genauer festgelegt. Die morphologische und ozeanographische Bedeutung der Querswellen wird gewürdigt.

5. Die Tiefseebecken sind nicht, wie bisher angenommen, durch gewaltig ausgedehnte Ebenheiten gekennzeichnet; sie weisen selbst in den zentralen Depressionen in der Regel eine merkliche Bodenunruhe auf. Die Tiefen von mehr als 6000 m nehmen nicht die großen Flächen ein, die man ihnen auf den bisherigen Darstellungen einräumte.

6. Das über die beiden Tiefseegräben und diese Romanche-Rinne vorliegende Lotmaterial wird diskutiert.

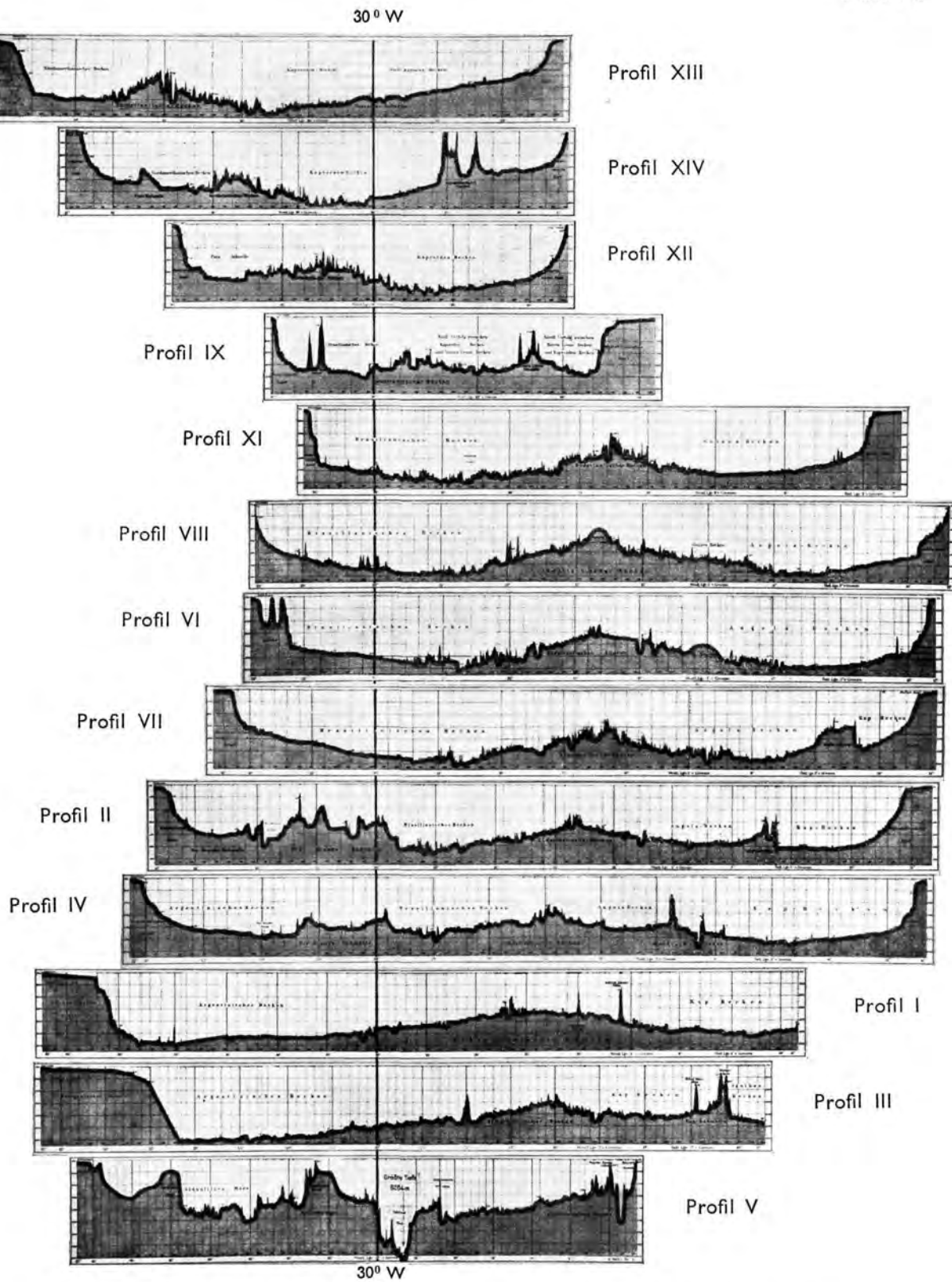


Abb. 1. Die morphologischen Profile (Echolot-Profile) des »Meteor« durch den Südatlantischen Ozean, auf den 30. Grad Westl. Länge ausgerichtet. Überhöhung 1:100

Vgl. die Lageskizze Abb. 1, S. 3

Tafel 2

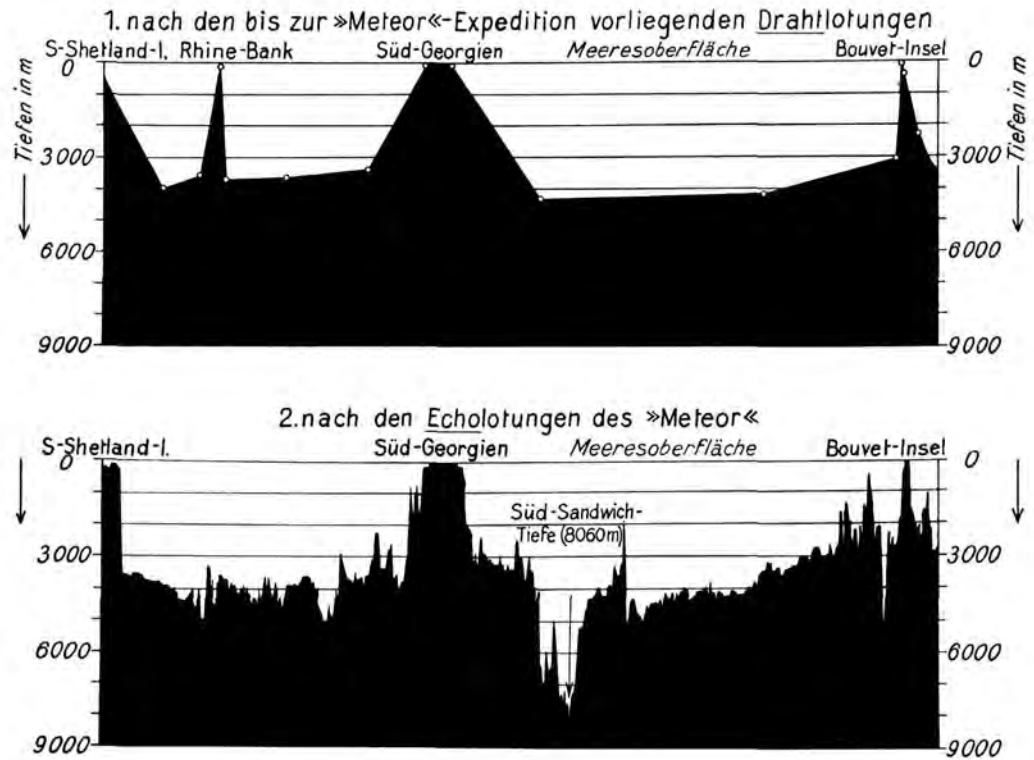


Abb. 2. Profil des Meeresbodens zwischen den Südshetland-Inseln und der Bouvet-Insel in alter und neuer Auffassung. Überhöhung ca. 1:200. Unreduzierte Echolotungen
Die Gegenüberstellung zeigt eindrucklich den gewaltigen Fortschritt, der in der Erforschung der Meerestiefen durch die umwälzende Einführung des Echolotes erzielt worden ist. (Aus dem »Meteor«-Zimmer im Museum für Meereskunde, Berlin)

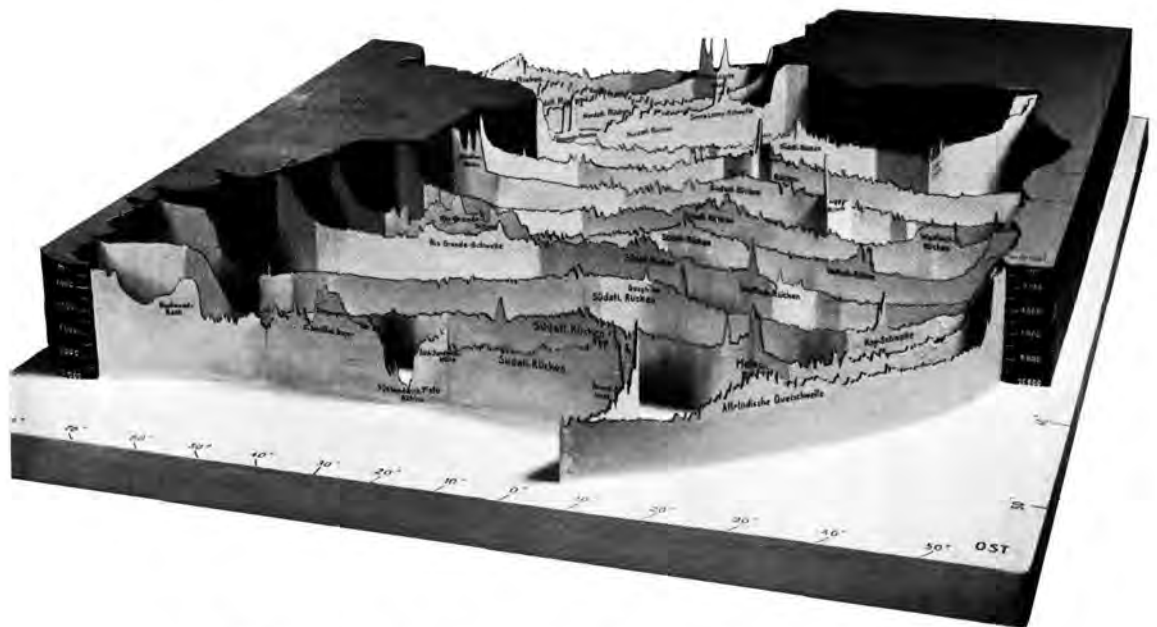


Abb. 3. Blockdiagramm des Südatlantischen Ozeans in 100facher Überhöhung auf Grund der Echolotprofile des »Meteor«
Die Anordnung der ausgesägten Echolotprofile nach ihrer räumlichen Lage zwischen den Kontinenten Südamerika und Afrika gibt ein anschauliches Bild über die Ausdehnung des Südatlantischen, des Walfisch-Rückens, der Schwellen und Becken. (Photographie nach einem Modell im »Meteor«-Zimmer des Museums für Meereskunde, Berlin)