

*TORBJÖRN GAARDER*

---

DIE SAUERSTOFFVERHÄLTNISSE  
IM ÖSTLICHEN TEIL DES NORD-  
ATLANTISCHEN OZEANS

MIT 20 FIGUREN

## INHALT

	Seite
I. Einleitung .....	3
II. Diskussion .....	6
Die vertikale Ausbreitung des Sauerstoffes .....	6
Die horizontale Ausbreitung des Sauerstoffes .....	40
III. Allgemeine Betrachtungen .....	50
IV. Literatur .....	62
V. Tabellen .....	63

## DIE SAUERSTOFFVERHÄLTNISSE IM ÖSTLICHEN TEIL DES NORD-ATLANTISCHEN OZEANS

VON TORBJÖRN GAARDER

(Manuskript am 10. October 1925 von der Geophysikalischen Kommission empfangen.)

### I. Einleitung.

Das in der vorliegenden Abhandlung besprochene und die Sauerstoffverhältnisse im nordöstlichen Teil des Atlantischen Ozeans betreffende Material wurde in den Sommern der Jahre 1913 und 1914 auf den Forschungsreisen des M/K »Armauer Hansen« gesammelt.

Im Juli 1913 wurden Beobachtungen vorgenommen westlich von Schottland und Irland, zwischen dem  $54^{\circ}$  und  $60^{\circ}$  n. Br. und dem  $8^{\circ}$  und  $31^{\circ}$  w. L., wobei die Lage der Beobachtungsorte aus der Karte Fig. 1, S. 5 hervorgeht. Der Fahrkurs der »Armauer Hansen« ist hier durch die Schnitte VII und VIII bezeichnet. Es wurden hierbei auf 19 Stationen aus verschiedenen Tiefen 196 Meerwasserproben für Sauerstoffanalyse von den Herren Prof. B. Helland-Hansen und B. I. Birkeland entnommen. Die Analysen wurden von B. I. Birkeland und dem Verfasser ausgeführt.

Im Juni—Juli 1914 wurde das Gebiet durchforscht, welches sich zwischen Rockall im Norden und Madeira im Süden, d. h. zwischen  $57^{\circ}$  und  $33^{\circ}$  n. Br., und westwärts gegen die Nordatlantische Schwelle d. h. bis zu ca.  $26^{\circ}$  w. L. erstreckt. Es wurden 70 Stationen gemacht und im ganzen 830 Wasserproben für Sauerstoffanalyse entnommen, wobei die Analysen an Bord der »Armauer Hansen« von Herrn B. I. Birkeland und dem Verfasser ausgeführt wurden. Der Kurs der Fahrt 1914 ist auf der Karte Fig. 1 in den Schnitten I—VI angegeben.

Der Sauerstoffgehalt des Meerwassers wurde vermittle der Methode von Winkler bestimmt. Diese Methode wird jetzt für gewöhnlich bei Meerwasseruntersuchungen angewandt und ist von mehreren Forschern beschrieben worden (z. B. Bjerrum 1904, Gaarder 1916, Palitzsch 1912). Zur Einsammlung der Wasserproben wurde Nansen's Kippwasserschöpfer benutzt, welcher einen Kranverschluß hatte und mit zwei Kippthermometern von Richter versehen war. Die Wasserproben für Sauerstoffanalyse wurden in üblicher Weise gesammelt unter Benutzung von 200—220 cc. Glasflaschen mit zugeschliffenen Glaspropfen. Sofort nach Füllung einer Flasche wurden die nötigen Reagenzien zugesetzt, worauf Titrierung im Laufe der folgenden 2—3 Tage erfolgte.

Die hydrographischen Stationen sind mit ihren Längen und Breiten in den Tabellen 1 und 2, S. 64—72 angegeben und man ersieht ihre Lage im nordöstlichen Atlantischen Ozean aus der Übersichtskarte Fig. 1, S. 5. Die hier in verschiedenen Tiefen festgestellten Sauerstoffmengen sind in Tab. 1—2 als cc. Sauerstoff von  $0^{\circ}$  C. und 760 mm. Druck pro 1000 cc. Meerwasser zu finden. Die entsprechenden Sauerstoffprozente sind berechnet vermittle der Tabelle von Chas. J. J. Fox (Publ. de Circonstance No. 41, Conseil Permanent

International pour l'Exploration de la Mer. Copenhague 1907) und sind in Tab. 1—2 angeführt.

Sowohl während der Untersuchungsfahrt im Jahre 1913, als auch der des Jahres 1914, wurden die Wasserproben hauptsächlich aus den Schichten zwischen der Oberfläche bis in die Tiefe von 2000 M. entnommen. Aus dem Jahre 1913 liegen nur 3 (St. 6 und 14 a) und aus dem Jahre 1914 26 Bestimmungen (St. 6, 9, 49, 50, 57, 58, 61, 62, 64, 65, 66, 67) aus größeren Tiefen als 2000 M. vor.

Das gesammelte Material dient somit fast ausschließlich zur Klarlegung der Ventilationsverhältnisse zwischen der Oberfläche und der Tiefe von 2000 M. des nordöstlichen Teils des Atlantischen Ozeans.

Auf der Übersichtskarte Fig. 1, S. 5 sind die Tiefenkurven für 200, 1000, 2000 und 3000 M. des untersuchten Meeresgebietes eingezeichnet. Der westwärts gehende Schnitt des Jahres 1913 umfaßt die Stationen 1—10 und ist auf der Karte mit der römischen Zahl VII bezeichnet. Der ostwärts gehende Schnitt desselben Jahres umfaßt die Stationen 10—19 und ist unter VIII angegeben. Die im Sommer 1914 unternommene Forschungsfahrt nahm ihren Ausgang im Englischen Kanal und es wurde ein Schnitt seewärts in der Richtung auf die Azoren und so weit wie bis  $17^{\circ} 46'$  w. L.,  $43^{\circ} 58'$  n. Br. (St. 15) gemacht. Der Schnitt umfaßt die Stationen 1—15 und ist in Fig. 1, S. 5 mit römisch I bezeichnet. Von der Station 15 wurde ein Schnitt in der Richtung nach Lissabon unternommen, der die Stationen 15—24 in sich einschließt und mit der römischen II angegeben ist. Von Lissabon wurde Kurs auf Madeira genommen und auf dieser Strecke liegen die Stationen 25—38 (Schnitt III). Von Madeira aus wurde ein Schnitt nach San Miguel (Azoren) ausgeführt (Schnitt IV, Fig. 1), der die Stationen 39—52 einschließt, und von den Azoren wurde Kurs nach Norden genommen, wobei dieser Schnitt (Schnitt V, Fig. 1) sich bis an die Rockall-Rinne erstreckt und die Stationen 53—62 umfaßt. Schließlich wurde zwischen  $56^{\circ}$  und  $57^{\circ}$  n. Br. ein Schnitt quer über die Rockall-Rinne gemacht und hier liegen die Stationen 63—70. (Fig. 1, Schnitt VI).

Es geht somit aus der Übersichtskarte Fig. 1 hervor, daß die vorgenommenen Untersuchungen einen recht guten Einblick in die Ventilationsverhältnisse des nordöstlichen Teils der Atlantik in einem Tiefenbereich bis zu 2000 M. geben können. Andererseits zeigt die Karte Fig. 1 mehrere relativ große Gebiete, in denen keine Untersuchungen vorgenommen worden sind: So z. B. in der Biscayabucht zwischen Schnitt I und der Küste, im Seegebiet östlich von Schnitt III, wo die Seine-Bank, Coral Patch und Dacia-Bank liegen, ferner im Gebiete, das von den Schnitten II, III, IV und V begrenzt wird, sowie endlich im Gebiete zwischen den Schnitten I und V, sowie V und VII.

Nun haben bereits frühere Expeditionen Untersuchungen der Sauerstoffverhältnisse des nordöstlichen Atlantischen Ozeans angestellt, jedoch haben sich diese hauptsächlich auf die Gebiete erstreckt, welche sich in der Nähe der Küsten Islands und Südwest-Europas befinden, und erst in den Jahren 1911—13 wurde der offene Ozean westwärts gegen die Atlantische Schwelle durchforscht (»Deutschland«, »Margrethe«, »Armauer Hansen«):

Im Meeresgebiet um Island herum und bis zum  $60^{\circ}$  n. Br. hinab haben die Dänen Untersuchungen angestellt. So untersuchte im Jahre 1896 die »Ingolf«-Expedition das Meerwasser südlich, westlich und östlich von Island (Martin Knudsen, The Danish »Ingolf«-Expedition, I Bd., Hydrography, Kopenhagen 1898), und in den Jahren 1903 und 1910 durchforschte das Untersuchungsschiff »Thor« die Gewässer über dem Island—Färöer Rücken (Bulletin du bureau du conseil, August 1903) und südlich von den Färöern (Bulletin Hydrographique 1909—1910).

Westlich von der britischen Inselgruppe, zwischen  $60^{\circ}$  und  $48^{\circ}$  n. Br., sind keine Untersuchungen vor dem Jahre 1913 angestellt worden. Die »Margrethe«-Expedition

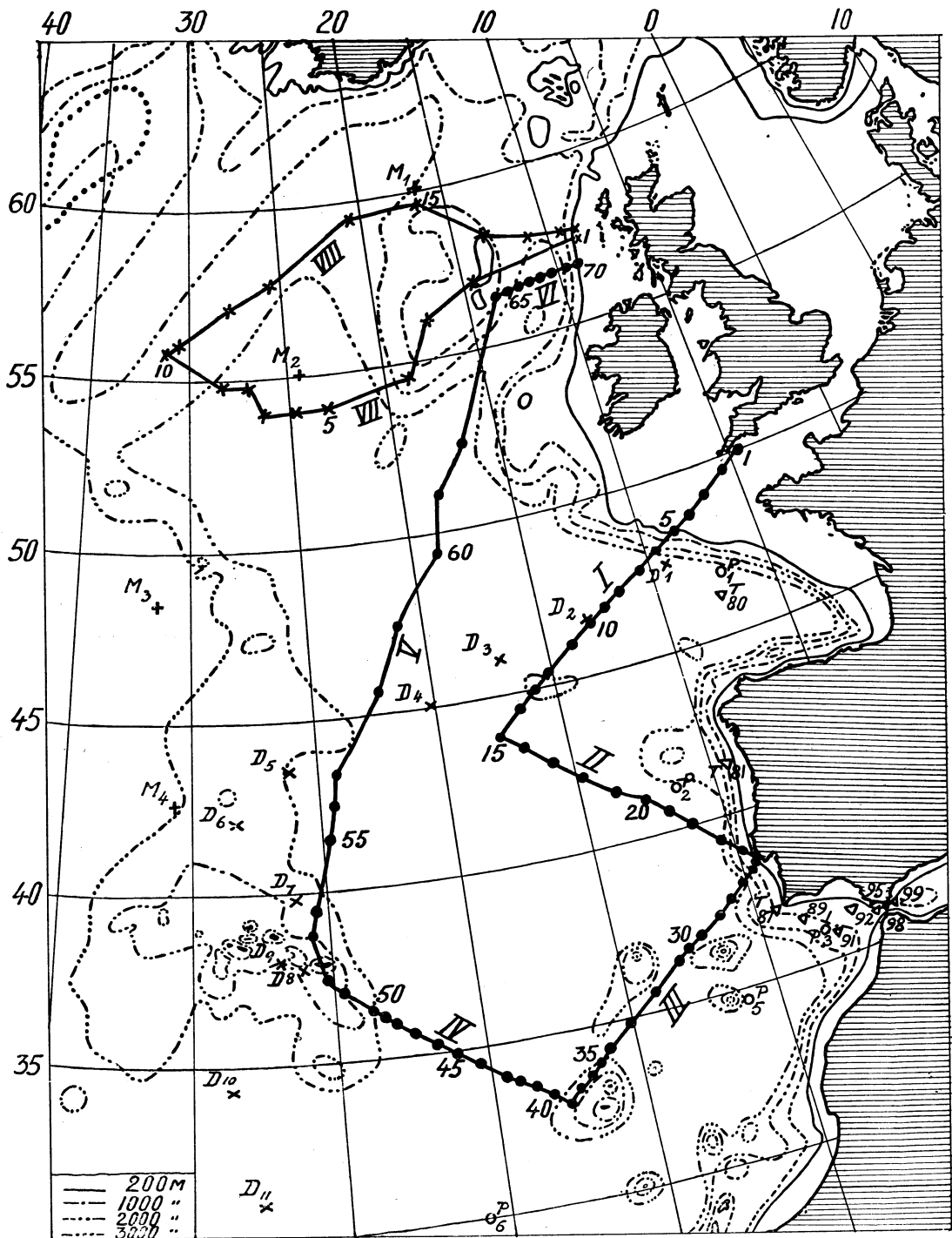


Fig. 1. Reiseweg des M/K »Armauer Hansen« im Atlantischen Ozean, 1913 und 1914.

\* Reiseweg und Lage der Stationen 1—19, Sommer 1913.

• Reiseweg und Lage der Stationen 1—70, Sommer 1914.

Die Linien der vertikalen Schnitte, die in den Figuren 4—11 reproduziert sind, sind auf der Karte mit den entsprechenden römischen Zahlen bezeichnet.

Auch die Stationen einiger früherer Expeditionen sind auf der Karte vermerkt:

○ = »Planet« (Deutschland) 1906. Stationen P<sub>1</sub>—P<sub>6</sub>.

▽ = »Thor« (Dänemark) 1910. Stationen T<sub>80</sub>—T<sub>99</sub>.

× = »Deutschland« (Deutschland) 1911—12. Stationen D<sub>1</sub>—D<sub>11</sub>.

+ = »Margrethe« (Dänemark) 1913. Stationen M<sub>1</sub>—M<sub>4</sub>.

1913 (Jacobsen, 1916) untersuchte hier die Sauerstoffverhältnisse auf zwei Stationen und es wurden hierbei im ganzen 25 Wasserproben zwecks Analysierung entnommen. Länger südlich, doch gleich auf der Westseite der Nordatlantischen Schwelle, welche den nördlichen Atlantischen Ozean in zwei Tiefenbassins teilt, wurden zwei weitere Stationen gemacht und im ganzen 24 Sauerstoffproben entnommen. (Siehe Fig. 1).

Das offene Gebiet des nordöstlichen Atlantischen Ozeans südlich des 48° n. Br. wurde in den Jahren 1911—12 von der »Deutschland«-Expedition (Brennecke 1921) erforscht. Der Kurs dieser Reise streckte sich von dem Englischen Kanal südwestwärts gegen die Azoren und von hier weiter südwärts zwischen dem 26° und 29° w. L. Zwischen dem Golf von Biscaya und ca. 31° n. Br. wurden an 11 Stationen im ganzen 98 Sauerstoffbestimmungen gemacht. (Vergl. Fig. 1).

Das Fahrwasser, gerechnet vom Englischen Kanal südwärts, längs der West-Küste Südeuropas und Nordafrikas, wurde bereits im Jahre 1906 von der »Planet«-Expedition (Brennecke 1909) untersucht. Auf fünf, zwischen dem Golf von Biscaya und den Kanarischen Inseln belegenen Stationen, wurde Material gesammelt (vergl. Fig. 1), und selbst wenn die hierbei analysierten Proben die Zahl 19 nicht überschritten bedeuteten diese dennoch zu jener Zeit einen schätzenswerten Beitrag zur Aufklärung der Ventilationsverhältnisse dieses Wassergebietes. Auch die »Thor«-Expedition ins Mittelmeer im Jahre 1910 (Jacobsen 1912) untersuchte die Sauerstoffverhältnisse längs der Westküste Europas und stellte zwischen dem Golf von Biscaya und der Straße von Gibraltar eine Reihe von Untersuchungen an, wobei im ganzen ca. 90 Sauerstoffproben gesammelt wurden. (Vergl. Fig. 1). Groß ist jedoch das Gebiet der nordöstlichen Atlantik, dessen Ventilationsverhältnisse noch nie studiert worden sind. Selbst wenn die Untersuchungen der »Armauer Hansen«-Expeditionen aus den Jahren 1913 und 1914 einen guten Schritt vorwärts bedeuten, steht doch noch ein gutes Stück Arbeit aus, ehe die Ventilationsverhältnisse dieses Gebietes in ihren Einzelheiten bekannt werden können. Unter dem nordöstlichen Atlantischen Ozean verstehen wir hier das Gebiet, welches sich zwischen dem Reykjanes-Rücken, Island und dem Island—Schottland-Rücken im Norden und dem 30° n. Br. im Süden befindet und im Westen von der Nordatlantischen Schwelle (ca. 30° w. L.) und im Osten von den Küsten West-Europas und Nordwest-Afrikas begrenzt wird.

## II. Diskussion.

### *Die vertikale Ausbreitung des Sauerstoffes.*

Der nachfolgenden Diskussion soll hier zuerst eine kurze Besprechung derjenigen Faktoren vorausgeschickt werden, welche einen Einfluß auf den im Meerwasser aufgelösten Sauerstoff haben können.

Diese können in drei Gruppen geteilt werden:

1) Die Faktoren, welche die Sauerstoffmenge vergrößern, 2) welche sie verringern und 3) welche auf die Verteilung des Sauerstoffes einwirken.

Zu der ersten Gruppe gehören: a. Die Absorbierung des Sauerstoffes aus der Luftatmosphäre, welche an der Oberfläche des Meerwassers stattfindet. b. Die Zufuhr von Sauerstoff durch Regen- und Flußwasser. c. Die von den Meerespflanzen während ihrer Kohlensäureassimilierung verursachte Ausscheidung von Sauerstoff. Die Zufuhr von Sauerstoff geschieht somit aus zwei Hauptquellen: der Atmosphäre und der photosynthetischen Tätigkeit der Meerespflanzen. Die Meerespflanzen sind fast ausschließlich in der Schicht der obersten 100 M. zu finden und das Meerwasser bekommt folglich seinen Sauerstoff aus den Wassermengen, die sich oberhalb von 100 M. Tiefe befinden. Von hier muß

der Sauerstoff in die tieferen Regionen transportiert werden und dieses geschieht durch die Meeresströmungen.

Zu der zweiten Gruppe gehören: Die Respiration aller Meeresorganismen und die Oxydierung verschiedener Stoffe, welche entweder sinken, schweben oder im Meereswasser aufgelöst vorkommen. Der Sauerstoffverbrauch geht somit in allen Tiefen vor sich, jedoch ist die Intensität des Verbrauches von einer Reihe Faktoren abhängig. Nur in der obersten 100-Meterschicht kann eine Zunahme der Sauerstoffmenge des Meerwassers über die Menge hinaus erwartet werden, die das Meerwasser an der Oberfläche absorbiert hat. Unterhalb dieser Schicht wird für gewöhnlich nur ein Verbrauch von Sauerstoff stattfinden können. Als *annäherndes* Maß dieses Verbrauches wird bekanntlich der sogenannte potentielle Sättigungsgrad-Prozentsatz des Sauerstoffs oder kurz, das *Sauerstoffprozent* benutzt. Dieses drückt aus, ein wie großer Prozentsatz der Sauerstoffmenge vorhanden ist, die in der betreffenden Wassermasse vorkommen könnte, wenn letztere — bei der Temperatur und dem Salzgehalt, welches die Wassermasse in der entsprechenden Tiefe besitzt — sich mit atmosphärischer Luft von 760 mm. Druck hätte sättigen können.

Die Größe des Sauerstoffprozentos einer Meerwasserprobe wird somit zu einem bestimmten Zeitpunkte u. a. davon abhängen wie schnell der aufgelöste Sauerstoff von Organismen und zur Oxydierung verschiedener Stoffe der Wassermasse verbraucht wird. Das Sauerstoffprozent könnte uns deshalb als annähernder Gradmesser der Zeit dienen, welche verstrichen ist seit die betreffende Wassermenge sich an der Oberfläche oder in deren unmittelbarer Nähe befunden hat, wenn wir den Sauerstoffverbrauch pro Zeiteinheit kennen würden. Dieser ist uns aber unbekannt und eine Reihe von Faktoren verhindert es, daß wir diesen Sauerstoffverbrauch pro Zeiteinheit auch nur annähernd genau bestimmen können. Wir wissen z. B. nichts von der Sauerstoffmenge, die die Wassermasse enthielt als sie die Oberfläche verließ, ebenso wenig von der Sauerstoffvermehrung aus der Periode während welcher das Wasser sich in der Kohlensäureassimilationszone des Phytoplanktons befand und auch nichts von dem Sauerstoffverbrauch zu derselben Zeit. Hierzu kommen noch die Einflüsse solcher Faktoren wie z. B. Mischung und Diffusion.

Trotz mangelnder Bekanntschaft mit den Einflüssen aller dieser Faktoren hat man dennoch das in der Wassermasse festgestellte Sauerstoffprozent als Mittel zu der Bestimmung des »Ventilationsalters« benutzt, d. h. man schließt aus dem Prozentwert ob kürzere oder längere Zeit seit dem Moment verstrichen ist, da die Wassermasse sich an der Oberfläche befand. Auf Grund dessen nimmt man an Schlüsse über die Bewegung der Wassermassen ziehen zu können und dieses gilt speziell den Wassermassen der Tiefe unterhalb des Lebensbereiches der Pflanzenorganismen, also tiefer als ca. 100 M.

In den Wasserschichten oberhalb 100 M. Tiefe werden die Sauerstoffverhältnisse in erster Linie auf Grund der wechselnden Intensität der Einwirkung der Pflanzenorganismen und auf Grund der meteorologischen Zustände im Laufe verhältnismäßig kurzer Zeit bedeutenden Veränderungen unterworfen sein. Dieses macht es so gut wie unmöglich das zu einem bestimmten Zeitpunkt aufgewiesene Sauerstoffprozent als Grundlage für allgemeine Folgerungen anzuwenden.

In den Wasserschichten unterhalb ca. 100 M. Tiefe werden die Zustände bedeutend stabiler, indem der Sauerstoff hier unten bei weitem nicht so großen Wechsel unterliegt. Wenn man von den Veränderungen absieht, welche durch Vermengung und Diffusion — also durch rein physische Veränderungen — zustandekommen, wird der Sauerstoff in der Regel nur einen Verbrauch durch Respiration und Oxydierung ausgesetzt sein. Dieser Sauerstoffverbrauch scheint ziemlich regelmäßig und mit einigermaßen gleichmäßiger Intensität vorsichzugehen, da die Meeresgebiete, welche mit einem Zwischenraum von einigen Jahren in ihren tieferen Schichten untersucht worden sind, ziemlich konstante

Sauerstoffverhältnisse aufzuweisen scheinen, wenn nur die Stromverhältnisse nicht allzu wechselnd sind (siehe z. B. S. 14 und 18). In gleicher Weise scheinen die Wassermassen, die in der Tiefe längere Zeit hindurch von der Teilnahme an der Zirkulation ausgeschlossen gewesen sind (z. B. in den norwegischen Fjorden, die durch eine Schwelle vom Meere fast völlig abgegrenzt sind) zu beweisen, daß der aufgelöste Sauerstoff während dieser Zeit mit einer verhältnismäßig konstanten Intensität verbraucht wird (Gaarder 1915—16).

Die in der Tiefe festgestellten Sauerstoffprocente müssen deswegen Aufschlüsse geben können über die Bewegungsvorgänge in diesen Regionen. Je längere Zeit verstrichen ist, seit eine Wassermasse in die Tiefe sank desto mehr Sauerstoff muß verbraucht worden sein, d. h. um so niedriger muß das Sauerstoffprozent sein. Es ist daher von Bedeutung zu wissen, ob der Sauerstoffverbrauch in allen verschiedenen größeren Tiefen und in den verschiedenen Wassermassen, die sich hier vorfinden, mit derselben Intensität vorsichgeht. Hiervon wissen wir noch gar nichts. Jacobsen (1916, S. 10) nimmt an, daß der Sauerstoffverbrauch pro Zeiteinheit ungefähr derselbe ist, sei es daß das Tiefwasser sich in den Tropen oder in den temperierten Meeresbezirken befindet. Selbst wenn diese Annahme sich in Zukunft unhaltbar erweisen sollte, so spricht doch viel dafür (u. a. die Temperatur- und Salzgehaltverhältnisse in größeren Tiefen), daß die Verbrauchsintensitäten in den größeren Tiefen der verschiedenen Meeresbezirke kaum viel von einander abweichen. Infolgedessen sollten die vorgefundenen Sauerstoffprocente dazu dienen können, die Wassermassen in der Tiefe zu charakterisieren, wobei wir von der Voraussetzung ausgehen, daß je niedriger das Sauerstoffprozent ist, desto längere Zeit verstrichen sein muß, seit die betreffende Wassermasse in die Tiefe sank. Wenn daher beispielsweise Tiefwassermassen von verschiedenem Ventilationsalter an einander grenzen, einander treffen und einen Wirbel bilden oder aneinander vorüberströmen, muß dieses sich in den Ventilationsverhältnissen auf die Weise kundtun, daß das Sauerstoffprozent in einem solchen Bezirk einen relativ großen Gradient aufweist.

Hiermit sind wir bei der dritten Gruppe angelangt: Den Faktoren, welche einen Einfluß auf die Verteilung des Sauerstoffes ausüben, und von diesen sind die Meeresströmungen die wichtigsten. Wind, Druckverhältnisse im Seewasser und die Rotation der Erdkugel bewirken eine ständige Zirkulation der Wassermassen. Für die Ausbreitung des Sauerstoffes in die Tiefe sind speziell diejenigen Strömungen von Bedeutung, die ein größeres oder kleineres vertikales Bewegungskomponent haben. Der Sauerstoff wird diesen Regionen vermittels der Vertikalzirkulation oder der Konvektionsströmungen zugeführt. Das Charakteristische für die Vertikalzirkulation besteht darin, daß die Wassermassen der obersten Schichten eine größere Dichte annehmen und infolgedessen in die Tiefe sinken. Da die Dichte von der Temperatur und dem Salzgehalt des Wassers bedingt wird, können sowohl Abkühlung als auch Verdampfung des Wassers eine Vertikalzirkulation hervorrufen; daher ist der Stärkegrad der Vertikalzirkulation in den verschiedenen Meeresgebieten unter dem Einflusse der örtlichen hydrographischen und meteorologischen Verhältnisse sehr verschieden. So erreicht die Vertikalzirkulation z. B. in den Fjorden West-Norwegens eine Tiefe von ca. 40 M., dagegen in der Nordatlantik westlich von Irland ca. 600—800 M. und sie bewirkt südlich und südöstlich von Grönland die Bildung des Tief- oder Bodenwassers der Nord-Atlantik (Nansen 1912).

Somit sind die wichtigsten Faktoren, welche auf die Ventilationsverhältnisse eines Meeresgebietes einwirken: die örtliche Vertikalzirkulation und der mehr oder weniger horizontal verlaufende Austausch von Wassermassen mit den angrenzenden Meeresgebieten. Aus diesem Grunde kann ein Meeresgebiet, das eine Vertikalzirkulation von großer Mächtigkeit aufweist, als »Sauerstoffventil« nicht allein für sein eigenes Tief- und Bodenwasser dienen, sondern auch für das anderer Bezirke, wo die Vertikalzirkulation wenig ausgeprägt ist, wenn bloß hier das Tiefwasser Gelegenheit hat heranzuströmen. Deshalb



sollte man in der Regel die besten Ventilationsverhältnisse bei dem Tiefwasser derjenigen Meeresgebiete finden können, wo die Vertikalzirkulation die Bildung von Tief- oder Bodenwasser hervorruft und die schlechtesten Ventilationsverhältnisse dort, wo die Vertikalzirkulation schwach ausgeprägt, d. h. nur auf die obersten Schichten begrenzt ist, und wo außerdem die Lage eine solche ist, daß das Gebiet erst nach verhältnismäßig langer Zeit und relativ langsam von dem Wasser erreicht wird, welches ihm in der Tiefe aus einem »Sauerstoffventil«-Gebiet zuströmt.

Ob es gelingen wird mit Hilfe der Erforschung der Ventilationsverhältnisse (d. h. mittels des Sauerstoffprozentes) Schlüsse zu ziehen über den Weg, den die Wassermassen einschlagen, d. h. die Meeresströmungen aufzuspüren, hängt gänzlich davon ab, ob das gesammelte Sauerstoffmaterial umfangreich genug ist und von so nahe beieinander liegenden Stationen herrührt, daß es ein ganz richtiges und vollständiges Bild der Ventilationsverhältnisse des untersuchten Meeresgebietes geben kann.

### Schnitt I.

Schnitt I gibt die Sauerstoffverhältnisse an, die auf den Stationen 1—15 vorgefunden wurden, als »Armauer Hansen« im Juni 1914 die Untersuchungen vom Englischen Kanal aus begann. Die Richtung und Lage des Schnittes geht aus der Karte in Fig. 1, S. 5 hervor und die auf den Stationen 1—15 entdeckten Sauerstoffwerte sind auf der Tabelle 2, S. 66 angegeben. Die graphische Darstellung findet man in Schnitt I a und b (Fig. 2, S. 11).

Die Stationen 2—5 liegen oberhalb der Kontinentalstufe und zeigen die Verhältnisse in einem verhältnismäßig flachen Wasser. Der Boden senkt sich hier recht gleichmäßig von ca. 80 M. auf St. 1 bis zu 170 M. auf St. 5. Diese letztere liegt dicht an dem Kontinental-Abhang. Aus dem Schnitt I b sieht man, daß das Wasser hier ausgezeichnet ventiliert ist. Solches war auch zu erwarten, da sowohl die Vertikalzirkulation als auch das Phytoplankton in diesen Tiefen ihren Einfluß geltend machen. Das Wasser ist hier an der Oberfläche und weiter abwärts reich an Sauerstoff (0/0-Wert  $\geq 100$ ). Die 100 0/0-Kurve geht von ca. 30 M. Tiefe auf St. 5 allmählich in größere Tiefen über, je mehr wir uns über die Kontinental-Stufe der Küste nähern und liegt am tiefsten auf St. 2 (ca. 80 M.). Auf keiner der Stationen sinkt der 0/0-Wert unter 93 und dieser Wert wurde hauptsächlich nur in der Nähe des Meeresbodens vorgefunden.

Zwischen St. 5 und 6 fällt der Boden sehr steil gegen die Tiefe ab. St. 6 befindet sich über tiefem Wasser (2620 M.) und dasselbe betrifft die Stationen 7—15.

Wir wollen uns im Folgenden nicht in Einzelheiten verlieren (diese können am Schnitt und an den Tabellen studiert werden), sondern uns nur an das Wesentliche der Ventilationsverhältnisse halten, das aus der graphischen Darstellung des Schnittes I (Fig. 2, S. 11) hervorgeht.

Der Schnitt I zeigt, daß es für die Verhältnisse zwischen der Oberfläche und 2000 M. Tiefe sehr charakteristisch ist, daß sich zwischen ca. 700 und 1200 M. Tiefe ein mächtiges intermediäres Minimum-Gebiet befindet. Dieses ermöglicht die untersuchten Tiefen auch aus praktischen Gründen in drei Vertikalgebiete zu teilen, wodurch die Übersicht erleichtert wird:

Das oberste Gebiet, zwischen der Oberfläche und ca. 700 M. Tiefe,

Das intermediäre Gebiet, zwischen ca. 700 und 1200 M. Tiefe,

Das untere Gebiet, zwischen ca. 1200 und 2000 M. Tiefe.

Das oberste Gebiet: Da die Untersuchungen im Frühsommer vorgenommen wurden, muß man erwarten vorzufinden, daß die Vertikalzirkulation des vorhergegangenen Winters die Sauerstoffverhältnisse beeinflußt hat. Mehrere Forscher haben gezeigt, daß die Vertikalzirkulation im nördlichen Atlantischen Ozean große Tiefen erreicht. So hat

Nansen (1913, S. 15) gefunden, daß diese z. B. westlich von Irland bis in die Tiefe von 600—800 M. dringt. Daher müssen wir darauf vorbereitet sein, daß die Verhältnisse in den entsprechenden Tiefen längs Schnitt I in größerem oder geringerem Grad von der Vertikalzirkulation beeinflusst sind. In Anbetracht dessen, daß die Untersuchungen im Frühsommer stattfanden, werden besonders in den Schichten zwischen der Oberfläche und ca. 100 M. bedeutende Veränderungen vorgegangen sein. Dagegen kann man erwarten, daß von unterhalb ca. 100 M. bis ca. 600—800 M. gut ventiliertes Wasser und verhältnismäßig gleichartige Ventilationsverhältnisse vorhanden sind. Schnitt I b zeigt, daß dieses eben der Fall ist. In der Tiefe von 100 M. ist der ‰-Wert annähernd ca. 95 und er verringert sich bis ca. 80 wenn wir auf 600 M. Tiefe hinabkommen.

Von der Oberfläche bis ca. 50 M. Tiefe ist der ‰-Wert 100 oder darüber (Maximum 110,5 in der Tiefe von 10 M. auf St. 12), was hauptsächlich dem Phytoplankton und der Erwärmung des Wasser durch die Sonnenstrahlen zugeschrieben werden muß. Der vertikale ‰-Wertgradient ist verhältnismäßig groß zwischen 50 und 100 M Tiefe und dieses Verhältnis stimmt gut zu der vertikalen Ausbreitung des Phytoplanktons in der Nordatlantik. Die Erscheinungsmenge ist nämlich in der Tiefe von 75—100 M. bzw. bloß  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{5}$  so groß als in einer Tiefe von 50 M. (H. H. Gran, in Murray, Sir John and Hjort, Johan: The Depths of the Ocean. London 1912).

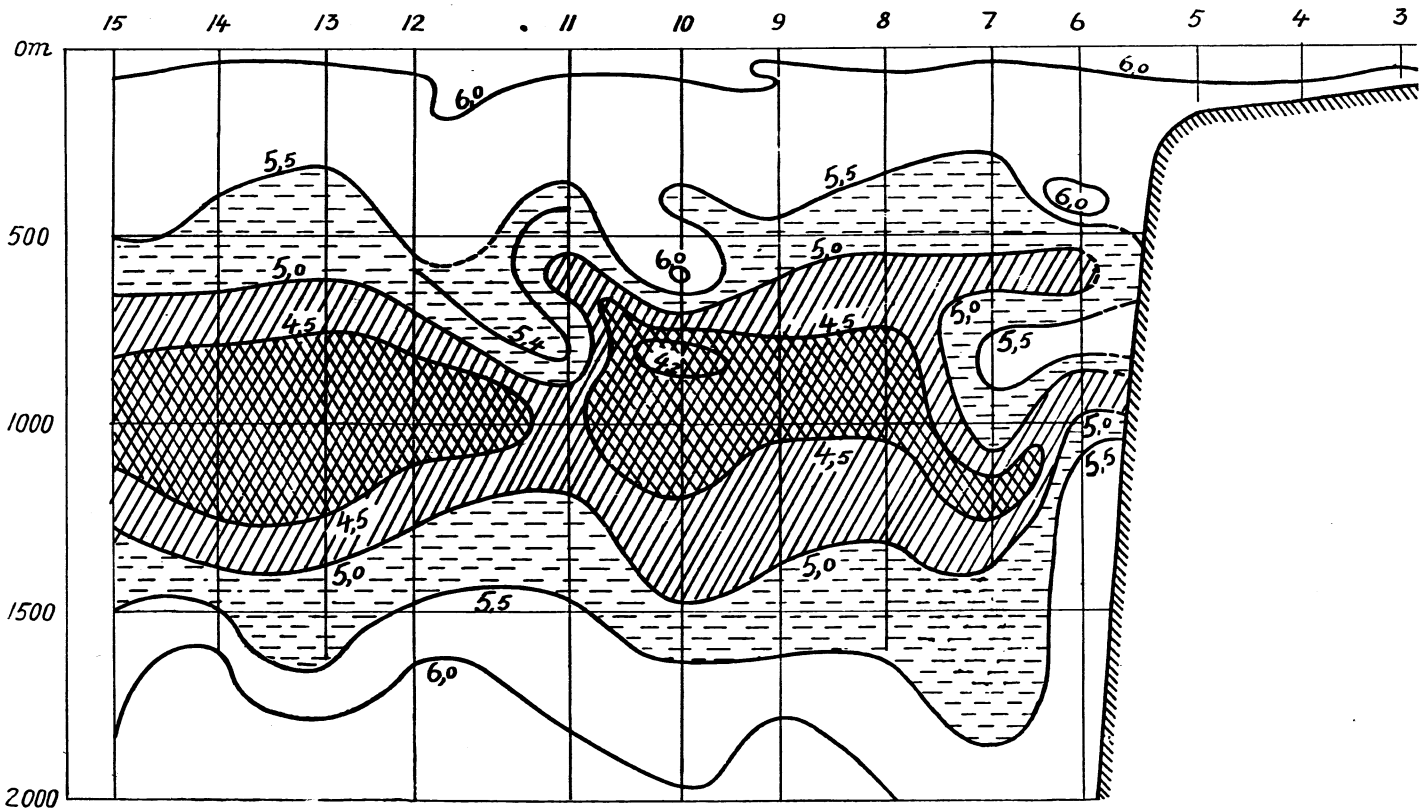
Auch in der Tiefe von ca. 600—800 M. ist der vertikale ‰-Wertgradient verhältnismäßig groß. Eine Erklärung dessen finden wir wohl, wenn wir den Einfluß der Vertikalzirkulation berücksichtigen: In dem Meeresgebiet des Schnittes I findet vermittels Vertikalzirkulation eine jährliche Lüftung und Sauerstoffzufuhr in den Schichten statt, die oberhalb ca. 600 M. Tiefe liegen. Die tiefer liegenden Wassermassen (unterhalb ca. 600—700 M.) sind von einer solchen Sauerstoffzufuhr ausgeschlossen.

Das intermediäre Gebiet: Schon im Jahre 1906 entdeckte die »Planet«-Expedition, daß außerhalb des Golfs von Biscaya sich in einer Tiefe von ca. 800 M. eine intermediäre Minimumschicht befindet.

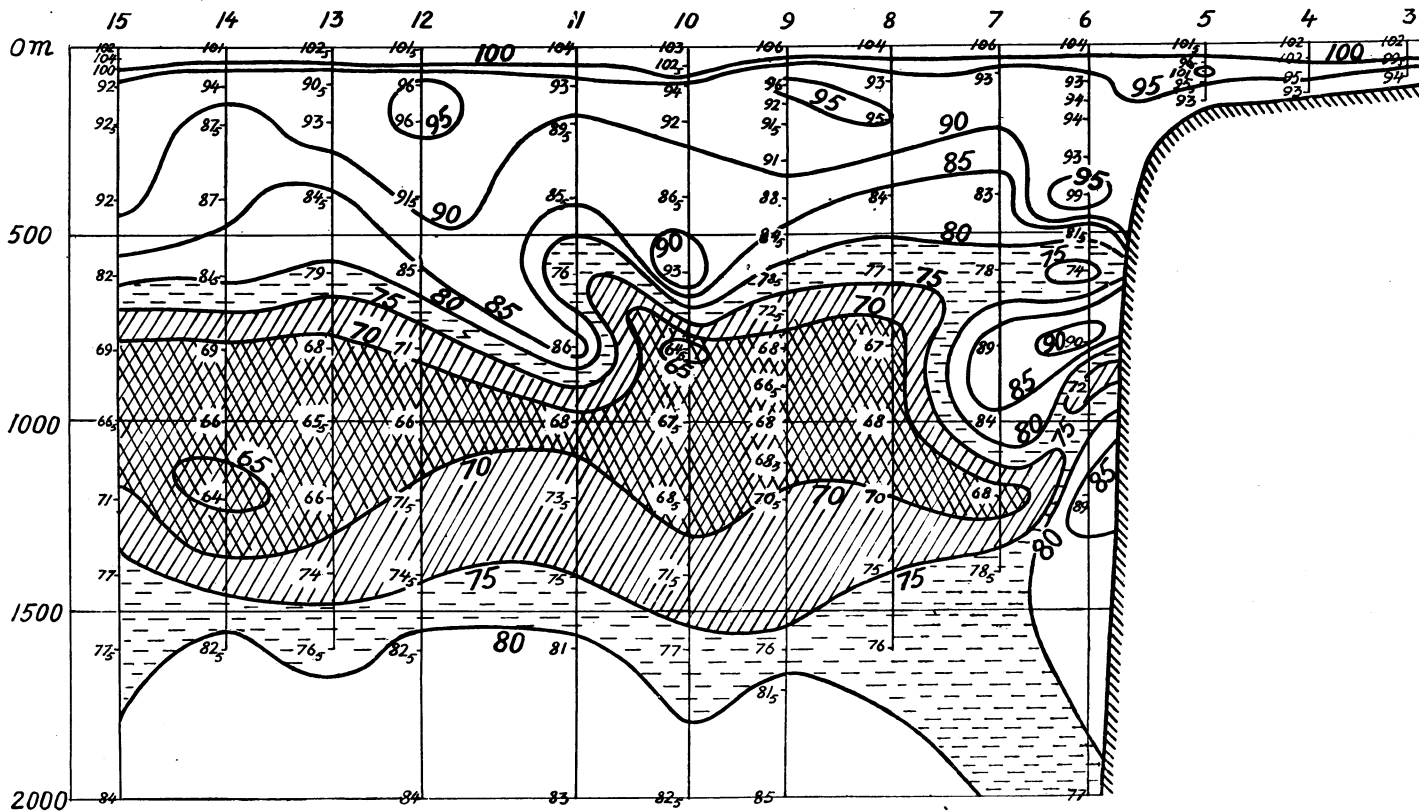
Im Jahre 1910 stationierte die »Thor«-Expedition ungefähr auf derselben Stelle wie »Planet« und wies eine ausgeprägte Minimumschicht in 800—1200 M. Tiefe nach. Dasselbe konstatierte die »Deutschland«-Expedition 1911—12 ein Stück außerhalb des Golfs von Biscaya. Die Zustände längs Schnitt I bestätigen noch mehr die Gegenwart dieser intermediären Schicht: Längs des ganzen Schnittes läßt sich eine mächtige und ausgeprägte Minimumschicht zwischen ca. 800 und 1200 M. Tiefe nachweisen, wo die Verhältnisse ziemlich gleichartig sind, indem der ‰-Wert für gewöhnlich zwischen 66 und 68 schwankt. Der Verlauf der 70 ‰ Kurve im Schnitt I b gibt uns daher ein gutes Bild von der Lage und dem Umfang der Schicht.

Die Wassermassen in der Tiefe von 800—1200 M. müssen während eines längeren Zeitraumes in der Tiefe zirkuliert haben, da die ‰-Werte derart gering sind. Die hier vorhandenen Verhältnisse können kaum in fühlbarem Grad von der örtlichen Vertikalzirkulation beeinflusst sein.

Das untere Gebiet: Angefangen von ca. 1200 M. Tiefe beginnen die ‰-Werte über 70 hinaus zu steigen. So halten diese sich in der Tiefe von 1200—1400 M. für gewöhnlich zwischen 70 und 75, auf 1400—1600 M. zwischen 75 und 80. Auf den meisten Stationen nimmt der ‰-Wert immer mehr zu, je tiefer man kommt und erreicht überall, mit Ausnahme von St. 6, den ‰-Wert 83—85 in einer Tiefe von 2000 M. Größere Tiefen als 2000 M. wurden nur auf St. 6 und St. 9 untersucht. Es geht aus den sowohl hier als auch längs der anderen Schnitte, die später besprochen werden sollen, angestellten Untersuchungen hervor, daß angefangen von ca. 1600 M. und tiefer, bis weit unter 2000 M. eine intermediäre Maximumschicht mit ‰-Werten von 80—85 vorkommt (siehe Tab. 2). Dies sind in kurzen Zügen die Verhältnisse, welche längs Schnitt I nachgewiesen worden



Schnitt I a.



Schnitt I b.

Fig. 2. Die Verteilung des Sauerstoffs im vertikalen Schnitt I.  
 Schnitt I a. Die Verteilung des Sauerstoffgehalts, in cc. pro Liter Meerwasser.  
 Schnitt I b. Die Verteilung des Sauerstoffprozents.

Die horizontale Skala des Schnittes ist 1: 6 000 000  
 Die vertikale » » » » 1: 20 000.

sind. Hierbei haben wir jedoch die bedeutenden und interessanten Abweichungen die auf einzelnen Stationen vorkommen außerachtgelassen, doch soll auf diese im Folgenden etwas näher eingegangen werden.

Selbst wenn wir davon ausgehen könnten, daß die auf die Sauerstoffverhältnisse eines begrenzten Meeresgebiets einwirkenden Faktoren in den gleichen Tiefen überall mit einigermaßen gleicher Kraft eingewirkt haben und einwirken, so daß man erwarten könnte in horizontaler Richtung überall gleichartige Sauerstoffverhältnisse vorzufinden, würden eventuelle Veränderungen im Bewegungszustand der Wassermassen dennoch eine Verschiedenheit der Verhältnisse auch in horizontaler Richtung bewirken: Eine Wassermasse, deren Ventilation durchweg gleichartig ist, wird eine sehr verschiedene horizontale Ausbreitung und vertikale Mächtigkeit aufweisen, je nachdem, ob sie mit größerer oder kleinerer Schnelligkeit dahin strömt. Genau dasselbe wird dort der Fall sein, wo es zur Bildung von Wirbeln kommt: Zyklonische Strömungen um ein sinkendes Zentrum werden z. B. bewirken, daß die Wassermengen in die Tiefe gepreßt werden, und zyklonische Strömungen um ein steigendes Zentrum werden die Wassermengen aus der Tiefe gegen die Oberfläche treiben (siehe z. B. Sandström 1918). Man muß erwarten, daß in solchen Wirbelbezirken die horizontale und vertikale Verteilung der  $\text{O}_2$ -Werte eine ganz andere ist, als in den angrenzenden Bezirken, wo die Strömungen entweder nur in ganz schwachem Maße vorkommen oder wo sie eine mehr oder weniger starke gleichmäßig fortschreitende Bewegung haben.

Wo nahe beieinanderliegende Wasserschichten eine sehr verschiedene Schnelligkeit ihrer Bewegungen aufweisen (z. B. wie es gewöhnlich außerhalb einem Abhang der Fall zu sein pflegt) werden die Wasserschichten im Verhältnis zueinander vertikal in größerem oder geringerem Grade verschoben werden und allmählich, unter dem Einfluß der Schnelligkeitsveränderung während der Strombewegung, wird die einzelne Schicht ihre Form verändern. Dieses wird sich dann in den Sauerstoffverhältnissen zu erkennen geben, indem die Kurven der  $\text{O}_2$ -Werte mehr oder weniger unregelmäßig verlaufen werden.

Wie es aus der graphischen Darstellung des Schnittes I hervorgeht, deuten die Ventilationsverhältnisse gleich außerhalb des Abhangs, d. h. auf St. 6 und St. 7, darauf hin daß hier sowohl starke als auch verwickelte Strömungen vorkommen. [Es liegt eine starke Möglichkeit dafür vor, daß die Kurven des Schnittes I für diesen Bezirk ein falsches Bild geben, weil sowohl der horizontale als auch der vertikale Abstand zwischen den Orten, wo Proben entnommen wurden, zu groß ist als daß der richtige Verlauf der Kurven bestimmt werden könnte. Die nachgewiesenen Zustände und Verhältnisse bedeuten daher die Notwendigkeit sehr dicht beieinander belegener Beobachtungsorte, wenn man einen einigermaßen richtigen Einblick in die Ventilationsverhältnisse gewinnen will.] Soweit wie bis in die Tiefe von 1500—1800 M. sind die Ventilationsverhältnisse auf den St. 6 und 7 sehr unregelmäßig und weichen von den weiter draußen angetroffenen völlig ab. Dieses weist darauf hin, daß selbst so tief unten recht starke Strömungen vorzufinden sind.

Das charakteristische der Verhältnisse auf St. 6 und 7, im Vergleich mit den weiter draussen befindlichen St. 8—10, geht deutlich aus dem Schnitt I b hervor: Die intermediäre Minimumschicht (70  $\text{O}_2$  Kurvebereich) ist außerhalb des Abhangs in die Tiefe vorgedrungen, so daß sie erst in einer Tiefe von ca. 1200 M. auf St. 7 und auch da nur mit einer geringen vertikalen Mächtigkeit angetroffen wird. Ferner findet man auf St. 6—7 eine große »Zunge«, die größere  $\text{O}_2$ -Werte als 80 aufweist und die sich von oben her in die Tiefe von ca. 800 M. hinunterzupressen scheint. Auf der St. 6 kommt auch 1200 M. tief ein Bezirk mit  $\text{O}_2$ -Werten von 89 vor.

Es geht aus dem Verlauf der  $\text{O}_2$ -Wert Kurven hervor und erscheint dort völlig normal, wo die Ventilationsverhältnisse im offenen Ozean kompliziert sind, daß in der Nähe von nach unten gerichteten »Zungen« mit relativ sauerstoffreichem Wasser sich auch

an Sauerstoff relativ armes Wasser befindet, das aus der Tiefe hinauf, gegen die oberen Kanten der »Zungen« gepreßt ist. Die Ursache findet man augenscheinlich in den Strömungsverhältnissen. Bezeichnend für derartige Bezirke ist es auch, daß in deren tiefen Schichten der Regel nach eine eigenartige Verteilung des Sauerstoffes nachgewiesen werden kann. (Siehe Fig. 4—11).

Auch im Meeresbezirk bei der St. 11 sind die Verhältnisse ganz eigentümlich: der Verlauf der Kurven beweist, daß sich hier eine »Zunge« mit höheren  $\text{‰}$ -Werten als 80 in die intermediäre Schicht hinunterpreßt, gleichwie die intermediäre Minimumschicht hier auf St. 11 eine geringe vertikale Ausdehnung hat. Es sieht so aus, als wenn die »Zunge« von den oberen Schichten nach unten in östlicher Richtung vordringt und eine teilweise Hebung der intermediären Schicht hervorruft. Etwas derartiges bewirkt, daß sogar tief unten und in einem verhältnismäßig kurzen horizontalen Abstand sehr verschieden ventiliertes Wasser angetroffen werden kann. Vergl. z. B. die  $\text{‰}$ -Werte i 800 M. Tiefe auf St. 10 und 11 und auf St. 7 und 8.

Bei der Gesamtbetrachtung des Schnittes I b bemerkt man eine auffällige Übereinstimmung der eigentümlichen Sauerstoffverteilung im Bereich der St. 6—7 und derjenigen im Bezirk St. 11:

Auf St. 12 befindet sich in der Tiefe von 100—200 M. ein lokales intermediäres Maximumbereich mit  $\text{‰}$ -Werten  $\geq 95$  und ein diesem Entsprechendes befindet sich in derselben Tiefe auf St. 8—9. Die Verhältnisse in 500—1000 M. Tiefe auf St. 11 können mit Hilfe der eigentümlichen S-Form charakterisiert werden, welche die 80  $\text{‰}$  Kurve hier aufweist. Einen ähnlichen, aber entgegengesetzten Verlauf zeigt die Kurve in denselben Tiefenlagen der St. 6—7. Ferner ist Folgendes zu beachten. Auf St. 10 rechts oberhalb der S-Partie, gibt es in ca. 600 M. Tiefe ein lokales intermediäres Maximumgebiet mit  $\text{‰}$ -Werten  $> 90$  und gerade darunter in der Tiefe von 800 M. ein lokales intermediäres Minimumgebiet mit  $\text{‰}$ -Werten  $\leq 65$ . Übereinstimmend hiermit haben wir auf St. 6 in 400 M. Tiefe ein lokales intermediäres Maximumgebiet mit  $\text{‰}$ -Werten  $\geq 95$  und 200 M. darunter ein lokales Minimumgebiet mit  $\text{‰}$ -Werten  $\leq 75$ . Gerade unter dem S-förmigen Verlauf der 80  $\text{‰}$  Kurve auf St. 11 und gerade unter dem  $\mathcal{Z}$  förmigen Verlauf derselben auf St. 6—7 hat die intermediäre Minimumschicht (durch die 70  $\text{‰}$  Kurve begrenzt) eine auffällig geringe vertikale Ausbreitung (ca. 100 M.) und liegt auf St. 11 in der Tiefe von ca. 1000 M., auf St. 7 ca. 1200 M.

Alles in allem beweisen die Ventilationsverhältnisse, daß es außerhalb des Golfs von Biscaya starke und ausgeprägte Strömungen (Wirbeln) geben muß. Die eigentümliche und sozusagen symmetrische Verteilung der Veränderung des Sauerstoffprozentes auf beiden Seiten des Gebietes St. 8—9 (siehe Schnitt I b) läßt den Schluß annehmbar erscheinen, daß der Schnitt I durch ein ausgeprägtes und ausgedehntes Wirbelgebiet mit einer vertikalen Achse geht, wobei die Achse ein wenig bogenförmig ist.

Die lokalen Maximum- und Minimumgebiete, die sich gleich außerhalb dem Kontinental-Abhang ca. 400—1000 M. tief vorfinden, sind etwas besser ventiliert als die entsprechenden Gebiete, die sich weiter draußen befinden (bei St. 10—11). Dieses kann vielleicht auf die Weise gedeutet werden, daß die Wassermengen erst gegen die Kontinentalstufe strömen, ehe sie die Gegend bei der St. 11 erreichen. Die Sauerstoffverhältnisse deuten somit darauf, daß hier eine ausgeprägte anticyklonische Zirkulation vorkommt.

Aus Karte Fig. 1 geht hervor, daß in der Nähe des Schnittes I einige Untersuchungen von der »Deutschland«-Expedition in den Jahren 1911—12 vorgenommen worden sind (St. D<sub>1</sub> und St. D<sub>2</sub>). Östlich vom Schnitt I und im Bereich des Golfs von Biscaya haben die »Planet«- und »Thor«-Expeditionen ein paar Untersuchungen angestellt (St. P<sub>1</sub> und St. T<sub>80</sub>). Westlich vom Schnitte liegen zwei Stationen (St. D<sub>3</sub> und St. D<sub>4</sub>), welche von der »Deutschland«-Expedition vom Jahre 1911 stammen.

Wenn wir uns nun vorhalten wie kompliziert die Verhältnisse längs Schnitt I sind und wie hier selbst in verhältnismäßig kurzen Abständen sehr große horizontale und vertikale Veränderungen vorkommen können, dann ist es verständlich daß nicht immer eine ausgeprägte Übereinstimmung in der Verteilung des Sauerstoffes auf den Stationen erwartet werden kann, die nahe bei einander liegen, sofern es sich um Gebiete handelt, wo die Sauerstoffverhältnisse sowohl horizontal als auch vertikal sehr ungleichmäßig sind.

Schnitt I zeigt, daß dieses besonders den St. 6—7 und St. 10—11 gilt. Gerade hier hat die »Deutschland«-Expedition im Frühsommer 1911 Untersuchungen vorgenommen (siehe Fig. 1). Auf St. D<sub>1</sub> wurden unterhalb 600 M. Tiefe keine Untersuchungen gemacht. Figur 3 a zeigt das Schwanken der ‰-Werte zwischen 100 und 600 M. Tiefe auf St. D<sub>1</sub> und auf St. 6 und 7. Figur 3 b zeigt die Schwankungen zwischen 100 und 2000 M. Tiefe auf St. D<sub>2</sub> und St. 10.

Eine nähere Betrachtung dieser Figuren läßt hervorgehen, daß auch die Untersuchungen der »Deutschland«-Expedition auf solch eine eigentümliche Verteilung hinweisen, wie sie auf Schnitt I b dargestellt ist.

Die einzige Stelle an der wir erwarten können eine verhältnismäßig gute Übereinstimmung der von »Deutschland« und »Armauer Hansen« angestellten Untersuchungen vorzufinden, sind die tieferen Schichten bei St. 10, denn der Schnitt I zeigt, daß das 800—2000 M. tiefe Gebiet zwischen St. 8 und St. 10 was die horizontale Verteilung anbetrifft verhältnismäßig gleichartig ist. Nun haben die St. 10 und St. D<sub>2</sub> so gut wie dieselbe Lage (siehe Fig. 1) und Fig. 3 b zeigt auch eine sehr gute Übereinstimmung der in der Tiefe nachgewiesenen ‰-Werte. Zwischen den Untersuchungen auf St. D<sub>2</sub> und St. 10 liegt ein Zeitraum von 3 Jahren und dieses scheint zu beweisen, daß die ‰-Werte in denjenigen Tiefenschichten von Jahr zu Jahr ziemlich unverändert bleiben, wo die Zirkulationsverhältnisse gleichmäßig und konstant sind.

### *Schnitt II.*

Der Schnitt II enthält in sich die Stationen 15—24, deren Lage aus der Karte in Fig. 1 zu ersehen ist. Die im Bereich dieses Schnittes nachgewiesenen Sauerstoffverhältnisse sind auf der Tabelle 2 S. 67—68 angegeben und die graphische Darstellung derselben findet man auf Schnitt II a und b vor (Fig. 4, S. 17).

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, daß dieser Schnitt sich in gerader Linie von St. 15 (die ungefähr auf der Höhe von Spaniens Nordküste und nördlich von Madeira liegt) in der Richtung nach der Westküste Portugals vor Lissabon erstreckt. Die Stationen 15—23 befinden sich alle über tiefem Wasser. Gleich vor der Küste Portugals zwischen St. 23 und 24, befindet sich der Kontinental-Abhang. Während man auf St. 23 erst in 2500 M. Tiefe auf den Meeresboden stößt, findet sich dieser auf St. 24 bereits in einer Tiefe von 83 M. Gleichwie längs Schnitt I können wir auch hier (siehe Schnitt II a und b) einen Unterschied zwischen dem obersten Gebiet (von der Oberfläche bis ca. 700 M.), dem intermediären Gebiet (von ca. 700 M. bis 1200 M.) und dem Tiefengebiet (von ca. 1200 M. bis 2000 M.) konstatieren.

Das oberste Gebiet: Die Ventilationsverhältnisse sind in den oberen Schichten der Regel nach gut. Von der Oberfläche bis in eine Tiefe von ca. 50 M. weist das Wasser ‰-Werte von  $\geq$  100 auf. Schnitt II b zeigt die Lage der 100 ‰ Kurve: diese erreicht die größte Tiefe auf St. 20 (ca. 80 M.) und steigt auf St. 23 bis zu 25 M. Die 95 ‰ Kurve befindet sich überall im Tiefenbereich von 75—100 M. mit Ausnahme der St. 17—19, wo sie sich in die Tiefe senkt und 200—300 M. erreicht. In diesem Bezirk (St. 17—19) sind die obersten Schichten durchweg am besten ventiliert; die ‰-Werte sind hier größer als die der entsprechenden Tiefen des übrigen Teils des Schnittes. Z. B. liegt die 80 ‰ Kurve von

dem Kontinental-Abhang nach St. 22 in ca. 350 M. Tiefe, sinkt auf St. 21 auf ca. 450 M. und hält sich hier, bis sie auf den St. 18 und 17 bis zu 650 M. tief sinkt, um auf den St. 16—15 wieder emporzusteigen, ohne jedoch über 500 M. hinauszukommen.

Zu bemerken ist, daß die 90-, 85-, 80- und 75 0/0 Kurven im Großen und Ganzen sich langsam aber deutlich gegen geringere Tiefen heben je mehr sie sich der Kontinentalstufe vor Lissabon nähern. Vor dem Kontinental-Abhang, auf St. 22—23, kommt sogar die 70 0/0 Kurve so hoch wie auf 600 M. hinauf, während sie sich sonst überall unterhalb 700 M. hält. Gegen die Kontinentalstufe hin sind daher die tiefsten Teile der obersten Schichten relativ minder gut ventiliert.

Das intermediäre Gebiet: Längs des ganzen Schnittes ist die Tiefe von ca. 700—1100, 1200 M. so gut wie gänzlich von der charakteristischen intermediären Minimumschicht erfüllt, deren vertikale Ausbreitung durch den Verlauf der 70 0/0 Kurve gekennzeichnet wird. Es kommen relativ kleine Schwankungen der 0/0-Werte vor (siehe den Schnitt und Tab. 2): In der Tiefe von 800 und 1000 M. halten sich diese vorwiegend um 67 herum und nur an einigen Stellen (St. 17 und 22) steigen sie bis auf 70 oder sinken sie bis auf 65 (St. 20).

Der Teil der 70 0/0 Kurve, welcher die Minimumschicht nach oben begrenzt, verläuft so gut wie horizontal und zwar in einer Tiefe von 700—800 M. zwischen St. 15 und 22. Erst hier auf St. 22, etwas außerhalb dem Kontinental-Abhang, dringt die Kurve auf 600 M. Tiefe vor, um auf St. 23, dicht an dem Abhang steil in 1000 M. Tiefe abzufallen.

Auch der Teil der 70 0/0 Kurve, welcher die Schicht nach unten begrenzt, hat einen verhältnismäßig gleichmäßigen und horizontalen Verlauf zwischen St. 15 und 22. Von ca. 1000 M. Tiefe auf St. 17 senkt die Kurve sich langsam, um auf St. 15 und St. 21—22 ca. 1200 M. zu erreichen. Dagegen weicht sie auf St. 23 ziemlich ab: Sie geht in die Tiefe und bildet eine »Zunge«, die sich in die Tiefenschichten hineinschneidet. Die intermediäre Minimumschicht erreicht somit ihre größte vertikale Mächtigkeit auf der St. 23, gleich außerhalb dem Kontinental-Abhang.

Das untere Gebiet: Es geht aus Schnitt II b und Tab. 2 hervor, daß während auf St. 16 der 0/0-Wert in einer Tiefe von 1200 M. gleich 72,5 ist, ist er auf der benachbarten Station (St. 17) in den Tiefen von 1200 und 1600 M. bzw. 82 und 87, wobei der letzte 0/0-Wert der größte ist, den die Tiefenschichten des Schnittes II aufweisen. Ferner sieht man, daß während der Prozentwert in der Tiefe von 2000 M. auf St. 22 80 ist, er in 2000 M. Tiefe der Nachbarstation 23 73 beträgt. Es erhellt somit auch aus Schnitt II, daß selbst in den Tiefenschichten in verhältnismäßig kurzen Abständen Wasser von äußerst verschiedenem Ventilationsgepräge angetroffen werden kann.

Die 75 0/0 Kurve zeigt im Großen und Ganzen denselben ausbuchtenden Verlauf wie die oberhalb liegende 70 0/0 Kurve (siehe Schnitt II b) und befindet sich durchweg

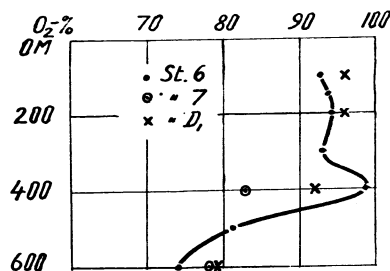


Fig. 3 a.

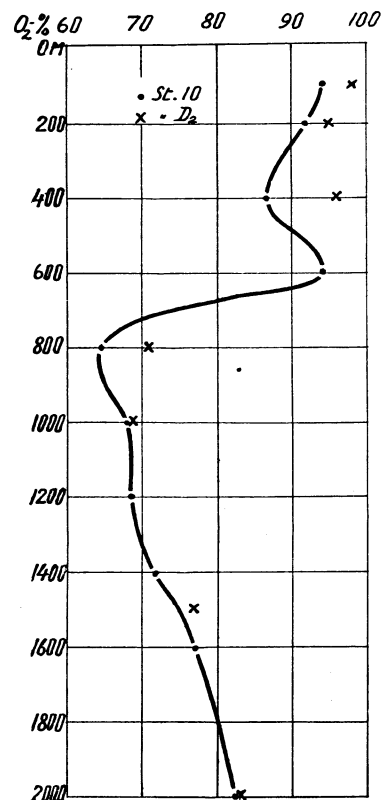


Fig. 3 b.

100—200 M. unterhalb dieser. Sie erreicht auf den verschiedenen Stationen eine äußerst verschiedene Tiefe, die zwischen 1100 M. (auf St. 17) und 2000 M. (auf St. 23) schwankt. Auf St. 17 steigt die 80‰ Kurve der Tiefenschichten aufwärts und zeigt einen sehr charakteristischen Verlauf. (Siehe Schnitt II b). Auf dieser Station trifft man die am besten ventilierten Teile der Tiefenschichten an: Die 80‰ Kurve steigt so hoch wie bis auf 1150 M. Tiefe und eine »Zunge« mit ‰-Werten  $\geq 85$  drängt sich bis auf 1500 M. Tiefe hinein.

Wie man aus der graphischen Darstellung des Schnittes ersieht, findet man die am besten ventilierten Tiefen auf St. 17. Die intermediäre Minimumschicht hat hier ihre kleinste vertikale Ausbreitung. Dagegen nimmt ihr Volumen allmählich immer mehr und mehr zu je mehr wir uns der Kontinentalstufe nähern, kurz vor der diese Schicht ihre größte vertikale Ausbreitung erreicht. Dieser Umstand prägt den Verlauf der ‰-Kurven in den oberen und den tief-Schichten: Die Kurven rufen den Eindruck einer gewissen keilförmigen, nahezu symmetrischen Anordnung um eine horizontale Achse hervor, die sich 900—1000 M. tief befindet. (Besonders deutlich aus Schnitt II a ersichtlich).

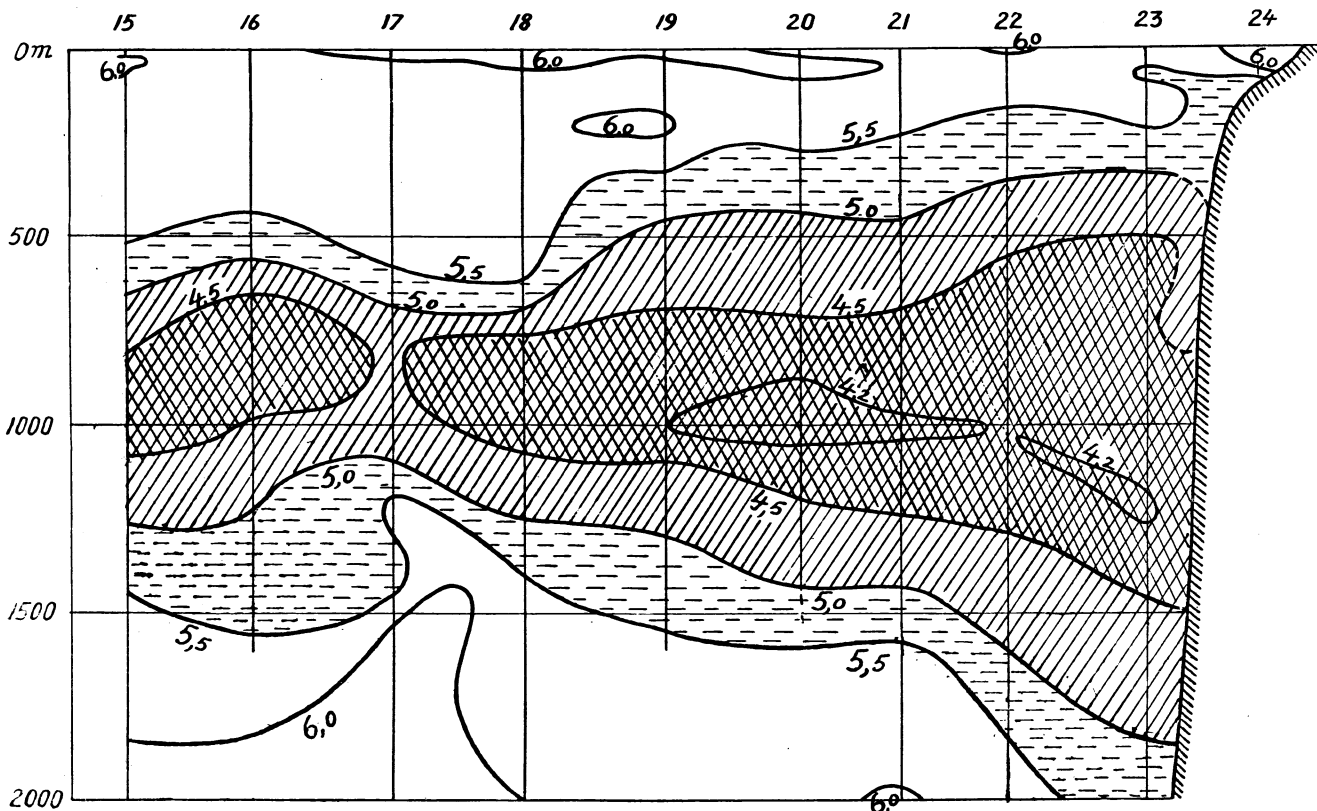
Die Verteilung des Sauerstoffes auf St. 16—18 deutet ausgesprochen darauf hin, daß in diesem Gebiet starke Strömungen bis in die Tiefe von 1800—2000 M. herrschen müssen. Hier, wo der Meeresboden überall sehr tief liegt, wo keine Bänke in der Nähe sind und wo die Entfernung bis zu der Kontinentalstufe groß ist, sollte die Annahme naheliegend sein, daß eine so ungleiche Verteilung des Sauerstoffes auch in dem nahen Gebiet um Schnitt II herum vorkommen muß. Wie groß dieses Gebiet ist, müssen zukünftige Untersuchungen nachweisen. Daß es nicht klein ist, geht klar hervor, wenn wir uns die Verhältnisse längs Schnitt I vorhalten.

Die Karte in Fig. 1 zeigt, daß die St. 11—14 gerade im Norden von St. 16—18 liegen, und zwar in einem Abstände von 1—4 Breitegraden. Gerade auf den St. 11—14 wurden eigentümliche Schwankungen nachgewiesen. Doch nicht nur hierin sehen wir eine Übereinstimmung. Eine nähere Untersuchung läßt eine deutliche Ähnlichkeit oder einen Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Kurven auf St. 11—14 (Schnitt I) und demjenigen auf St. 16—18 (Schnitt II) entdecken. So z. B. zeigt Schnitt I b auf St. 12 und Schnitt II b auf St. 18—19, daß sich in der Tiefe von 100—300 M. ein (zusammenhängendes) Gebiet mit ‰-Werten  $\geq 95$  vorfindet. Dieses kann man wohl kaum anders erklären als daß die obersten Wasserschichten in die Tiefe gepreßt werden, indem sie in das Meeresgebiet strömen, wo St. 12 und St. 18—19 sich befinden. Wir sehen da auch wie in beiden Schnitten gerade hier die ‰-Kurven der oberen Schichten sich gegen die Tiefe richten. Auf St. 11—12 (Schnitt I b) bildet sich eine charakteristische »Zunge« und auf St. 17—19 (Schnitt II b) bildet sich ein breiterer Bogen. Infolgedessen hat die voluminöse intermediäre Minimumschicht (die gewöhnlich in 700—1200 M. Tiefe liegt) gerade auf diesen Stationen ihre kleinste vertikale Ausbreitung. Siehe auch den Verlauf der 4,5 cc-Kurve in Schnitt I a und II a.

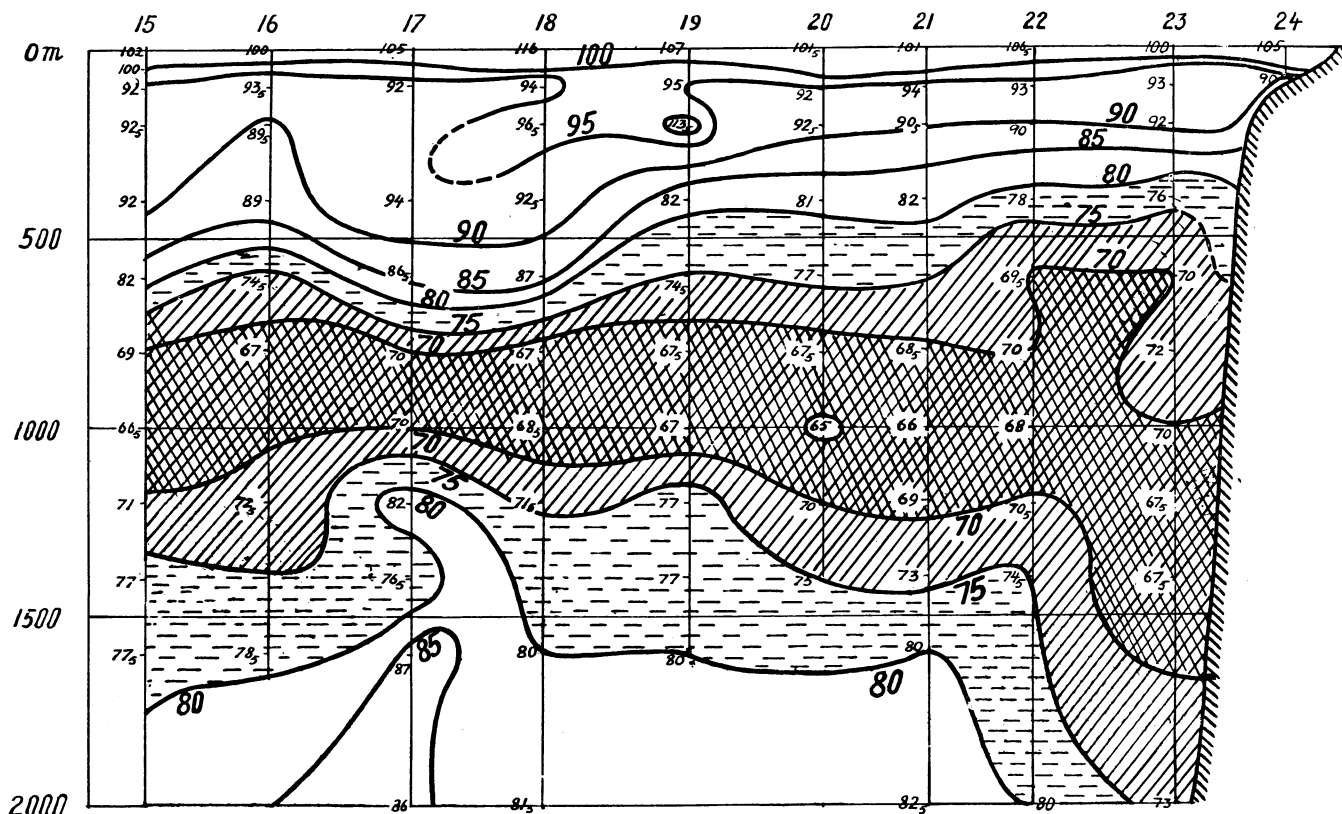
Es scheint, daß dasselbe Stromsystem sich auf St. 11—14 und St. 16—19 geltend macht, jedoch offenbar mit verschiedener Stärke abwärts durch die Schichten: z. B. scheinen die Strömungen zwischen 1000 und 2000 M. Tiefe auf den St. 16—17 mehr ausgeprägt zu sein als auf St. 12—14. Im Bereich zwischen 500 und 1000 M. Tiefe scheinen sie auf St. 10—12 stärker zu sein als auf St. 16—18.

Das Meeresgebiet längs Schnitt II ist früher wenig erforscht worden: Im Jahre 1906 hatte »Planet« eine Station in der Nähe von St. 20—21 (St. P<sub>2</sub>, Fig. 1). Die vom »Planet« angestellten Untersuchungen erstreckten sich bis in 800 M. Tiefe. In Fig. 5 finden wir eine graphische Darstellung der Verhältnisse, die vom »Planet« auf St. P<sub>2</sub> und vom »Armauer Hansen« auf St. 20 und 21 nachgewiesen worden sind.





Schnitt II a.



Schnitt II b.

Fig. 4. Die Verteilung des Sauerstoffs im vertikalen Schnitt II.  
 Schnitt II a. Die Verteilung des Sauerstoffgehalts, in cc. pro Liter Meerwasser.  
 Schnitt II b. Die Verteilung des Sauerstoffprozents.

Die horizontale Skala des Schnittes ist 1 : 6 000 000.  
 Die vertikale " " " " " 1 : 20 000.

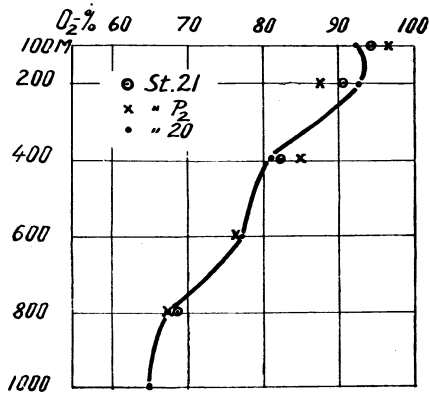


Fig. 5.

Der Schnitt II b zeigt, daß in dem Bezirk, wo St. 20—21 liegen, der Sauerstoff in horizontaler Richtung ganz gleichmäßig verteilt ist. Hiermit übereinstimmend ist die Ähnlichkeit zwischen den nachgewiesenen  $\text{O}_2$ -Werten verhältnismäßig groß.

### Schnitt III.

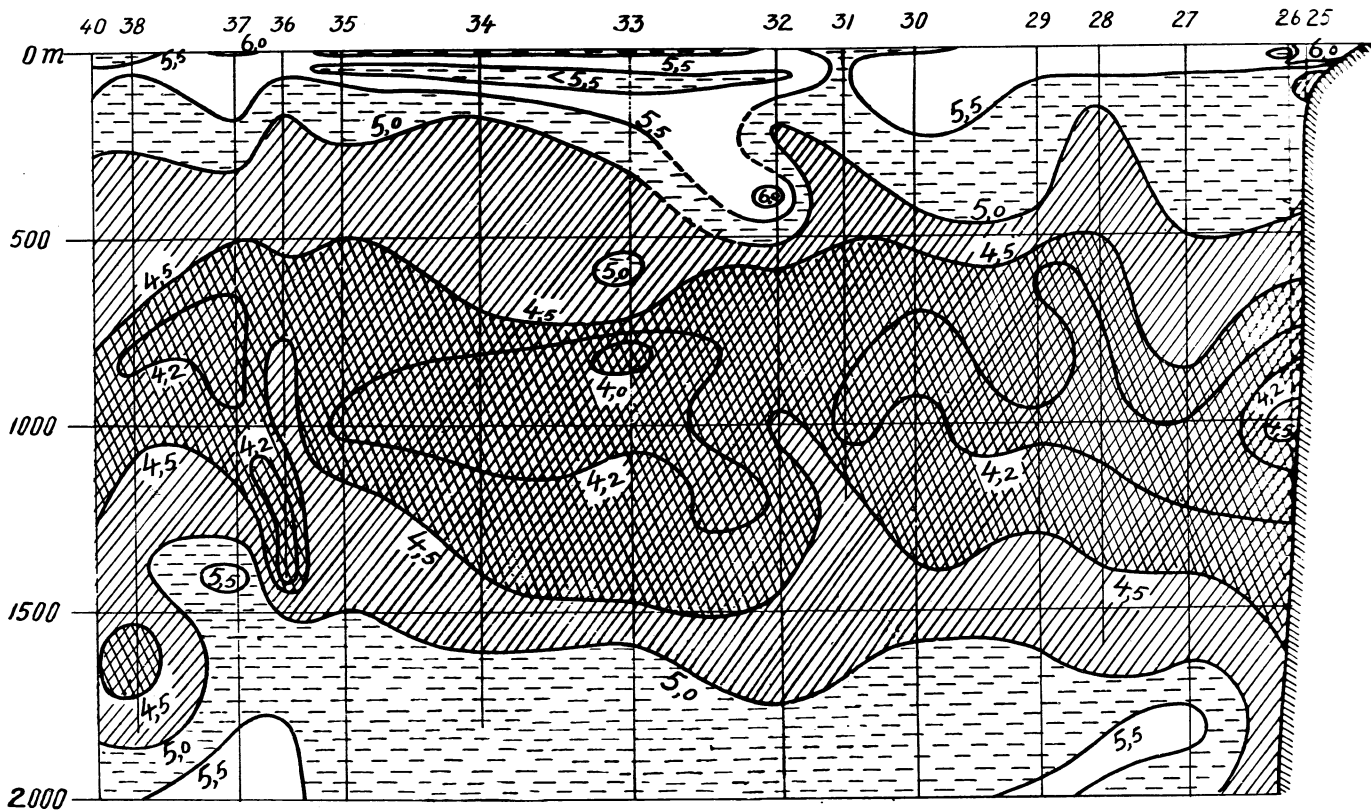
Der Schnitt III umfaßt die Stationen 25—38, welche sich in gerader Linie hinter einander zwischen Lissabon und Madeira befinden (siehe Karte Fig. 1). Die vorgefundenen Sauerstoffverhältnisse sind auf der Tabelle 2 angegeben und im Schnitt III a und b (Fig. 6, S. 19) graphisch dargestellt.

Die St. 25 befindet sich in seichtem Wasser (136 M. bis zum Meeresgrunde) gleich innerhalb des Abhangs. St. 26 liegt eine kurze Spanne weiter hinaus, doch haben wir hier den Meeresboden in 1195 M. Tiefe. Der Kontinental-Abhang senkt sich also zwischen diesen beiden Stationen sehr steil hinab. Die übrigen Stationen 27—38 liegen alle über tiefem Wasser, wo der Meeresboden tiefer als 2000 M. liegt. Jedoch zieht sich der Schnitt, wie Fig. 1 zeigt, durch ein Meeresgebiet mit sehr ungleichen Bodenverhältnissen. Zu beiden Seiten des Schnittes und nicht sehr weit von den Stationen entfernt befinden sich eine Reihe von Bänken. Westlich von St. 31—32 liegt die Josephine-Bank, die bis 150 M. ansteigt, und auf der Ostseite liegt die Gettysburg-Bank, die sich so hoch wie bis zu 55 M. unter dem Meeresspiegel erhebt. Ferner befindet sich in einiger Entfernung östlich von St. 33—34 die Coral-Patch-Bank so daß diese Stationen so gut wie von Bänken umringt sind. Die Coral-Patch-Bank erhebt sich bis auf 795 M. unter dem Meeresspiegel. Zwischen dieser Bank und Madeira, und östlich von St. 36—37 liegt die Seine-Bank, die 146 M. unterhalb der Meeresoberfläche erreicht. Schließlich haben wir noch südöstlich von Madeira eine Reihe von Bänken, die sich in der Richtung nach der afrikanischen Küste erstrecken (Dacia-, Conception-Bank u. a.). (Siehe z. B. Schott 1912).

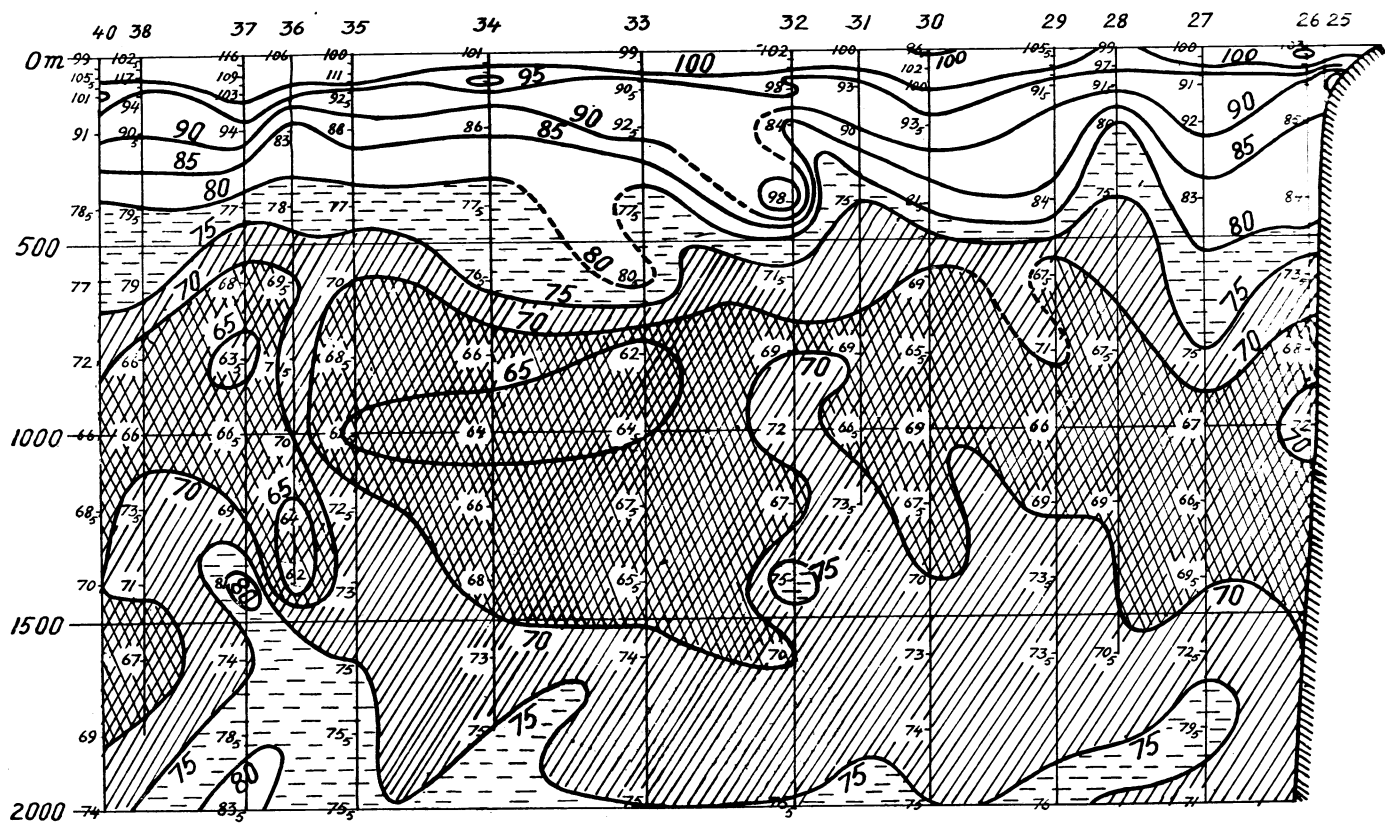
Die Bodenverhältnisse sind somit in diesem Teil des Atlantischen Ozeans sehr ungleich und daher muß man hier auf komplizierte Strömungen vorbereitet sein. Hierzu kommt, daß die horizontalen Bewegungen der Wassermassen für gewöhnlich um Bänke herum und über diesen relativ langsam zu sein pflegen. Alles dieses deutet darauf hin, daß wir erwarten müssen längs Schnitt III Sauerstoffverhältnisse vorzufinden, die relativ stark unter dem Einflusse dieser Untiefen stehen.

Das oberste Gebiet: Der Verlauf der 100  $\text{O}_2$  Kurve längs Schnitt III b offenbart, daß zwischen der Oberfläche und ca. 50 M. Tiefe die meisten Stationen  $\text{O}_2$ -Werte  $\geq 100$  aufweisen. Einzelne Abweichungen kommen jedoch vor (siehe den Schnitt). Insbesondere bemerken wir, daß auf St. 28 in keiner der untersuchten Tiefen  $\text{O}_2$ -Werte  $\geq 100$  vorgefunden wurden. Ferner ist hier ersichtlich, daß hier mehrere  $\text{O}_2$ -Kurven (z. B. die 80 und 85  $\text{O}_2$  Kurven) steigen, während sie auf den Nachbarstationen (St. 27 und 29) bedeutend tiefer liegen. Diese Umstände können darauf hinweisen, daß auf St. 28 die oberen Schichten sich in einem Gebiet befinden, wo es antizyklonische Bewegungen um ein steigendes Zentrum gibt.

Die 90  $\text{O}_2$  Kurve liegt durchschnittlich ca. 200 M. tief. Über dem Kontinental-Abhang steigt sie auf ca. 100 M. (Siehe Schnitt II b, St. 24 und Schnitt III b, St. 25). Sie zeigt einen mehr oder weniger ausbuchtenden Verlauf gerade in den Teilen des Schnittes, die sich zwischen den Bänken oder in deren Nähe befinden. (Vergl. Schnitt und Fig. 1). Besonders bemerkbar ist dies auf St. 31—33, die von Bänken umgeben sind. Wir sehen,



Schnitt III a.



Schnitt III b.

Fig. 6. Die Verteilung des Sauerstoffs im vertikalen Schnitt III.

Schnitt III a. Die Verteilung des Sauerstoffgehalts in cc. pro Liter Meerwasser.

Schnitt III b. Die Verteilung des Sauerstoffprozents.

Die horizontale Skala des Schnittes ist 1: 6 000 000.  
Die vertikale " " " " 1: 20 000.

daß der ‰-Wert in 400 M. Tiefe auf St. 32 98 ist und daß er in 600 M. Tiefe auf St. 33 80,5 beträgt. Auch auf den St. 38 und 27 gibt es in 500—600 M. Tiefe relativ hohe ‰-Werte. Auffallend hoch ist der ‰-Wert 98 in 400 M. Tiefe auf St. 32. Soweit er nicht durch einen Fehler bei der Probennahme oder Analyse verschuldet ist, müssen die Verhältnisse auf St. 32 derartig sein, daß hier entweder die Oberflächenschichten in die Tiefe gepreßt werden, oder aber drängt sich in ca. 400 M. Tiefe Wasser von jüngerem Ventilationsalter ein, mit anderen Worten finden wir hier einen Stromzweig aus Wassermengen mit durchgehend hohen ‰-Werten. In diesem Fall sollte man voraussetzen ähnliche Verhältnisse in den entsprechenden Tiefen eines oder mehrerer Schnitte nachzuweisen, die im Meeresbezirk nahe Schnitt III belegen sind. Das Vorhandensein solcher ähnlicher Verhältnisse geht unter anderem mit großer Deutlichkeit aus Schnitt IV b (siehe Fig. 7) hervor.

Die 80 ‰ Kurve hält sich längs Schnitt III vorwiegend in einer Tiefe von ca. 400 M. Auf mehreren Stationen kommen jedoch bedeutende Abweichungen hiervon vor. Besonders ist dieses der Fall auf St. 28, im Bezirk zwischen der Gettysburg-Bank und der Kontinentalstufe außerhalb der Südwestküste Portugals, sowie auf St. 32—33, zwischen der Josephine-, Gettysburg- und Koralkbank.

Die 75 ‰ Kurve verläuft so ziemlich übereinstimmend mit der 80 ‰ Kurve. Sie hält sich meistens in ca. 500—600 M. Tiefe, steigt aber auf einzelnen Stationen (St. 28, 31, 35—37) bis auf 400 M. und sinkt auf anderen (St. 27, 33—34, 38—40) unter 600 M. Tiefe. Am tiefsten kommt sie ein Stück außerhalb der Kontinentalstufe (siehe St. 27).

Vergleichen wir nun die Verhältnisse in den oberen Schichten des Schnittes III mit denen, welche längs Schnitt II gefunden wurden, dann sehen wir, daß dieselbe ‰-Kurve für gewöhnlich in derselben Tiefe des Schnittes III und demjenigen Teil des Schnittes II liegt, (St. 19—24), welcher sich in der Richtung zur Kontinentalstufe befindet, während sie in dem Teil des Schnittes II tiefer liegt (St. 15—18), der sich weiter westwärts befindet und wo es überall tiefes Wasser und keine Bänke gibt (siehe auch Fig. 1).

Das intermediäre Gebiet: Auch längs Schnitt III findet man die charakteristische intermediäre Minimumschicht, welche durch den Verlauf der 70 ‰ Kurve gekennzeichnet ist. Im Schnitt II b verlief der obere Teil der 70 ‰ Kurve in einer Tiefe von 700—800 M., angefangen von St. 15 bis 22, wo sie etwas außerhalb dem Kontinental-Abhang auf 600 M. stieg, um hart an dem Abhang auf 1000 M. hinabzusinken. Der Schnitt III b zeigt, daß auch hier die 70 ‰ Kurve außerhalb dem Kontinental-Abhang in die Tiefe sinkt, doch hat die Kurve hier einen etwas unregelmäßigen Verlauf, indem auf St. 26 68 ‰ Wasser in 800 M. Tiefe vorkommt, dagegen 72 ‰ Wasser in 1000 M. Tiefe. Der obere Teil der 70 ‰ Kurve befindet sich längs Schnitt III b durchweg in einer Tiefe von 600—700 M. und liegt somit hier ein wenig höher als im Schnitt II b.

Betrachtet man die Teile der 70 ‰ Kurve, welche die untere Grenze der Minimumschicht bilden, dann bekommt man einen deutlichen Eindruck wie verschieden die vertikale Ausbreitung der Schicht auf den einzelnen Stationen ist. Zweifellos bilden die im Umkreise befindlichen Untiefen durch ihre Beeinflussung der Strömungen und Wasserverteilung die Hauptursache hierfür. Der Schnitt III erweckt den Eindruck aus drei Abschnitten zu bestehen, die was die Verteilung des Sauerstoffes anbelangt, einander ziemlich ähnlich sind. Diese Abschnitte werden gebildet von 1) St. 26—29, 2) St. 30—34 und 3) St. 35—40. Eben in der Nähe und östlich von jedem dieser Abschnitte hebt sich der Meeresboden 1) gegen die Westküste Portugals 2) gegen die Gettysburg-Bank und Coral-Patch sowie 3) gegen Madeira und Porto Santo. Sowohl auf St. 26—27 wie auch auf St. 33—34 und auf St. 38—40 befindet sich die obere Grenze der 70 ‰ Kurve unter 700 M., wodurch »Wellentäler« im Verlauf der Kurve gebildet werden. An denselben Stellen dringt die untere Grenze der 70 ‰ Kurve gegen die Tiefe vor und erreicht an den soeben

genannten Stationen oder etwas mehr rechts von diesen eine Tiefe von ca. 1600—1800 M., während sie auf den dazwischenliegenden Stationen mehrere hundert Meter höher zu finden ist. So sinkt die 70 ‰ Kurve auf St. 38—40 bis auf 1700—1800 M. und auf St. 32—33 bis auf 1600 M. Tiefe und wir sollten erwarten die Kurve auf St. 26—27 in einer ähnlichen Tiefe vorzufinden; doch bildet hier der Kontinental-Abhang augenscheinlich ein Hindernis. Daher ist es ganz interessant zu beobachten wie die 70 ‰ Kurve gerade auf St. 23 (Schnitt II b), die verhältnismäßig nahe im Norden von St. 26—27 liegt, sich so tief wie auf ca. 1700 M. gesenkt hat, während sie sonst, der ganzen Länge des Schnittes II nach, sich viel höher befindet.

Rechts von den Abschnitten der intermediären Minimumschicht, die in eine Tiefe von ca. 1600—1800 M. vordringen, preßt sich die 75 ‰ (und teilweise die 80 ‰) Kurve der Tiefenschichten in die Höhe. Hierbei zeigt die 70 ‰ Kurve eine eigentümlich steile und zugleich ausbuchtende Linie von ca. 1600 M. aufwärts. Auf den St. 37—36 geht sie, nachdem sie auf St. 38 ca. 1100 M. erreicht hat, wieder auf 1400—1500 M. Tiefen hinab, steigt dann aber auf St. 36 steil empor und macht nicht halt, ehe die intermediäre Minimumschicht gespalten wird, indem sie sich mit der oberen 70 ‰ Kurve vereinigt. Zwischen den St. 36 und 35 gibt es somit ein Gebiet, in dem die ‰-Werte in keiner der verschiedenen untersuchten Tiefen niedriger als 70 sind.

Auf St. 32 steigt die 70 ‰ Kurve von 1600 M. Tiefe steil auf 800 M. hinauf um danach auf St. 30 auf 1400 M. zurückzusinken. Auf diese Weise ist die intermediäre Minimumschicht, selbst innerhalb eines relativ wenig umfangreichen Bezirks, starken Veränderungen ihrer vertikalen Ausbreitung unterworfen und die sonderbarsten Verhältnisse finden sich gerade dort (auf St. 35—37 und St. 31—32) wo der Schnitt III zwischen den Bänken hindurchgeht. (Siehe Fig. 1).

Die aufwärtsgehende Ausbuchtung des unteren Teils der Minimumschicht auf St. 31—32 entspricht der unteren Ausbuchtung auf den St. 37—38. Unter jeder von diesen Ausbuchtungen kommen in 1400 M. Tiefe lokale Maximumgebiete vor. (Siehe Schnitt III b).

Der aufwärtsgehenden Ausbuchtung der Minimumschicht auf St. 37—38 und auf St. 31—32 entspricht wohl der Verlauf der 70 ‰ Kurve in 900—1100 M. Tiefe auf St. 26, doch hindert hier wahrscheinlich der Kontinental-Abhang eine entsprechende Formation wie sie auf St. 37—38 und auf St. 31—32 beobachtet wird.

Die ‰-Werte wechseln in der intermediären Minimumschicht durchgehend sehr wenig und halten sich in der Nähe von 67. Jedoch ist der ‰-Wert in 800 M. Tiefe auf St. 33 nicht größer als 62 und wie schon oft bemerkt, findet sich auch hier in nächster Nähe ein Bezirk, wo der ‰-Wert relativ sehr groß ist und zwar 80,5 in 600 M. Tiefe auf St. 33.

Wie es aus dem Schnitt III b hervorgeht und übereinstimmend mit dem, was die Schnitte I und II entlang schon früher nachgewiesen worden ist, kommen die Gebiete mit am schlechtesten ventilierten Wassermengen oft in der Nähe von solchen Gebieten vor, wo die Tiefenschichten am besten ventiliert sind. Infolgedessen ist der Sauerstoffgradient hier unten oft sehr groß, wie z. B. in 1400 M. Tiefe auf den St. 36—37.

Das untere Gebiet: Die Tiefenschichten erfahren durch die oben besprochenen Eigentümlichkeiten ein starkes Gepräge. Die 75 ‰ Kurve hält sich durchweg in der Tiefe von 1800—2000 M. und entsendet nur auf einzelnen Stationen »Zungen« in der Richtung nach oben. (Vergl. die Verhältnisse in 1400 M. Tiefe auf St. 37 und St. 32). Die Kurve befindet sich somit im Schnitt III durchgehend mehrere hundert Meter tiefer als im Schnitt II, wobei allerdings von den Verhältnissen auf St. 23 (Schnitt II) gleich außerhalb der Kontinentalstufe abgesehen wird. Der am besten ventilierte Teil der Tiefenschichten ist auf St. 37 anzutreffen und nur hier dringt die 80 ‰ Kurve über 2000 M. vor.

Es geht aus den Untersuchungen längs Schnitt III hervor, daß in den Meeresgebieten, wo es Bänke gibt, ganz eigentümliche und charakteristische Verhältnisse obwalten

müssen. Eine eingehende Untersuchung der Ventilations- und Stromverhältnisse oberhalb und rund um eine Bank herum würde daher sicherlich wertvolle Aufschlüsse für eine nähere Kenntnisnahme des Zusammenhanges geben können, der zwischen Strom- und Ventilationsverhältnissen besteht.

In der Nähe von Schnitt III haben früher keine Untersuchungen stattgefunden. Dagegen hat die »Thor«-Expedition 1910 mehrere Stationen in der Bucht außerhalb Gibraltars gehabt (siehe Fig. 1, S. 5). Auch hier wurde die charakteristische intermediäre Minimumschicht in ca. 800—1200 M. Tiefe nachgewiesen. Ebenso hat die »Planet«-Expedition 1906 eine Station in der Gibraltarbucht gemacht (Fig. 1, St. P<sub>8</sub>) und eine (St. P<sub>5</sub>) dicht bei Coral Patch. Die ausgeführten Analysen zeigen, daß hier zwischen 600 und 1000 M. Tiefe der ‰-Wert von 68 bis 63 schwankt.

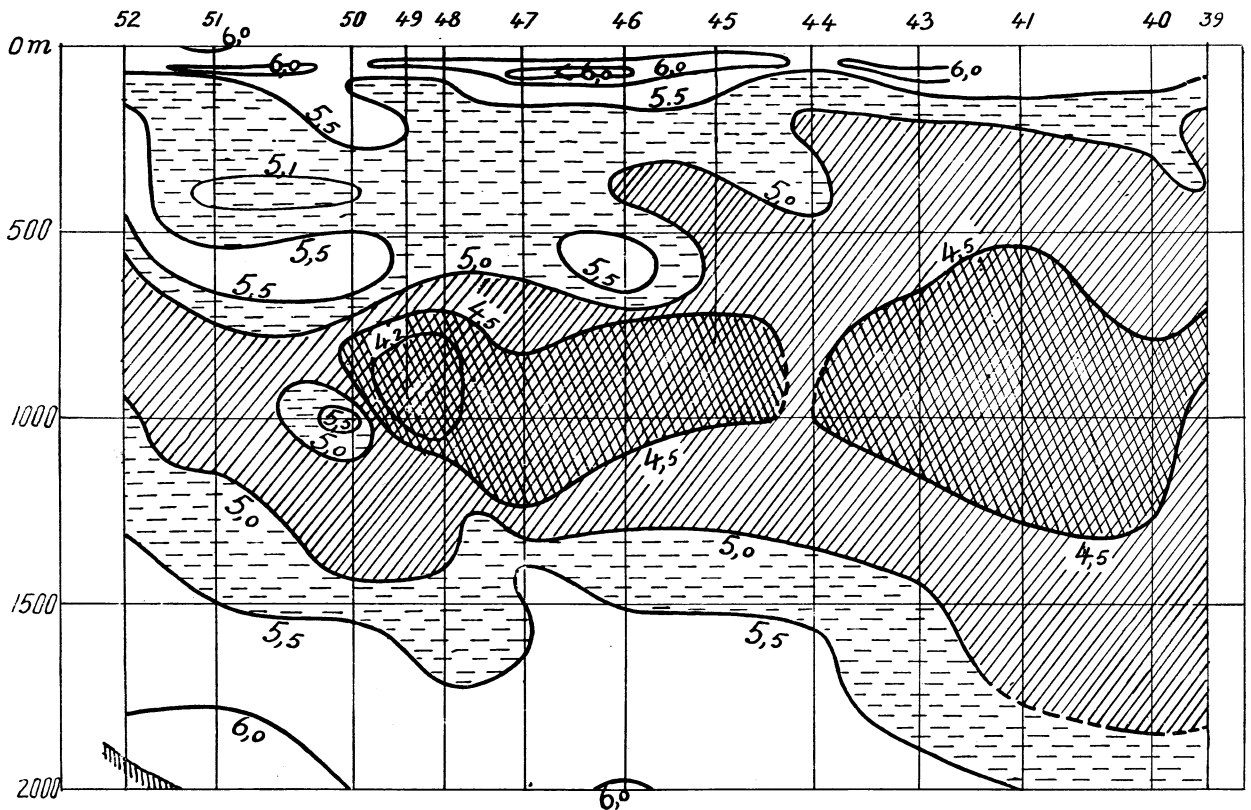
#### *Schnitt IV.*

In der Meeresgegend zwischen Madeira und den Azoren befinden sich die Stationen 39—52 in einer geraden Linie hinter einander und bilden den Schnitt IV (siehe Karte Fig. 1). Die hier nachgewiesenen Sauerstoffverhältnisse sind auf Tab. 2, S. 69—71 angegeben und im Schnitt IV a und b graphisch dargestellt. (Fig. 7, S. 23).

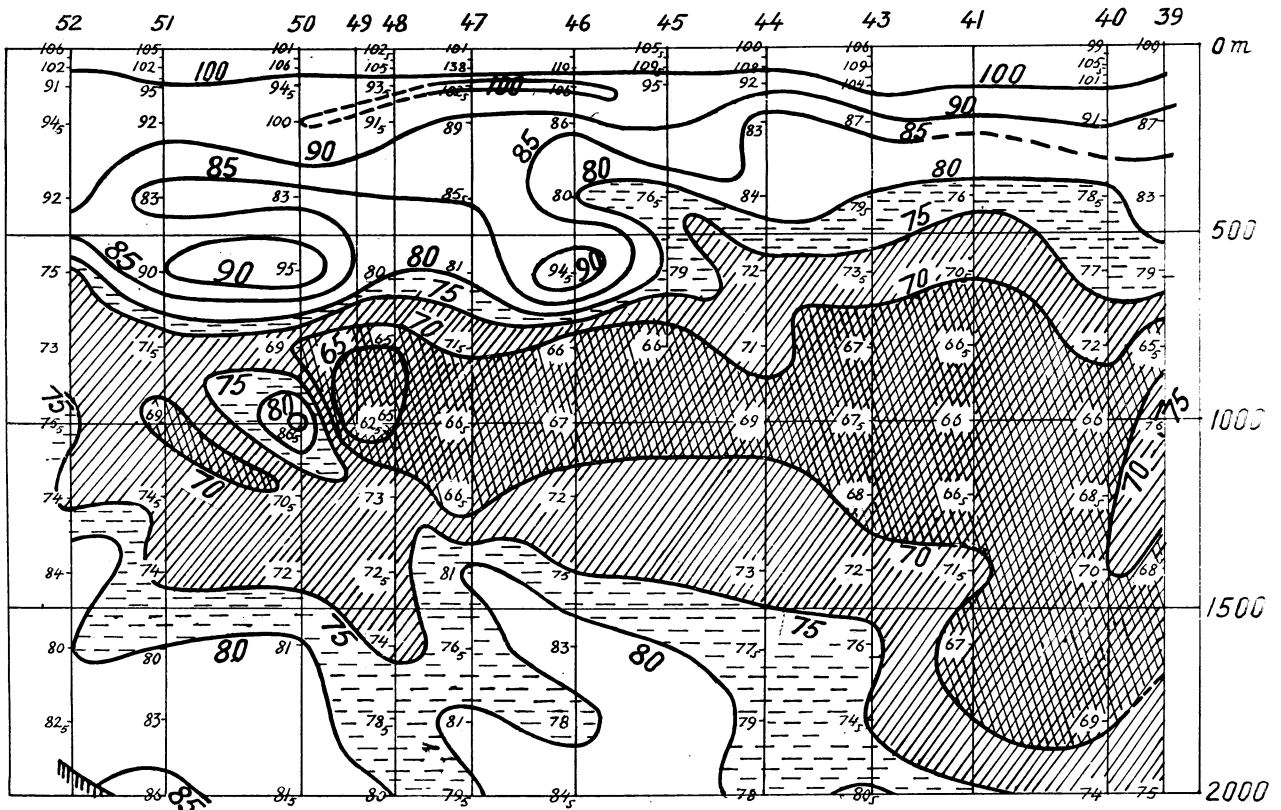
Die gesamte Länge des Schnittes geht durch offenes Fahrwasser und auf den Stationen 39—51 wurden größere Tiefen als 2000 M. nachgewiesen. Auf der St. 51 liegt der Meeresboden 2089 M. tief und auf St. 52 1916 M. tief. Zwischen diesen beiden Stationen hebt sich der Meeresboden allmählich in der Richtung nach den Azoren hin.

Das oberste Gebiet: Der ganzen Länge des Schnittes nach wurden in der zwischen dem Meeresspiegel und 50 M. Tiefe befindlichen Schicht ‰-Werte  $\geq 100$  nachgewiesen. Die 100 ‰ Kurve liegt hier für gewöhnlich zwischen 50 und 75 M. Tiefe, erreicht dagegen auf St. 40—43 westlich von Madeira reichlich 100 M. Auf den St. 46—50 befindet sich in 100—200 M. Tiefe eine intermediäre Maximumschicht mit ‰-Werten  $\geq 100$ , wobei deren vertikale Ausbreitung unbedeutend zu sein scheint. Auf den St. 46—47 liegt sie in ca. 100 M. Tiefe und sinkt auf St. 50 in eine Tiefe von 200 M. Zwischen St. 46 und 50 scheint somit ein Gebiet vorhanden zu sein, in dem die oberen Schichten nach unten gepreßt werden. Nicht nur die 100 ‰ Kurve zeigt hier einen eigentümlichen Verlauf: Aus dem Schnitte ist zu ersehen wie die verschiedenen Kurven gerade in diesem Gebiete sehr kompliziert verlaufen und zwar nicht nur in den oberen Schichten, sondern auch in den intermediären- und den Tiefenschichten. Dieses kann und muß darauf hindeuten, daß hier ausgeprägte und wechselnde Stromverhältnisse durch die verschiedenen Schichten hindurch vorkommen.

Die 90 ‰ Kurve befindet sich 150—200 M. tief zwischen Madeira und St. 44. Zwischen St. 45 und den Azoren liegt sie tiefer und zwar im Bereich von 250—300 M. Tiefe mit Ausnahme von St. 46—47, wo sie auf ca. 175 M. hinaufsteigt. Außerdem kommen hier in der Tiefe von ca. 600 M. sowohl auf St. 51—50 als auch auf St. 46 sehr ausgeprägte intermediäre Maximumgebiete vor, in denen die ‰-Werte zwischen 90 und 95 schwanken. Diese Umstände beweisen, daß hier in ca. 600 M. Tiefe Wassermengen von einem anderen und jüngeren Ventilationsalter dahinströmen als diejenigen, welche in entsprechenden Tiefen des östlichen Teils des Schnittes IV vorzufinden sind. Dieses bewirkt auch, daß die 85 ‰ Kurve eine ganz sonderbare Linie beschreibt: Von Madeira nach St. 44 hin steigt diese gleichmäßig von ca. 300 M. auf ca. 175 M. hinan, wogegen sie zwischen St. 44 und 52 einen verwickelten Verlauf zeigt, der kurz so beschrieben werden kann, daß sie bei den St. 46 und 51—50, also dort wo die intermediären Maximumschichten in ca. 600 M. Tiefe vorkommen, eine S-Form annimmt. Der S-förmige Teil der Kurve bewegt sich an beiden genannten Stellen durch ein vertikales Bereich von mehreren hundert Metern und erreicht



Schnitt IV a.



Schnitt IV b.

Fig. 7. Die Verteilung des Sauerstoffs im vertikalen Schnitt IV.  
 Schnitt IV a. Die Verteilung des Sauerstoffgehalts, in cc. pro Liter Meerwasser.  
 Schnitt IV b. Die Verteilung des Sauerstoffprozents.

Die horizontale Skala des Schnittes ist 1 : 6 000 000.  
 Die vertikale » » » » 1 : 20 000.

ca. 700 M. Tiefe. Rechts von jeder dieser zwei intermediären Maximumschichten in 600 M. Tiefe wird hierdurch ein »Auftrieb« von relativ weniger gut ventiliertem Wasser hervorgerufen. Schnitt IV b. läßt es deutlich werden, daß die 85<sup>0/0</sup> Kurve erst als »Zunge« nach links und über den Maximumsbezirk in 600 M. Tiefe vorschießt um sich danach zurückzuziehen und unter dieses hinabzusenken, wonach sie wieder nach Passieren des Maximumbezirks aufwärts steigt.

Übrigens ist es zweifelhaft ob die zwischen St. 45 und St. 51 in einer Tiefe von 200—700 M. eingezeichneten Kurven uns ein Bild geben, das mit den faktischen Verhältnissen übereinstimmt, denn sogar der verhältnismäßig kurze Abstand zwischen den Stationen des Schnittes IV scheint hier zu groß zu sein. Es hätten auch Untersuchungen für wenigstens alle 50 M. abwärts vorgenommen sein sollen. Der Verlauf der Kurven dient daher zunächst um nachzuweisen, daß die Verhältnisse verwickelt sind und daß es erforderlich ist in solchen Meeresbezirken eingehende Untersuchungen anzustellen wenn man Klarheit in die Verteilung des Sauerstoffes bringen will.

Auch der Verlauf der 80<sup>0/0</sup> Kurve läßt deutlich erkennen, daß der Unterschied zwischen den oberen Schichten des westlichen und des östlichen Teils des Schnittes groß ist. Von Madeira westwärts bis zu den St. 45—46 hält sich die Kurve durchschnittlich in einer Tiefe von ca. 400 M., während sie von St. 46, nach den Azoren zu ca. 650 M. tief liegt. Die westliche Hälfte der tieferen Gebiete dieser oberen Schicht ist somit bedeutend besser ventiliert als die östliche.

Das intermediäre Gebiet: Auch zwischen Madeira und den Azoren sind die Verhältnisse in 700—1200 M. Tiefe durch das Vorhandensein der charakteristischen intermediären Minimumschicht beeinflusst, die in den Schnitten I—III nachgewiesen worden ist. Auf den St. 39—41, die Madeira am nächsten liegen, hat die Minimumschicht eine Ausdehnung, die mit der des Schnittes III übereinstimmt. Sie steigt hier am höchsten hinauf (bis ca. 600 M. auf St. 41) und am tiefsten hinab (bis ca. 1800 M. auf St. 40—41) und weist eine vertikale Ausbreitung bis zu 1200 M. auf. In diese Minimumschicht schneidet sich auf den St. 39—40 zwischen 900 und 1400 M. Tiefe eine »Zunge« ein, deren <sup>0/0</sup>-Werte zwischen 76 und 70 schwanken und die augenscheinlich mit dem Ansteigen der <sup>0/0</sup>-Kurven der Tiefenschichten in Verbindung steht, welches auf St. 37 Schnitt III b nachgewiesen worden ist.

Der obere Teil der 70<sup>0/0</sup> Kurve hält sich meistens in der Tiefe von 700—800 M. zwischen St. 39 und 50, jedoch steigt er auf St. 41 bis auf nahezu 600 M. Tiefe empor. Der untere Teil der 70<sup>0/0</sup> Kurve hebt sich auf St. 41 steil von ca. 1800 M. auf ca. 1300 M. Tiefe und verweilt bis St. 43 in dieser Höhe. Von hier aus steigt die Kurve auf St. 44 bis auf 1100—1200 M. und hält sich so bis St. 49, wonach sie immer mehr ansteigend auf St. 50 in ca. 800 M. Tiefe den oberen Kurventeil trifft. Auf diese Weise entsteht auf St. 50—51 ein Bruch und womöglich findet die Ausbreitung westwärts der für den nordöstlichen Atlantischen Ozean so charakteristischen intermediären Minimumschicht mit <sup>0/0</sup>-Werten von ca. 67 hier hauptsächlich ein Ende.

Die <sup>0/0</sup>-Werte der Schicht halten sich auch längs Schnitt IV ziemlich konstant in der Nähe von 67 (siehe Schnitt und Tabelle). Auf der St. 48 sind die <sup>0/0</sup>-Werte in einer Tiefe von 800 und 1000 M. Tiefe nicht höher als 65. Der niedrigste <sup>0/0</sup>-Wert und zwar 62,5 wurde in 1000 M. auf St. 49 vorgefunden. Übereinstimmend mit den schon vorhin gemachten Beobachtungen kommen auch hier Wassermengen mit relativ sehr hohen <sup>0/0</sup>-Werten (86,5 in 1000 M. Tiefe auf St. 50) in unmittelbarer Nähe von Wasser mit relativ sehr kleinen <sup>0/0</sup>-Werten vor. Hier d. h. in 1000 M. Tiefe auf St. 50 findet sich ein kleineres intermediäres Maximumgebiet, welches sich der Ausbreitung der Minimumschicht nach Westen hin in den Weg zu legen scheint: Westlich von St. 50 gibt es nur ein sehr kleines Gebiet mit <sup>0/0</sup>-Werten  $\lesseqgtr$  70 (von 1000 M. Tiefe auf St. 51 abwärts gegen 1200 M.



auf St. 50) und auf St. 52 kommen in keiner der untersuchten Tiefen niedrigere  $\text{‰}$ -Werte als 73 vor. Daher ist es wahrscheinlich, daß nicht allein in 600 M. Tiefe auf St. 46 und 50—51, sondern auch in 1000 M. Tiefe auf St. 50 Wassermengen vorhanden sind, die von einem anderen Stromsystem herrühren als das Wasser, welches weiter östlich vorzufinden ist.

**Das untere Gebiet:** Auch in den Tiefenschichten ist ein bedeutender Unterschied zwischen dem westlichen und östlichen Teil des Schnittes zu bemerken. Der nach den Azoren hin belegene, westliche Teil ist verhältnismäßig viel besser ventiliert als der Madeira nähere östliche Teil (vergl. den Verlauf der 75  $\text{‰}$  und 80  $\text{‰}$  Kurven). Gerade unterhalb der Gebiete der obersten Schichten, wo sich das relativ am besten ventilierte Wasser vorfindet (St. 45—52) dringen die 80  $\text{‰}$  Kurven durch die Tiefenschichten aufwärts. Dagegen erreichen sie auf St. 39—44 keine größere Höhe als 2000 M. Tiefe. Folgt man der Länge des Schnittes IV, wird man, gleich wie es längs Schnitt II der Fall war, einer bis zu einem gewissen Grade keilförmigen Anordnung der Sauerstoffsichten gewahr, die ihre Basis in der Richtung nach Madeira hin haben, d. h. näher zu den Küsten Afrikas und Europas und deren Gipfel mehr nach den Azoren hin liegen, d. h. mehr westwärts dem offenen Ozean zu, und die  $\text{‰}$ -Kurven verlaufen in großen Zügen nahezu symmetrisch um eine in ca. 1000 M. Tiefe befindliche horizontale Achse. Der Haupteindruck den man von den Ventilationsverhältnissen längs Schnitt IV bekommt, ist daher im Großen und Ganzen demjenigen ähnlich, den man von den Verhältnissen längs Schnitt II erhielt. Fig. 1, S. 5 zeigt, daß diese beiden Schnitte parallel zu einander verlaufen.

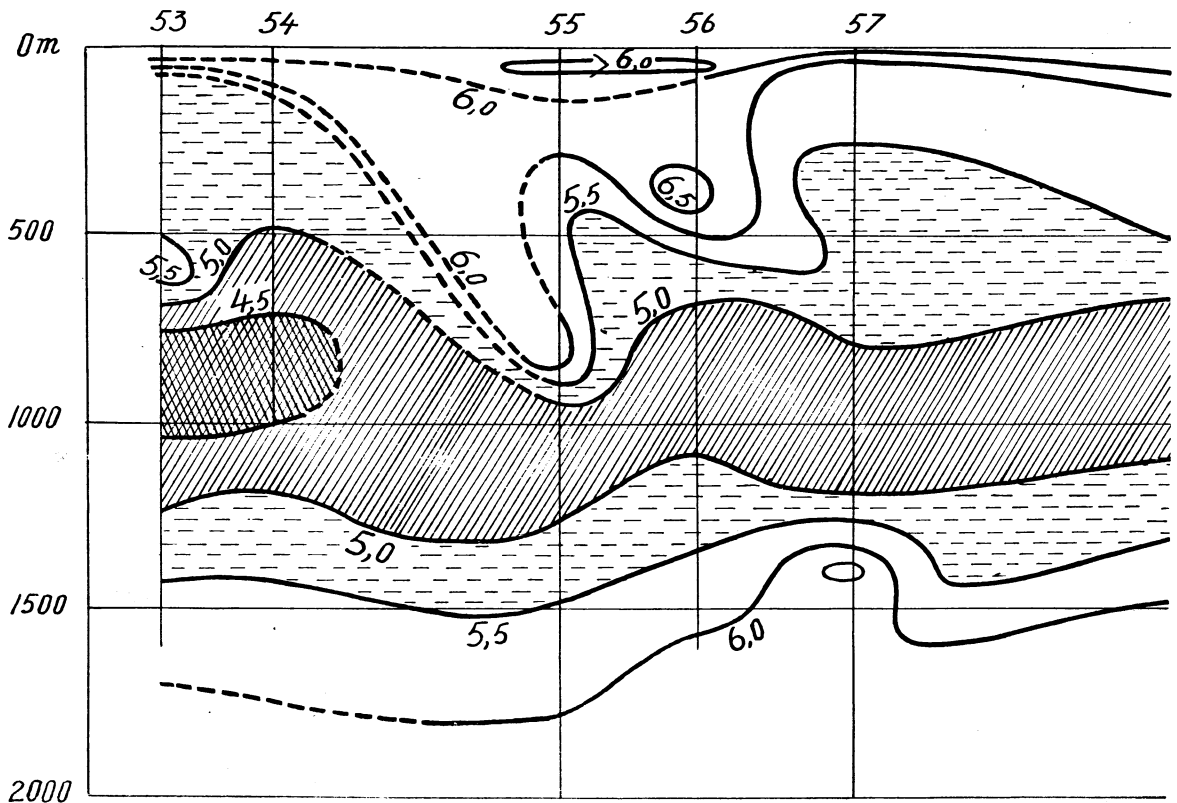
Auf St. 49 wurden Untersuchungen in größeren Tiefen als 2000 M. angestellt. Das Wasser zeigte in 2400, 2800 und 3000 M. Tiefe  $\text{‰}$ -Werte von bezw. 79, 77,5 und 75, was darauf hinweist, daß in der Tiefe ein großes intermediäres Maximumgebiet vorhanden ist, wo die  $\text{‰}$ -Werte in der Tiefe von ca. 2000 M. am größten zu sein scheinen (86 und 84,5 auf St. 51 und 46).

#### *Schnitt V.*

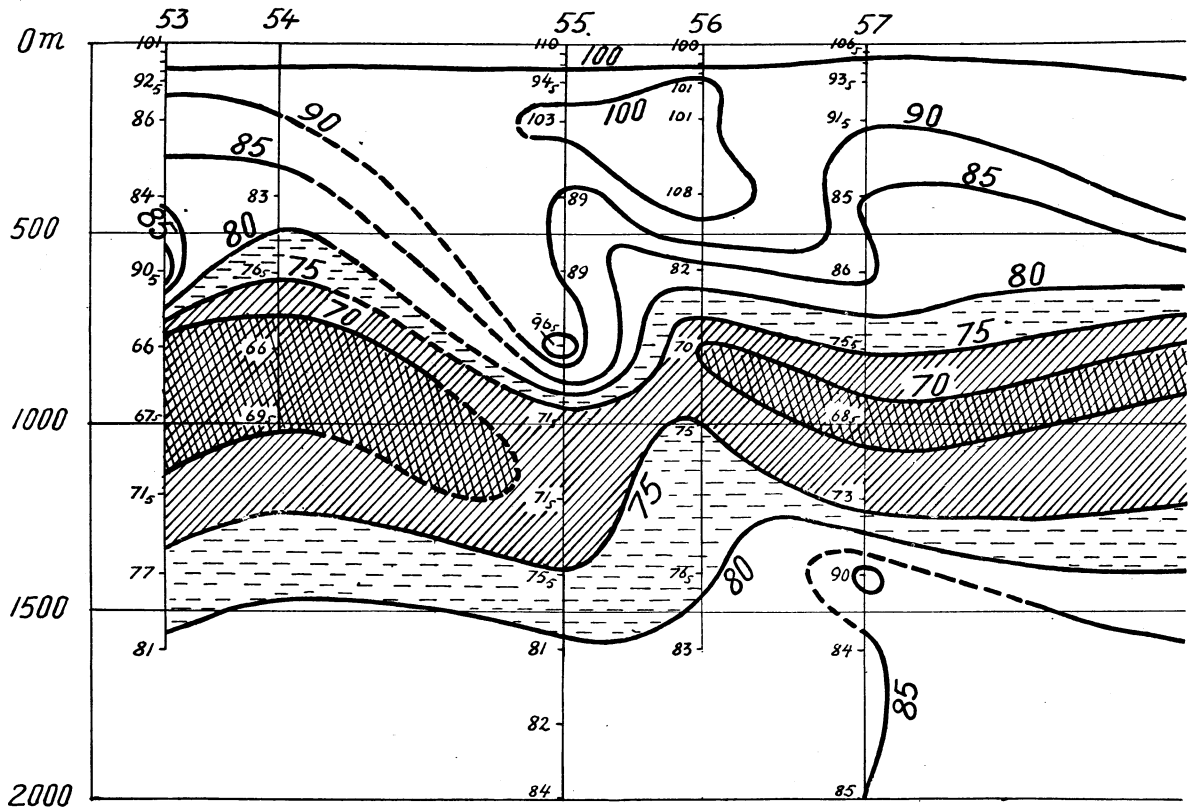
Der Schnitt V umfaßt die Stationen 53—62, die in gerader Linie hintereinander zwischen den Azoren und der Rockall-Bank liegen. (Siehe Fig. 1). Die hier nachgewiesenen Sauerstoffverhältnisse sind in Tab. 2 S. 71—72 angegeben und in Schnitt V a und b graphisch dargestellt (Fig. 8, S. 26—27). Fig. 1 zeigt in welcher Richtung dieser Schnitt sich westlich von den bisher behandelten Schnitten I—IV erstreckt. Die hier vorgefundenen Verhältnisse sind daher von bedeutendem Interesse, weil sie die Veränderungen bekanntgeben, welche eventuell eintreten, je mehr man sich von der Küste Europas entfernt und westwärts in den nördlichen Atlantischen Ozean vordringt. Die Abstände zwischen den Stationen des Schnittes V sind recht groß und öfters mehrere Mal größer als die der Schnitte I—IV und deshalb sollte man hier in noch größerem Maße als in den übrigen Schnitten erwarten können die Sauerstoffverteilung bloß in Hauptzügen nachgewiesen zu sehen.

**Das oberste Gebiet:** Von der Oberfläche abwärts bis ca. 50 M. Tiefe ist der  $\text{‰}$ -Wert auf allen Stationen mit Ausnahme von St. 57 und 61  $\geq 100$ . Die größten  $\text{‰}$ -Werte finden sich auf St. 55—57 vor, wo sich denn auch ein intermediäres Maximumgebiet mit  $\text{‰}$ -Werten  $\geq 100$  in 200 M. Tiefe auf St. 55 und zwischen 100 und 400 M. Tiefe auf St. 56 nachweisen läßt. Die Zustände in den oberen Schichten auf den St. 55—56 sind infolgedessen recht eigentümlich und deuten darauf hin — was auch aus den tiefer unten angestellten Untersuchungen hervorgeht —, daß in diesem Gebiet die hydrographischen Verhältnisse kompliziert sind.

Die 90  $\text{‰}$  Kurve befindet sich auf St. 53 in einer Tiefe von ca. 150 M., jedoch auch 600 M. tief. Dieses Bild erinnert stark an die Verhältnisse, die im westlichen Teil des Schnittes IV nachgewiesen wurden. Die Kurve zeigt auf St. 53 eine Tendenz zur S-Form



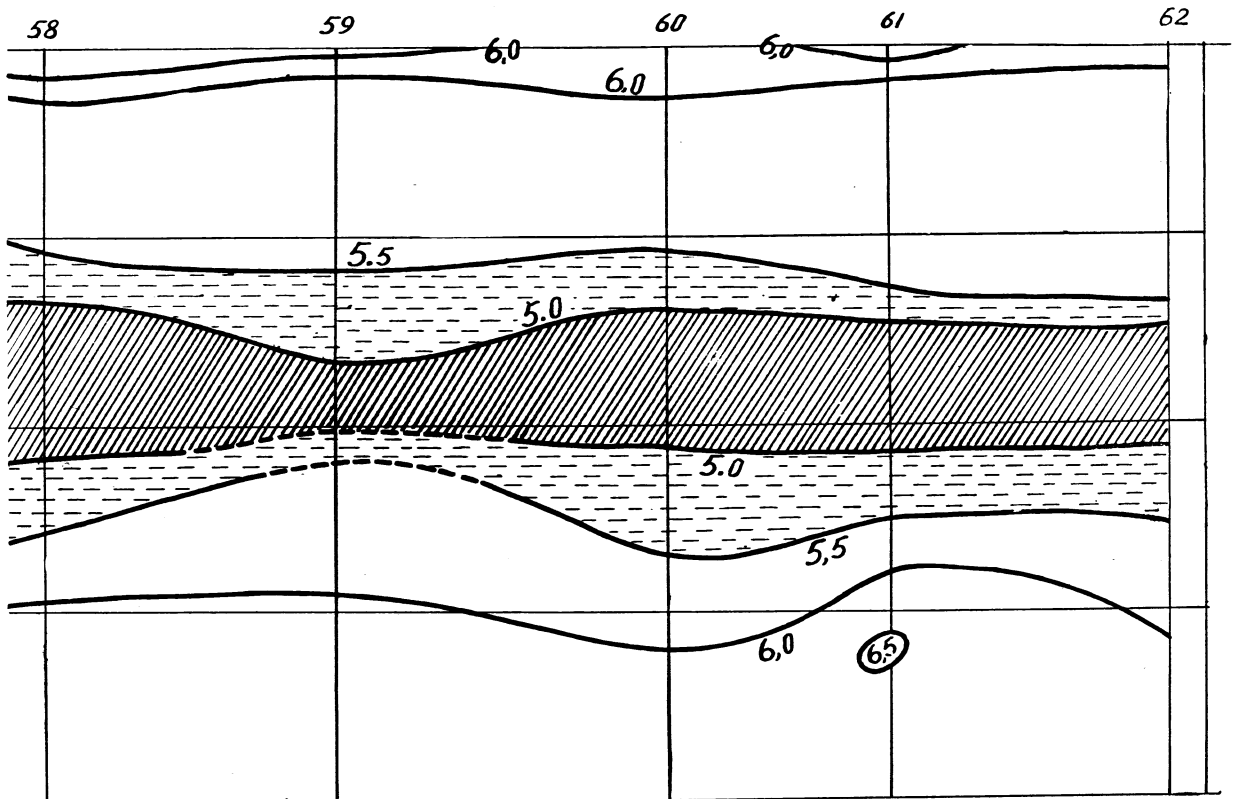
Schnitt V a.



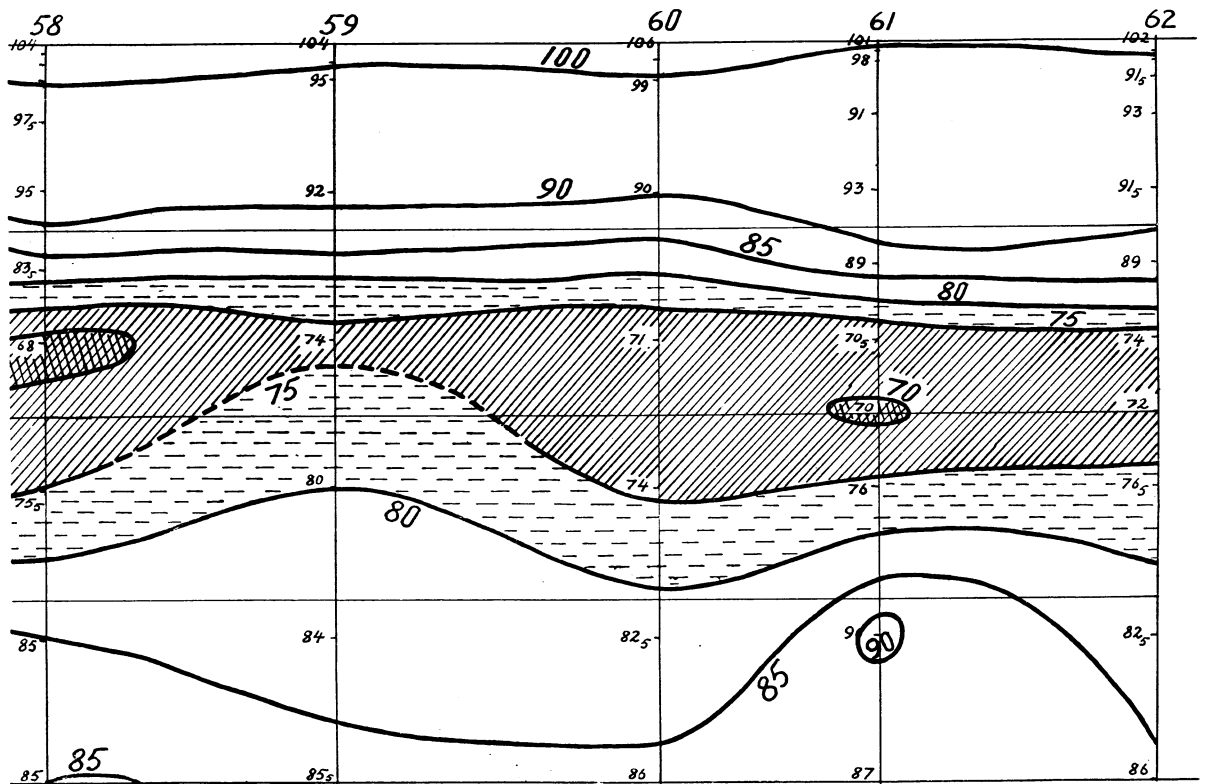
Schnitt V b.

Fig. 8. Die Verteilung  
Schnitt V a. Die Verteilung  
Schnitt V b. Die Verteilung

Die horizontale Skala des Schnittes ist 1: 6 000 000.  
Die vertikale » » » » 1: 20 000.



Schnitt V a.



Schnitt V b.

des Sauerstoffs im vertikalen Schnitt V.  
 des Sauerstoffgehalts, in cc. pro Liter Meerwasser.  
 des Sauerstoffprozents.

und es sieht so aus als wenn Wasser mit  $\text{‰}$ -Werten  $\geq 90$  bis in ca. 600 M. Tiefe vordringt und gleichzeitig anderes Wasser mit  $\text{‰}$ -Werten von 80—85 auf St. 53 und 54 bis 300—500 M. Tiefe emporgedrängt wird.

Auch auf St. 55 sind die Verhältnisse eigenartig, denn hier hat man sowohl in 400 als auch in 600 M. Tiefe  $\text{‰}$ -Werte von 89, während der  $\text{‰}$ -Wert in 800 M. Tiefe 96,5! ist. Wenn dieser Wert, der verdächtig hoch ist, richtig ist, dann geht die 90  $\text{‰}$  Kurve zwischen St. 54 und 55 schroff gegen die Tiefe und sinkt bis unterhalb 800 M. Jedoch, selbst wenn der nachgewiesene  $\text{‰}$ -Wert zu hoch ist und von irgendeinem Analysenfehler herrührt, kann dies nichts an den übrigen Resultaten ändern, die zeigen, daß  $\text{‰}$ -Werte von 89 auf St. 55 in einer Tiefe von ca. 600 M. angetroffen werden. Die 90  $\text{‰}$  Kurve scheint somit sowohl auf St. 55 und 53 eine S-Form zu beschreiben. Auf St. 55 liegen der obere und untere Teil der S-Partie ca. 200 M. tiefer als auf St. 53. Zwischen St. 55 und 56 senkt sich die 90  $\text{‰}$  Kurve von 400 auf über 500 M. Tiefe, steigt aber auf St. 57 wieder auf bis reichliche 200 M. Tiefe. Auf St. 58 findet sie sich wiederum ca. 400—500 M. tief und hält sich auch auf St. 59—62 in dieser Tiefe.

Die 90  $\text{‰}$  Kurve beweist, daß die Sauerstoffverhältnisse in den oberen Schichten des Abschnittes St. 53—57 kompliziert sind, dagegen im Abschnitte St. 58—62 ziemlich übereinstimmen und verhältnismäßig einfach sind. Dieses sieht man auch wenn man die 85  $\text{‰}$ - und 80  $\text{‰}$  Kurven betrachtet: In großen Zügen genommen zeigen diese Kurven einen der 90  $\text{‰}$  Kurve ähnlichen Verlauf, jedoch sind die vertikalen Bewegungen hier abgeschwächt.

Die oberen Schichten sind durchgehend ausgezeichnet ventiliert. Vergleicht man die hier obwaltenden Verhältnisse mit denen der östlich befindlichen Schnitte I—IV geht vor allen Dingen hervor, daß die 90  $\text{‰}$  Kurve im Schnitt V bedeutend tiefer liegt. Nur in den westlichsten Teilen der Schnitte IV, II und teils I erreicht sie eine ähnliche Tiefe. Die Ventilationsverhältnisse der oberen Schichten sind also um so besser, je weiter westlich wir in den Atlantischen Ozean vordringen.

Das intermediäre Gebiet: Der ganzen Länge des Schnittes V nach befindet sich in ca. 700—1200 M. Tiefe eine ausgeprägte und umfangreiche intermediäre Minimumschicht, die auch hier die Sauerstoffverhältnisse auf die ihr charakteristische Weise beeinflusst. Indessen bemerken wir, daß während in den Schnitten I—IV die 70  $\text{‰}$  Kurve als Indikator der Ausbreitung der Minimumschicht diene, es hier die 75  $\text{‰}$  Kurve ist, welche die Lage der Schicht am besten charakterisiert, mit anderen Worten verbessern sich langsam die Ventilationsverhältnisse der intermediären Minimumschicht je weiter westwärts wir im östlichen Teil des nördlichen Atlantischen Ozeans kommen. Die 70  $\text{‰}$  Kurve ist jedoch im Schnitt V immer noch in ca. 800—1000 M. Tiefe anzutreffen. Wenn auch nicht mehr so durchweg, kommt sie dennoch zerstückelt vor und begrenzt nur kleinere Partien von verhältnismäßig geringer vertikaler Ausbreitung. Diese Partien, in denen die  $\text{‰}$ -Werte  $\geq 70$  sind, nehmen sowohl in horizontaler als auch vertikaler Ausbreitung allmählich ab, je nördlicher wir den Schnitt entlang kommen: Gleich nördlich von den Azoren ist die 70  $\text{‰}$  Schicht noch sehr ausgeprägt und hat auf St. 53—54 eine vertikale Breite von ca. 300 M. Auf St. 56—58 gibt es eine Partie, wo die vertikale Ausdehnung ca. 100—200 M. ist. Nördlich von St. 58 findet sich nur noch auf St. 61 ein so niedriger  $\text{‰}$ -Wert wie 70 und zwar nur in 1000 M. Tiefe.

Den ganzen Schnitt entlang sind die  $\text{‰}$ -Werte in 700—1200 M. Tiefe für gewöhnlich  $\geq 75$ . Die Minimumschicht ist am schmalsten auf den St. 55—56 und auf St. 59. Der obere Teil der 75  $\text{‰}$  Kurve liegt durchgehend 700—800 M. tief, sinkt aber auf St. 55 in ca. 900 M. Tiefe. Die untere Kurve liegt ca. 1200 M. tief, senkt sich aber auf St. 53—55 bis auf ca. 1300—1400 M. und steigt auf St. 56 und 59 auf ca. 1000 M. Tiefe empor.

Das untere Gebiet: Zwischen ca. 1200 M. und 2000 M. Tiefe ist das Wasser überall verhältnismäßig sehr gut ventiliert, daher trifft es also auch für die Tiefenschichten zu,

daß die Ventilationsverhältnisse sich bessern je weiter westlich wir im nördlichen Atlantischen Ozean kommen. Es geht aus dem Schnitte hervor, daß die 80 ‰ Kurve auf St. 53—56 bis auf ca. 1500 M. Tiefe ansteigt und durchschnittlich auf den St. 57—62 ca. 1300—1400 M. tief liegt. Auch bemerken wir eine Verschiedenheit im Verlauf der 85 ‰ Kurve, wenn wir sie auf St. 53—56 und auf den nördlicher liegenden St. 57—62 vergleichen: Gleichwie im westlichen Teil des Schnittes IV gibt es allem Anschein nach auch auf St. 53—56 kein 85 ‰-iges Wasser oberhalb ca. 2000 M. Tiefe. Dagegen stoßen wir auf St. 57—62 überall in 2000 M. Tiefe und mehrfach auch höher hinauf auf ‰-Werte  $\geq$  85.

Die am besten ventilierten Partien der Tiefenschichten finden sich auf den St. 57 und 61 vor.

Es ist schon mehrmals erwähnt worden, daß auf den St. 53—56 Eigentümlichkeiten vorhanden sind und da dieses auch im westlichen Teil des Schnittes IV zutrifft scheint das nördlich und nordöstlich von den Azoren befindliche Gebiet komplizierte Ventilationsverhältnisse aufzuweisen. Ein näherer Vergleich der Verhältnisse auf St. 45—52 (Schnitt IV b) mit denen auf St. 53—57 (Schnitt V b) zeigt das Vorhandensein einer Ähnlichkeit des eigentümlichen Verlaufs der ‰-Kurven. So gibt es auf St. 50—45 in 100—200 M. Tiefe und auf St. 55—56 in 100—400 M. Tiefe ein intermediäres Maximumgebiet mit ‰-Werten  $\geq$  100. Auf St. 50—51 sowie auf St. 46 sind die ‰-Werte in 600 M. Tiefe  $\leq$  90. Ebenso hat man auf St. 53 und 55 entsprechende Werte in einer Tiefe von 600 M. Auf den St. 50—51 bricht die Ausbreitung des 70 ‰-igen Wassers in den intermediären Schichten ab. Dementsprechend bricht die Ausbreitung des 70 ‰-igen Wassers in den intermediären Schichten auf St. 55—56 ab.

Diese Tatsachen deuten darauf hin, daß auf der Nordseite der Azoren jedenfalls bis zu einer Tiefe von ca. 500—600 M. relativ sehr gut ventilierte Wassermassen von Westen nach Osten strömen. Ein Teil dieser Wassermassen scheint auf der Ostseite der Azoren nach Südosten abzuschwenken, wo er nach und nach relativ schlechter ventilierten Wassermassen begegnet, die in nordöstlicher Richtung zwischen den Azoren und Madeira vorzudringen scheinen, während ein anderer Teil dieser gut ventilierten Wassermengen sich nordostwärts gegen Europa weiterbewegt. (Vergl. die Verhältnisse auf St. 57—62, Schnitt V). Mit Hilfe einer solchen Deutung können wir uns viele der Eigentümlichkeiten erklären, die längs den Schnitten I—III vorgefunden worden sind: Die verhältnismäßig sehr sauerstoffreichen Partien, die von ca. 200 bis zu 600—800 M. Tiefe auf eine Reihe von Stationen vorzufinden sind [siehe z. B. St. 10—11 (Schnitt I), St. 17—19 (Schnitt II), St. 32—33 (Schnitt III)], entstammen denjenigen Wassermassen, die von Westen her nördlich von den Azoren Europa zuströmen und hierbei an verschiedenen Stellen relativ weniger gut ventiliertem Wasser begegnen, die in entsprechender Tiefe aus dem Gebiet Azoren-Madeira-Kanarische Inseln in nördlicher Richtung die Westküste Afrikas und Europas entlangströmen.

Auf den St. 57, 58, 61 und 62 (Schnitt V) wurden auch tiefer als 2000 M. Untersuchungen vorgenommen, die ergaben (siehe Tab. 2), daß die ‰-Werte von ca. 85 in 2000 M. Tiefe bei zunehmender Tiefe langsam fielen und in 3200 M. Tiefe ca. 75 betragen. Auf diese Weise wurde auch längs Schnitt V eine große intermediäre Maximumschicht zwischen ca. 1500 und 3000 M. Tiefe beobachtet, in der die ‰-Werte in der Tiefe von 2000—2400 M. durchschnittlich ca. 85 waren.

Die »Deutschland«-Expedition hatte im Jahre 1911 etwas westlich vom südlichen Teil des Schnittes V drei Stationen gehabt (St. D<sub>5</sub>—D<sub>7</sub> in Fig. 1). Noch weiter westlich und gegen den 32° w. L. zu hatte die »Margrethe«-Expedition im Jahre 1913 zwei Stationen (St. M<sub>3</sub> und M<sub>4</sub> in Fig. 1). Alle diese Stationen weisen das Vorhandensein der charakteristischen intermediären Minimumschicht in 700—1200 M. Tiefe nach. In einer

Tiefe von 800 und (oder) 1000 M. sind die ‰-Werte ca. 67, ähnlich dem, was am *südlichen Teil* des Schnittes V nachgewiesen wurde. Die intermediäre Minimumschicht, mit ‰-Werten von ca. 67 in 800—1000 M. Tiefe, hat somit im nördlichen Atlantischen Ozean eine ungeheuer große Ausbreitung in der Richtung nach Westen.

### *Schnitt VI.*

Zwischen dem 56° und 57° n. Br. wurde quer über die Rockallrinne eine Reihe von Stationen angelegt. Diese Stationen 63—70 befinden sich in verhältnismäßig ganz kurzen Abständen von einander und bilden den Schnitt VI (siehe Karte Fig. 1). Hier wurden Untersuchungen bis in zu einer Tiefe von 2500 M. vorgenommen und die vorgefundenen Sauerstoffverhältnisse sind in Tab. 2 S. 72 wiedergegeben und in den Schnitten VI a und b graphisch dargestellt (Fig. 9, S. 31).

Das oberste Gebiet: Die Ventilationsverhältnisse sind in den oberen Schichten ganz ausgezeichnet: Bis zu einer Tiefe von ca. 800 M. enthält die Rockallrinne Wasser, dessen ‰-Werte  $\geq 90$  sind. Jedoch wurden am weitesten östlich, auf St. 70, in 75 und 100 M. Tiefe ‰-Werte von bezw. 51 und 88 nachgewiesen. Hierbei ist aber zu beachten, daß wir uns hier in seichtem Gewässer befinden, wo ein reiches Tierleben die Ursache der relativ sehr niedrigen ‰-Werte zu sein scheint. (Vergl. Schnitt VIII St. 19, Fig. 11).

Von der Oberfläche abwärts bis ca. 50 M. Tiefe ist der ‰-Wert in der Regel  $\geq 100$ . Die 95 ‰ Kurve befindet sich im westlichen und mittleren Teil des Schnittes (St. 63—67) in einer Tiefe von ca. 100 M., sinkt aber auf St. 68 und scheint hier gute 800 M. zu erreichen, wonach sie auf St. 69 auf 500 M. steigt um schließlich auf St. 70, unter Land, so hoch wie auf 50—100 M. Tiefe zu kommen. Auf St. 68 befindet sich innerhalb der »Zunge«, welche die Kurve beim Sinken auf 800 M. bildet, ein intermediäres Maximumgebiet mit ‰-Werten, die in 600—800 M. Tiefe reichlich 100 betragen. Auch auf St. 66 ist in 600 M. Tiefe ein ähnliches Gebiet vorhanden. Ganz ungewöhnlich ist es in 600—800 M. Tiefe so hohe ‰-Werte anzutreffen und dieses kann nicht anders erklärt werden als daß die Stromverhältnisse in der Rockallrinne die Wassermassen der oberen Schichten in der Richtung nach Osten und abwärts gegen die Tiefe treiben, wodurch sie auf St. 68—69 eine ganz bedeutende vertikale Ausbreitung erlangen. Daher sollte die nordwärts gehende Bewegung der Wassermassen dieser Rinne gerade hier am stärksten ausgeprägt sein. Dieses stimmt mit dem Hinweis überein, »that the northward flow of the water of the Irish Current through the Rockall channel is chiefly limited to a narrow strip along the continental slope on the eastern (right) side of the channel« (Nansen 1913, S. 54). Zwischen ca. 200 und 600 M. Tiefe sind die Verhältnisse den ganzen Schnitt entlang in der Regel sehr gleichartig und die ‰-Werte betragen an den meisten Stellen 93. Die Gleichartigkeit bedeutet, daß die oberen Schichten beim Eintritt in die Rockallrinne zusammen- und in die Tiefe gepreßt werden. Die Ventilationsverhältnisse sind dort denn auch, sogar so tief wie auf 1000 M. ganz ausgezeichnet und wir können uns am Verlauf der 90- und 85 ‰ Kurven hiervon überzeugen. Auf der Westseite des Schnittes, dort wo die Rockallbank in östlicher Richtung abfällt und eine Tiefe von ca. 600—700 M. erreicht, liegen die 90- und 85 ‰ Kurven bezw. in ca. 500 und 700 M. Tiefe, d. h. ungefähr ebenso tief, wie auf St. 61—62 (Schnitt V). Je weiter östlich wir aber kommen desto mehr sinken diese Kurven verhältnismäßig schnell in die Tiefe und erreichen bereits auf St. 65 bezw. 900 und 1050 M. Danach steigen beide Kurven auf und befinden sich auf St. 67 ca. 200 M. höher, um hierauf wieder auf St. 68—69 etwas zu sinken.

Das intermediäre Gebiet: Der ganze Schnitt VI ist zwischen 1000 und 1500 M. von der charakteristischen intermediären Minimumschicht erfüllt. In keiner einzigen Tiefe Tiefe wurden hier ‰-Werte entdeckt, die so niedrig wie 70 waren. Die niedrigsten Werte



kamen auf St. 63—64 vor: Gleich östlich neben der Rockallbank befindet sich in ca. 1200 M. Tiefe ein Gebiet mit  $\text{‰}$ -Werten von nahezu 73. Im übrigen schwanken die Werte in 1000—1500 M. Tiefe zwischen 75 und 80. Daher ist es die 80  $\text{‰}$  Kurve, welche im wesentlichen die Ausbreitung der Minimumschicht so weit nördlich wie die Rockallrinne kennzeichnet. Vergleicht man die Verhältnisse mit dem nördlichen Teil des Schnittes V, sieht man, daß die obere 80  $\text{‰}$  Kurve in der Rockallrinne durchschnittlich ca. 300 M. tiefer liegt, während die untere 80  $\text{‰}$  Kurve in beiden Fällen so ziemlich gleich tief vorzufinden ist. Somit hat die vertikale Ausbreitung der intermediären Minimumschicht längs Schnitt VI ungefähr in demselben Grade abgenommen, wie die vertikale Ausbreitung der oberen Schichten zugenommen hat.

Das untere Gebiet: In den Tiefenschichten macht sich besonders die intermediäre Maximumschicht mit  $\text{‰}$ -Werten von 84—85 bemerkbar, die sich zwischen ca. 1700 und 2300 M. Tiefe vorfindet. Es ist bereits früher erwähnt worden, daß eine solche Schicht in den Tiefenschichten des östlichen Teils des nördlichen Atlantischen Ozeans vorzufinden ist. Da aber (längs Schnitt I—V) nur ausnahmsweise unterhalb 2000 M. Tiefe Untersuchungen vorgenommen worden waren, war es schwer auf Grund der zerstreuten Beobachtungen zu einer bestimmten Schlußfolgerung zu gelangen. Die den Schnitt VI entlang vorgenommenen Untersuchungen beweisen deutlich das Vorhandensein dieser Schicht, die eine gewaltige Ausdehnung zu haben scheint. (Siehe die Verhältnisse auf St. 9, 49, 57, 58, 61, 62).

#### *Schnitt VII.*

Das zwischen den britischen Inseln und dem Reykjanesrücken befindliche Meeresgebiet wurde im Juli 1913 untersucht, also zu derselben Jahreszeit, in der 1914 die Schnitte I—VI vorgenommen wurden. Im Ganzen wurden 19 Stationen gemacht, deren Lage aus der Karte auf Fig. 1, S. 5 hervorgeht.

Der südliche Schnitt — Schnitt VII in Fig. 1 — umfaßt die Stationen 2—10 und wurde bei westwärts gehendem Kurse vorgenommen. Es erstreckt sich über die Rockallbank bis zum  $31^{\circ} 7'$  w. L. Der nördliche Schnitt (Schnitt VIII), der die Stationen 10—19 umfaßt, stammt von der ostwärts gehenden Rückreise. Die Stationen 16—19 befinden sich über der Rockallrinne und der Schnitt läuft hier beinahe parallel dem Schnitte VI, der ca.  $1\frac{1}{2}$  Grad südlicher liegt.

Die auf St. 1—19 vorgefundenen Verhältnisse sind in der Tabelle 1, S. 64—65 angegeben und die Sauerstoffverhältnisse des südlichen Schnittes sind in Schnitt VII a und b graphisch dargestellt (Fig. 10, S. 34—35).

Von der Oberfläche bis zu einer Tiefe von ca. 50 M. hat das Wasser den ganzen Schnitt entlang einen  $\text{‰}$ -Wert  $\geq 100$ , wobei die größten Werte auf St. 5—7 in 25 M. Tiefe angetroffen werden.

Ungefähr gerade im Osten von St. 2 (Schnitt VII) liegt der Schnitt VI, der die Sauerstoffverhältnisse in der Rockallrinne beleuchtet. Indem man die hier nachgewiesenen Verhältnisse mit denen der St. 2—3 vergleicht, erhält man ein Bild von den Zuständen über der Rockallbank und rund um diese herum. Es ist augenfällig, daß die 90  $\text{‰}$  Kurve sich auch dort in einem gewissen Abstände von der Bank hält, wo die Tiefe bis zum Meeresboden nicht mehr als 370 M. beträgt (St. 2). Je mehr man auf der Bank vordringt, steigt die Kurve immer mehr und mehr — und zwar sowohl auf der Ost- als auch auf der Westseite — und befindet sich dort am höchsten, wo das Fahrwasser am flachsten ist. Ähnliche Verhältnisse sind früher über der Tampenbank in der Nordsee nachgewiesen worden (Gaarder 1915—16). Den ganzen Schnitt VII entlang ist das Wasser überall bis zu einer Tiefe von 500 M. ausgezeichnet ventiliert, doch sieht man einen deutlichen Unterschied zwischen den Verhältnissen im östlichen und im westlichen Teil



des Schnittes. Dieser Unterschied tritt am schärfsten im Übergangsgebiet zu Tage, das sich bei St. 5—7 findet: Die 85 und 90 ‰ Kurven liegen im westlichen Teil bedeutend höher als im östlichen Teil.

Die umfangreiche intermediäre Minimumschicht, die längs den Schnitten I—VI angetroffen wurde, findet sich auch in der ganzen Länge des Schnittes VII, wo sie zwischen ca. 500 und 1000 M. Tiefe liegt. Benutzt man hier die 80 ‰ Kurve als Indikator für deren Ausbreitung, so sieht man, daß die Minimumschicht im östlichen Teil zwischen 700 und 1100 M. Tiefe liegt und eine vertikale Breite von ca. 300 M. hat. Am tiefsten liegt sie auf St. 5, doch hebt sie sich langsam aber gleichmäßig empor, je weiter wir nach Osten gegen die Rockallbank vordringen. Der kleinste ‰-Wert wurde in 800 M. Tiefe auf St. 4 a nachgewiesen und war 72. Im westlichen Teil des Schnittes befindet die Minimumschicht sich zwischen 450 und 800 M. Tiefe, also 200—300 M. höher als im östlichen Teil. Die vertikale Ausbreitung wechselt auf den verschiedenen Stationen recht stark: auf St. 6 ist sie weniger als 100 M. breit, auf St. 7—8 ist sie ca. 300 M. breit und auf St. 9—10 ca. 150 M. breit. Die niedrigsten ‰-Werte findet man in 600 M. Tiefe auf St. 8 und 7, wo sie bezw. 73 und 75 betragen.

Mit den Schnitten I—VI verglichen weist die Minimumschicht hier eine verhältnismäßig geringe vertikale Ausbreitung und relativ gute Ventilationsverhältnisse auf.

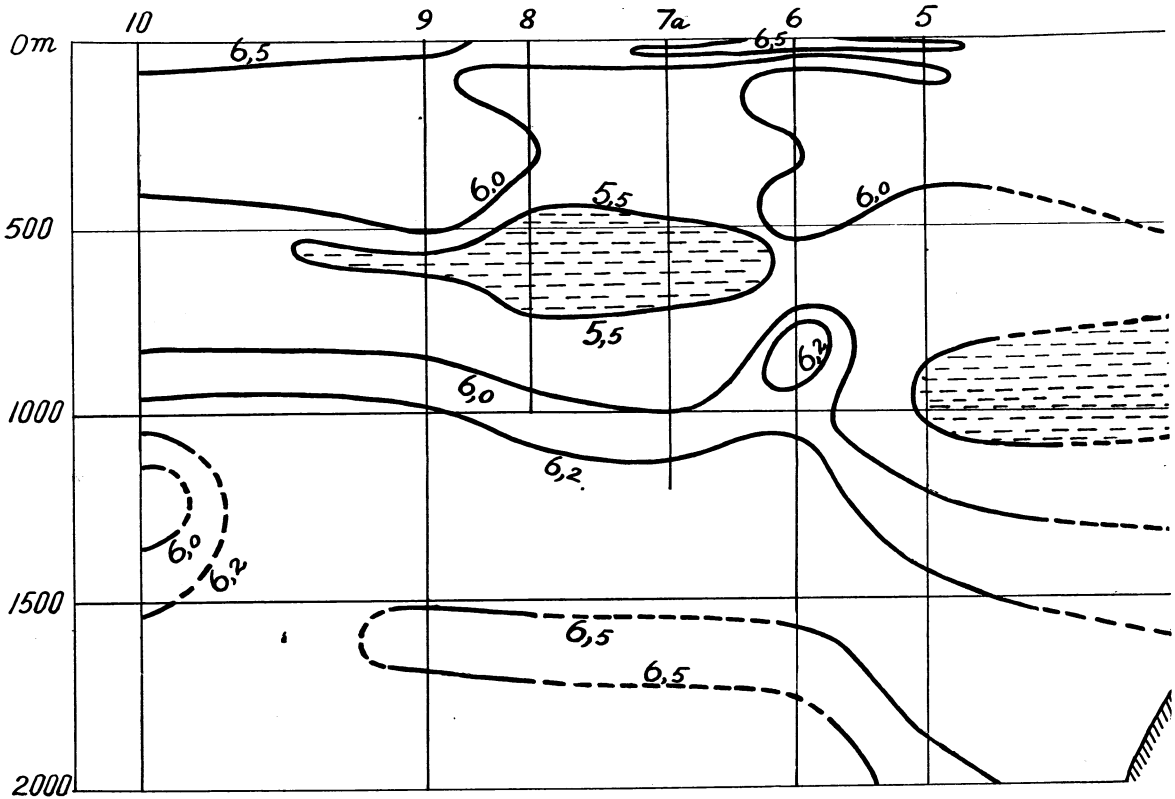
Auch die Verhältnisse unterhalb der intermediären Minimumschicht bieten viel Interessantes. So ist bis zu einer Tiefe von ca. 1500 M. ein charakteristischer Unterschied zwischen dem westlichen und dem östlichen Teil des Schnittes vorhanden: im östlichen Teil liegt die 85 ‰ Kurve ca. 1400 M. tief, während sie im westlichen Teil bis auf 900—1100 M. Tiefe emporsteigt. Auf St. 6, im Bereich des ausgeprägten Übergangsgebietes zwischen diesen zwei Teilen, scheint die Kurve sogar bis auf ca. 700 M. hinaufzukommen. In 800 M. Tiefe wurde hier nämlich ein ‰-Wert von 89 nachgewiesen. Ähnlich hohe Werte kommen auf mehreren Stationen (St. 5, 6, 9) zwischen 1200 und 2000 M. Tiefe vor. Das Tiefenwasser ist somit ausgezeichnet ventiliert.

Im westlichen Teil des Schnittes sind die Ventilationsverhältnisse in *allen* untersuchten Schichten der Wassermassen sehr gut. Dieses hängt sicher damit zusammen, daß die westlichen Stationen (St. 9 und 10) sich in der Nähe jenes Gebietes befinden, wo sich das Bodenwasser des nördlichen Atlantischen Ozeans bildet (Nansen 1912).

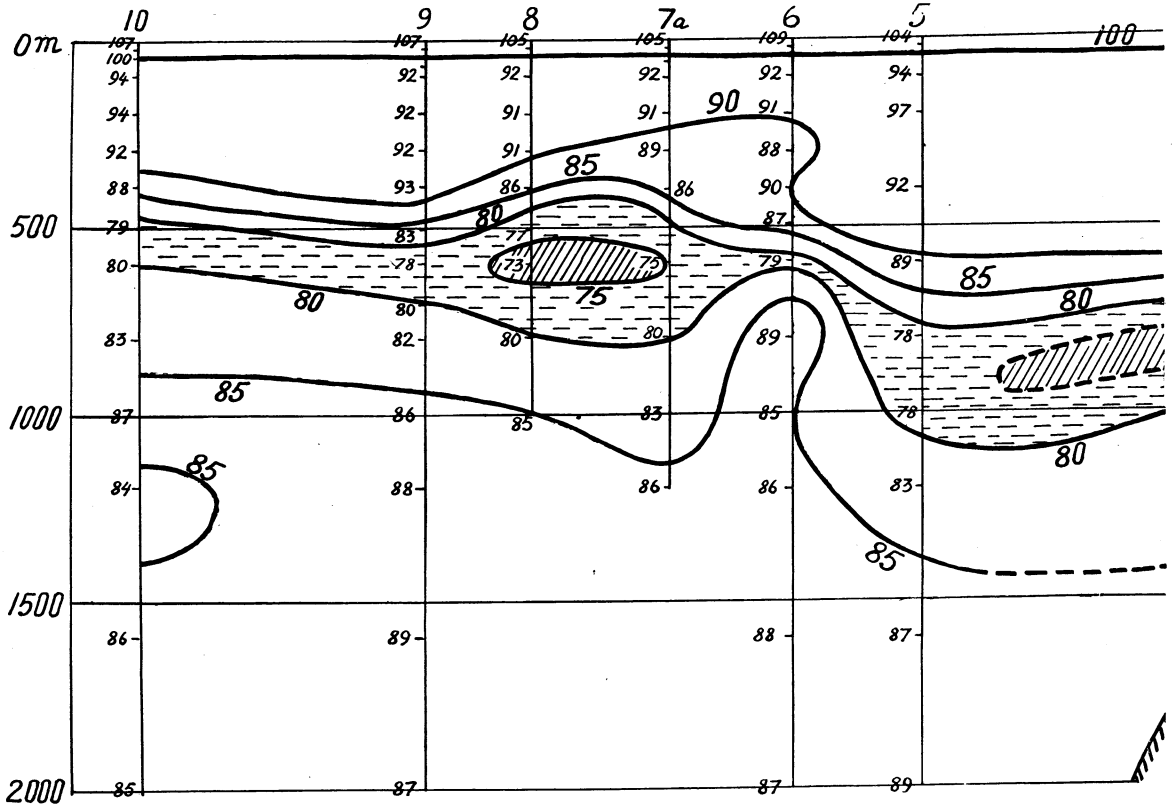
Vergleicht man die Verhältnisse längs Schnitt VII mit denen östlich: in der Rockallrinne längs Schnitt VI, und südlich: im nördlichen Teil des Schnittes V, so ist es interessant die Ausbreitung und Mächtigkeit der intermediären Minimumschicht die verschiedenen Schnitte entlang zu beobachten. Erstens bemerkt man, daß während im Schnitt V zwischen ca. 800 und 1100—1200 M. Tiefe eine große Partie mit ‰-Werten  $\geq 75$  vorhanden ist, sowohl in der Rockallrinne wie westlich von der Rockallbank so niedrige ‰-Werte nur ab und zu vorkommen. In der Rockallrinne: im westlichen Teil (St. 64—65) und zwar in 1200 M. Tiefe. Westlich von der Rockallbank: auf St. 4 (in 800 M.) und St. 8 (in 600 M. Tiefe).

Die vertikale Breite der Minimumschicht nimmt ab, wenn wir uns nordwärts der Rockallpartie nähern und dieses nach und nach in noch größerem Maße, je weiter wir längs Schnitt VII gegen Westen vordringen. Benutzt man die 80 ‰ Kurve als Indikator, so ist die vertikale Ausbreitung im nördlichen Teil des Schnittes V 600—700 M., in der Rockallrinne (Schnitt VI) 400—500 M., im östlichen Teil des Schnittes VII ca. 300 M. und im westlichen Teil desselben Schnittes ca. 150 M.

Zweitens sieht man, daß die 85 ‰ Kurve (in den Tiefenschichten) sich im nördlichen Teil des Schnittes V zwischen ca. 1500 und 1900 M. Tiefe befindet, im östlichen Teil des Schnittes VII überhalb 1500 M., dagegen im westlichen Teil desselben Schnittes so hoch wie 900 M.



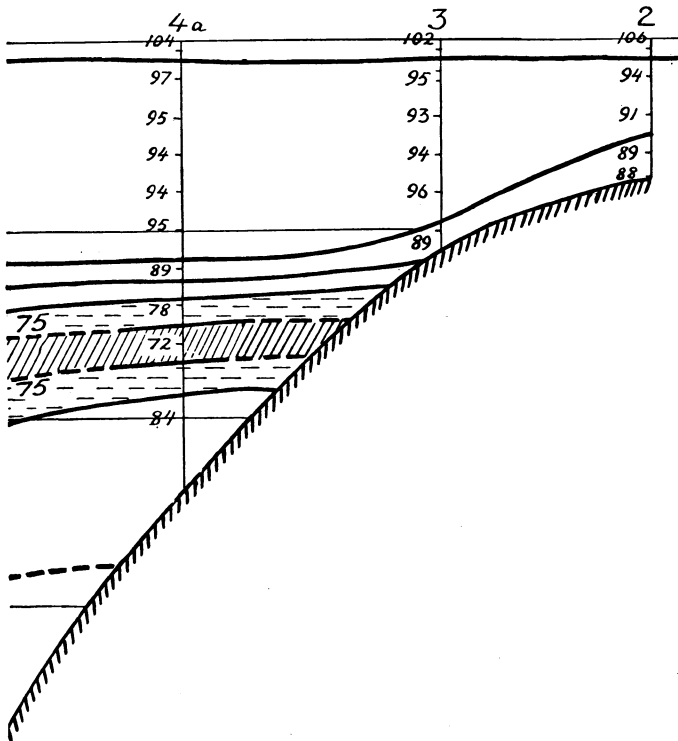
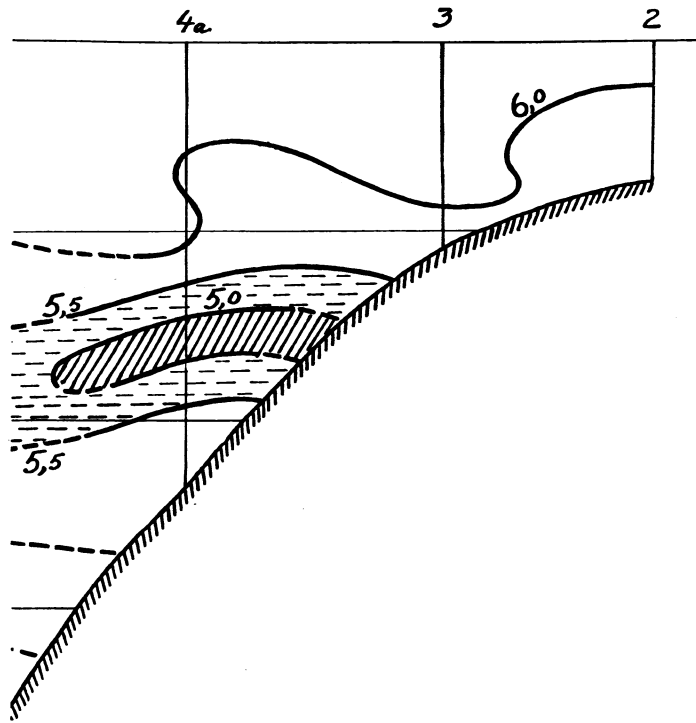
Schnitt VII a.



Schnitt VII b.

Fig. 10. Die Verteilung  
Schnitt VII a. Die Verteilung  
Schnitt VII b. Die Verteilung

Die horizontale Skala des Schnittes ist 1 : 6 000 000.  
Die vertikale » » » » 1 : 20 000.



des Sauerstoffs im vertikalen Schnitt VII.  
 des Sauerstoffgehalts, in cc. pro Liter Meerwasser.  
 des Sauerstoffprozents.

Längs Schnitt VII wurden auf St. 6 Untersuchungen unterhalb 2000 M. Tiefe vorgenommen. In der Tiefe von 2500 und 3000 M. waren die  $\text{o}/\text{o}$ -Werte beziehungsweise 83 und 81,5. Zusammen mit den übrigen Untersuchungen weisen diese Untersuchungen unterhalb 2000 M. Tiefe auf das Vorhandensein einer intermediären Maximumschicht zwischen ca. 1500 und 2500 M. Tiefe hin. Das Sauerstoffprozent erreicht in dieser Schicht an vielen Stellen des Schnittes VII nahezu den Wert 90. Auch in den Tiefenschichten des Schnittes V wurden an einigen Stellen (St. 57 und 61) ähnliche  $\text{o}/\text{o}$ -Werte nachgewiesen.

#### *Schnitt VIII.*

Von der Station 10 aus erstreckt sich der Schnitt VIII in nordöstlicher Richtung, ungefähr parallel dem Reykjanesrücken, und in einem gewissen Abstände östlich von diesem. (Siehe Karte, Fig. 1, S. 5). Dieser Schnitt erreicht im Norden den  $59\text{--}60^\circ$  n. Br. (St. 14 und 15), verändert aber südlich von Island seine Richtung nach Südosten und durchschneidet die Rockallrinne auf ca.  $58^\circ$  n. Br. Die Sauerstoffverhältnisse, welcher dieser Schnitt aufweist, sind in Tabelle 1, S. 64—65 angegeben und in den Schnitten VIII a und b, Fig. 11, S. 38—39 graphisch dargestellt.

Zwei Stationen befinden sich in der Rockallrinne und zwar liegt die eine, St. 17, in der Mitte der Rinne, wogegen die andere, St. 18, auf der Ostseite liegt, wo die Tiefe bis zum Meeresboden nur ca. 500 M. beträgt. Noch weiter östlich liegt eine dritte Station (St. 19) wo flaches Wasser vorhanden ist (140 M. bis zum Meeresboden). Die St. 16 befindet sich über der Rockallbank und die Tiefe beträgt hier ca. 300 M.

Aus dem Jahre 1913 liegen also keine so eingehenden Untersuchungen der Rockallrinne vor wie aus dem Jahre 1914. (Schnitt VI streckt sich ca.  $1\frac{1}{2}^\circ$  südlicher als der Teil des Schnittes VIII, der sich in der Rinne befindet. Im Schnitt VI ist die Rinne über 2500 M. tief, wogegen sie dort, wo Schnitt VIII liegt, nur reichlich 1800 M. tief ist).

Vergleicht man die Untersuchungen von 1913 (Schnitt VIII) mit denen von 1914 (Schnitt VI, Fig. 9), sieht man, daß die Verhältnisse in beiden Teilen der Rinne im Großen und Ganzen gleichartig sind. Die oberen Schichten weisen dieselbe vertikale Ausbreitung auf und haben in der Tiefe so gut wie dieselbe Ausdehnung. Dasselbe gilt für die intermediäre Minimumschicht. Die Tiefenschichten haben im nördlichen Schnitt eine geringere vertikale Breite als im südlichen Schnitt, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß die Rinne hier bedeutend weniger tief ist. Im Übrigen stimmen die Verhältnisse dermaßen überein wie es zu erwarten möglich war, wenn man in Betracht zieht, daß die im nördlichen Schnitt gemachten Beobachtungen an Anzahl relativ gering waren.

Auf St. 16, wo der Meeresspiegel bloß ca. 300 M. über der Rockallbank liegt, wurden in 200 und 250 M. Tiefe  $\text{o}/\text{o}$ -Werte von 91,5 und 92 festgestellt. Die  $90\text{ o}/\text{o}$  Kurve kommt hier also nicht so hoch hinauf, wie an den entsprechenden Stellen des südlichen Schnittes VII (St. 2). Jedoch zeigt sie auch hier eine ausgesprochen steigende Tendenz insofern wir von Osten oder von Westen gegen die Bank vordringen.

Von der Oberfläche bis ca. 50 M. Tiefe sind die  $\text{o}/\text{o}$ -Werte im Schnitt VIII vorwiegend  $\overline{100}$ . Je mehr wir aber auf der Ostseite der Rockallrinne in flacheres Fahrwasser kommen, nehmen die  $\text{o}/\text{o}$ -Werte in 50 M. Tiefe immer mehr ab: auf St. 17, 18 und 19 sind diese bzw. 98, 94 und 84,5. Auch im Schnitt VIII ist ein sichtbarer Unterschied zwischen dem westlichen und östlichen Teil des Abschnittes vorhanden, welcher sich westlich von der Rockallbank befindet (St. 10—15). Längs Schnitt VII liegt das charakteristische Übergangsgebiet auf St. 5—7. Gerade im Norden von St. 7 liegt St. 13. Leider haben wir nun im Osten von St. 13 (zwischen St. 13 und 14) einen großen Bezirk, aus dem keine Untersuchungen vorliegen, doch wäre es besonders wichtig gewesen die gerade hier obwaltenden Verhältnisse zu kennen. Dieses geht auch aus einem Vergleich der Sauerstoffverteilung auf St. 13 und derjenigen auf St. 14 und 14 a hervor.

Im Westen von der Rockallbank (St. 15 und 14) sinkt die 90‰ Kurve allmählich gegen die Tiefe. Auf St. 15 liegt sie in 500 M. Tiefe und sinkt auf St. 14 a bis auf 700—800 M., wonach sie schnell aufwärts steigt: Schon auf St. 14, die nur 12' weiter südlich auf derselben Länge liegt wie St. 14 a, befindet sie sich in der Tiefe von 500 M., überhalb welcher sie sich überall zwischen St. 14 und 10 zu halten scheint. Auf St. 13 und 12 haben wir sie so hoch wie auf ca. 200 M., doch fällt sie auf St. 12 steil in ca. 400 M. Tiefe zurück, in welcher Tiefe sie sich auch auf St. 10 hält.

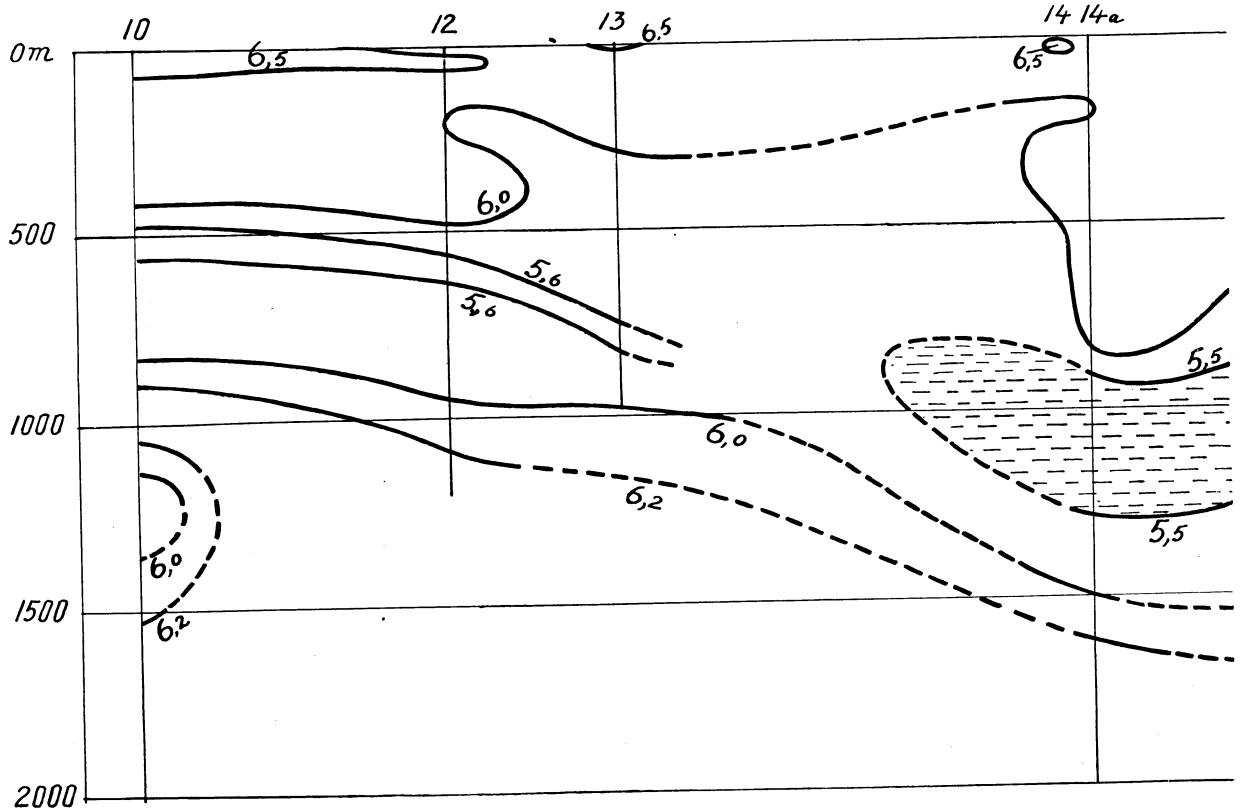
Es sieht danach aus, daß zwischen St. 12 und 14 tieferliegende Wassermassen hinaufgepreßt werden, während im Osten und speziell auf St. 14 a die oberen Schichten hinunter in die Tiefe gepreßt werden. Ein ähnliches Bild wurde im Süden auf St. 5—7 (Schnitt VII) beobachtet. Daher scheint in der Gegend, wo die St. 5—7 und 13—14 liegen, ein ausgeprägtes und sehr großes Wirbelstromgebiet zu existieren.

Im Schnitte findet sich ein charakteristischer Unterschied zwischen den St. 15—14 (im Osten) und St. 13—10 (im Westen), sowohl was die Ausbreitung der intermediären Minimumschicht gegen die Tiefe, als auch deren Mächtigkeit, anbelangt. Dieses stimmt mit den Verhältnissen weiter südlich im Schnitt VII überein, jedoch erscheint der Unterschied hier in Schnitt VIII noch ausgeprägter. In dem östlichen Teil (St. 14—15) scheint die Minimumschicht eine vertikale Breite von ca. 400 M. zu haben. Auf St. 15 liegt sie zwischen ca. 700 und 1100 M. Tiefe, sinkt aber je weiter nach Westen wir kommen und liegt auf St. 14 a so tief wie zwischen ca. 900 und 1300 M. Tiefe. Hier auf St. 14 a wurde in 1000 M. Tiefe der niedrigste ‰-Wert nachgewiesen und zwar betrug er 74. Somit liegt die Minimumschicht im nördlichen Schnitt VIII etwas tiefer als im südlichen Schnitt VII.

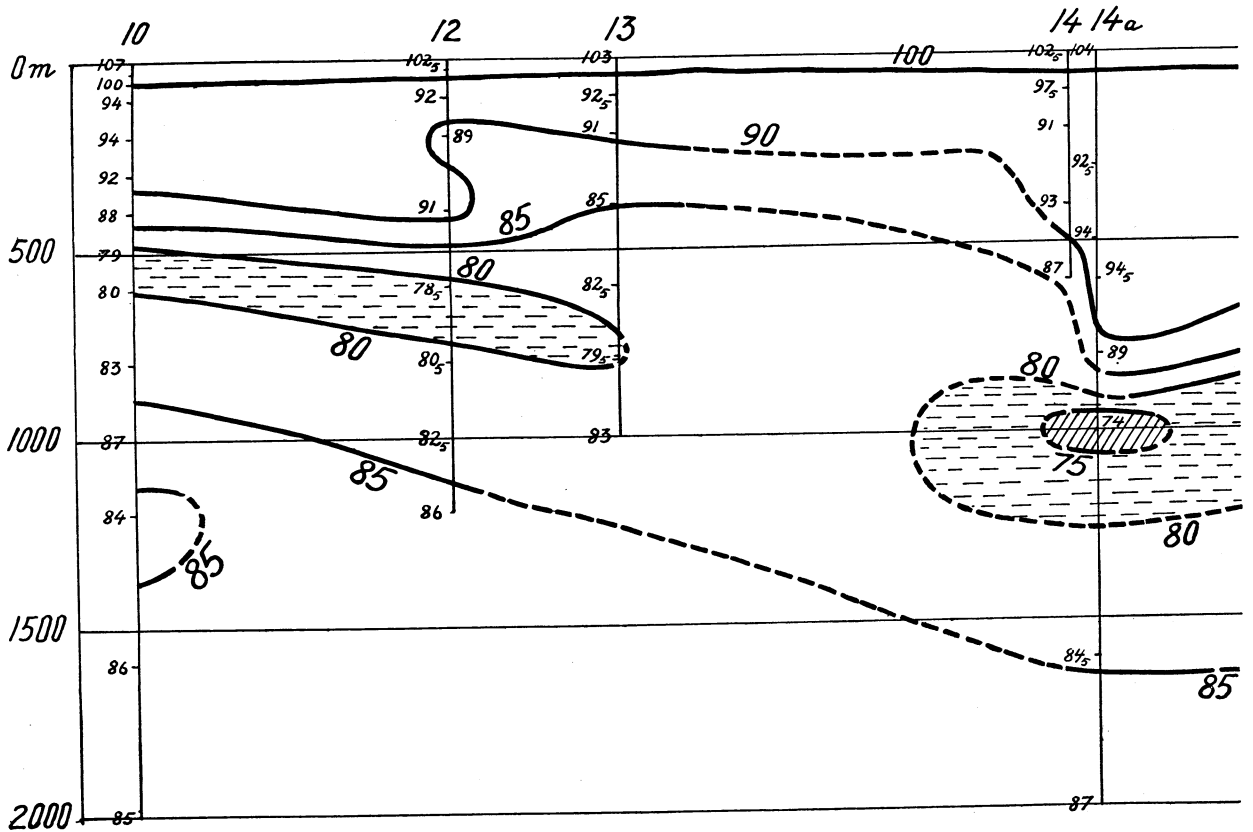
Im westlichen Teil des Schnittes (St. 10—13) liegt die Minimumschicht bedeutend höher und hat eine geringere vertikale Ausbreitung. Die Breite scheint 100—150 M. nicht zu übersteigen. Auf St. 10 befindet sich die Schicht zwischen 500 und 600 M. Tiefe, sinkt jedoch langsam, je weiter wir in nordöstlicher Richtung vorgehen und ist auf St. 13 in ca. 800 M. Tiefe anzutreffen. Auf den St. 10—13 wurden keine niedrigeren ‰-Werte als 78,5 nachgewiesen. Die Ventilationsverhältnisse sind hier also in *allen* Tiefen sehr gut: Je mehr wir uns dem Meeresgebiet über dem Reykjanesrücken nähern, werden die Ventilationsverhältnisse besser und besser.

Die unterhalb der intermediären Minimumschicht befindliche 85‰ Kurve erreicht in dem westlichsten Teil 900 M. Tiefe, während sie im Osten gegen die Rockallbank in so großer Tiefe wie 1600 M. liegt. (Im Schnitt VII zeigt sie einen entsprechenden Verlauf). Aus größeren Tiefen als 1000 M. liegen nur wenige Bestimmungen der Sauerstoffprozentage vor. Die vorhandenen Bestimmungen (siehe St. 10 und 14 a) weisen zwischen 1000 und 2500 M. Tiefe ‰-Werte von ca. 85—87 auf.

In dem Meeresgebiet, in welchem sich die Schnitte VII und VIII befinden, sind vor dem Jahre 1913 keine Untersuchungen angestellt worden. Von anderen Untersuchungen liegt bloß eine einzige vor und zwar untersuchte die »Margrethe«-Expedition am 22/VII 1913, gleichzeitig mit unserer Untersuchung von St. 12, die Verhältnisse auf St. M<sub>2</sub>, die 1° gerade nördlich von der St. 6 im Schnitt VII liegt. (Siehe Fig. 1, S. 5). Wir bemerken, daß auf St. M<sub>2</sub> in 800 und 1000 M. Tiefe ‰-Werte von 72 und 70 festgestellt wurden. Sogar in einer Tiefe von 1400 M. waren die ‰-Werte auf St. M<sub>2</sub> nicht größer als 77,5. Mit anderen Worten ist die intermediäre Minimumschicht hier tief hinuntergepreßt und besitzt hier eine vertikale Breite von über 600 M! Somit kommen im verhältnismäßig kleinen Gebiet, welches die Stationen 5, 6, 7 und M<sub>2</sub> umfaßt (siehe Fig. 1) sehr große Schwankungen vor.



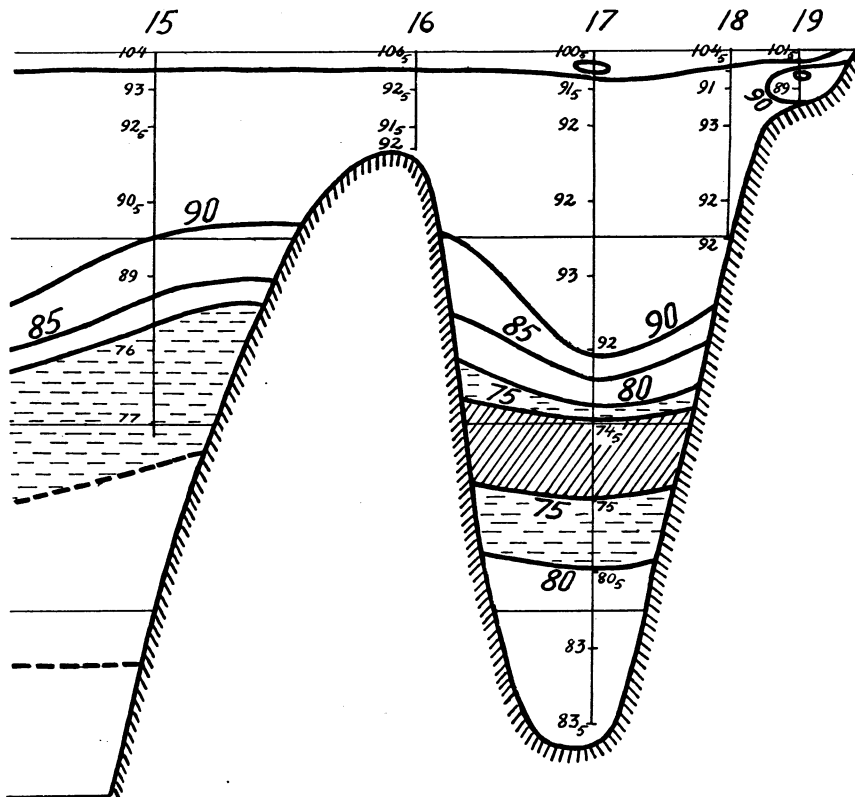
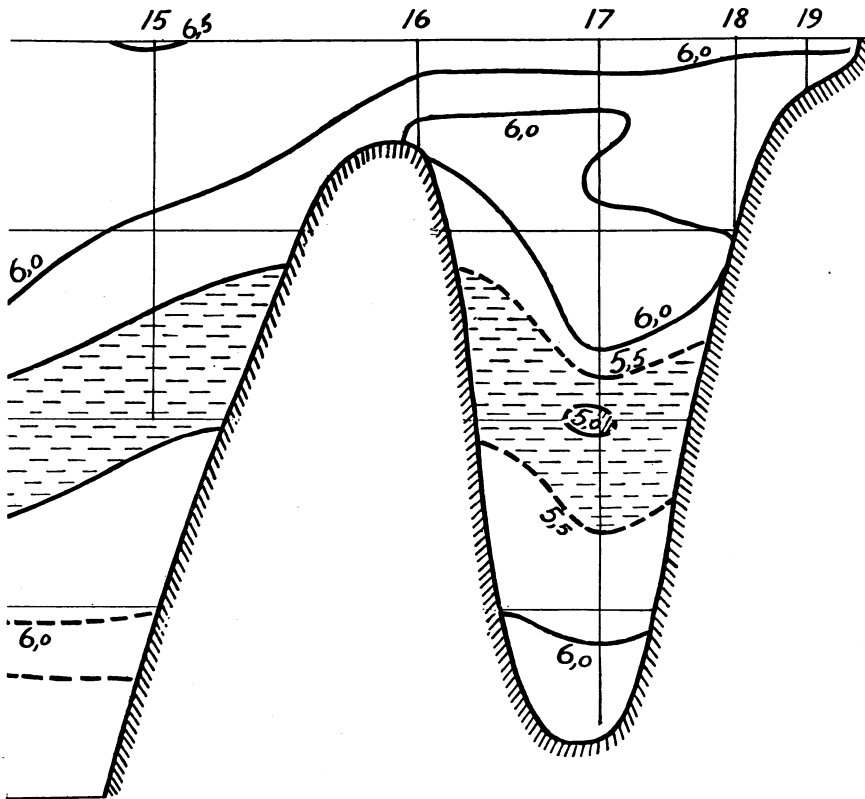
Schnitt VIII a.



Schnitt VIII b.

Fig. 11. Die Verteilung Schnitt VIII a. Die Verteilung Schnitt VIII b. Die Verteilung

Die horizontale Skala des Schnittes ist 1: 6 000 000.  
Die vertikale » » » » 1: 20 000.



des Sauerstoffs im vertikalen Schnitt VIII.  
 des Sauerstoffgehalts, in cc. pro Liter Meerwasser.  
 des Sauerstoffprozents.

### *Die horizontale Ausbreitung des Sauerstoffes.*

Das von den vertikalen Schnitten I—VIII stammende Material trägt dazu bei einen Einblick in den horizontalen Wechsel der Sauerstoffverhältnisse des nordöstlichen Atlantischen Ozeans gewinnen zu lassen.

Es wurde früher (auf S. 7) erwähnt, daß der Sauerstoff, in den oberen Wasserschichten und insbesondere zwischen der Oberfläche und einer Tiefe von ca. 100 M., im Laufe kurzer Zeit verhältnismäßig stark zu wechseln pflegt. Dieses wird hauptsächlich von den Meerespflanzen bewirkt, jedoch machen sich hier auch eine Reihe anderer Faktoren stark geltend und daher ist es schwer auf Grund der hier gesammelten Sauerstoffproben ein Bild der allgemeinen Zustände zwischen der Oberfläche und ca. 100 M. Tiefe zu entwerfen. Unterhalb ca. 100 M. Tiefe geht der Wechsel in ein- und derselben Wassermasse langsamer vor sich und die Verhältnisse sind stabiler. Infolgedessen ist hier mehr Aussicht vorhanden mit Hilfe des gesammelten Sauerstoffmaterials ein Bild der allgemeinen Verhältnisse zu entwerfen, selbst wenn dieses Bild an der Hand eines verhältnismäßig spärlichen Materials notwendigerweise ziemlich unvollständig sein muß.

Die Schnitte I—VIII beweisen, daß selbst in den größten Tiefen, die untersucht wurden, *die Sauerstoffverhältnisse bei weitem wechselreicher und komplizierter sind als früher vermutet worden ist.* Die graphischen Darstellungen der vertikalen Ausbreitung des Sauerstoffes die Schnitte entlang geben daher ein unvollständiges Bild der *wirklichen* Zustände. Wenn wir jetzt versuchen wollen mit Hilfe des gesammelten Materials einen Einblick in die horizontale Ausbreitung des Sauerstoffes zu erlangen, gilt es in noch größerem Maße, daß es nur ein unvollkommenes Bild sein kann, welches wir zeichnen können. Erstens hat es sich erwiesen, daß überall, wo Untersuchungen ausgeführt wurden, die Verhältnisse stark wechselten und demnächst sind sehr große Gebiete des nordöstlichen Atlantischen Ozeans bisher noch garnicht untersucht worden (siehe Karte, Fig. 1, S. 5). Es muß die Aufgabe zukünftiger Expeditionen sein ein Licht auf die Ventilationsverhältnisse dieser Gebiete zu werfen. Das Material, welches zur Zeit benutzt werden kann, stammt hauptsächlich von den Schnitten I—VIII, welche die »Armauer Hansen«-Expeditionen in den Jahren 1913 und 1914 vorgenommen haben. Hierzu kommen die Untersuchungen der »Planet«-, »Deutschland«-, »Thor«- und »Margrethe«-Expeditionen. (Siehe Fig. 1, S. 5). In einer Reihe Karten, Fig. 12—20, sind die ‰-Werte eingezeichnet, welche in ein- und derselben Tiefe von den obenerwähnten Expeditionen nachgewiesen worden sind. Hierdurch entstehen horizontale Schnitte durch den nordöstlichen Atlantischen Ozean in 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1600 und 2000 M. Tiefe, welche uns über die horizontalen (und vertikalen) Schwankungen des Sauerstoffprozentages aufklären. Zwecks Kenntnisnahme der Schwankungen sind Fig. 12—20 zu studieren. Die kurze hier nachfolgende Besprechung dient als Orientierung der Figuren.

In 100 M. Tiefe (Fig. 12, S. 41) schwankt der ‰-Wert durchgehend von 90—95. Am niedrigsten ist er in der Nähe von Europas Südwestküste: Außerhalb Spaniens und Portugals Süd- und Westküste ist er unter 90 und an einer vereinzelter Stelle (auf St. 25, Schnitt II) nicht größer als 79. Zwischen Madeira und den Azoren, sowie südlich von diesen Inseln ist der ‰-Wert oft  $\geq$  100. So hohe Werte werden sonst nur gelegentlich in den übrigen Meeresgebieten angetroffen. Gerade nördlich von den Azoren erstreckt sich ein recht breiter Gürtel mit ‰-Werten  $\geq$  95 in nordöstlicher Richtung gegen Irland. In der Höhe von Irland streckt er sich teils weiter nordwärts bis in die Rockallrinne, biegt jedoch in seiner Hauptlinie südlich von der Rockallbank nach Westen und geht dann, ungefähr südlich von Island, nach Norden. Zu beiden Seiten des Gürtels sind die ‰-Werte durchweg unter 95.



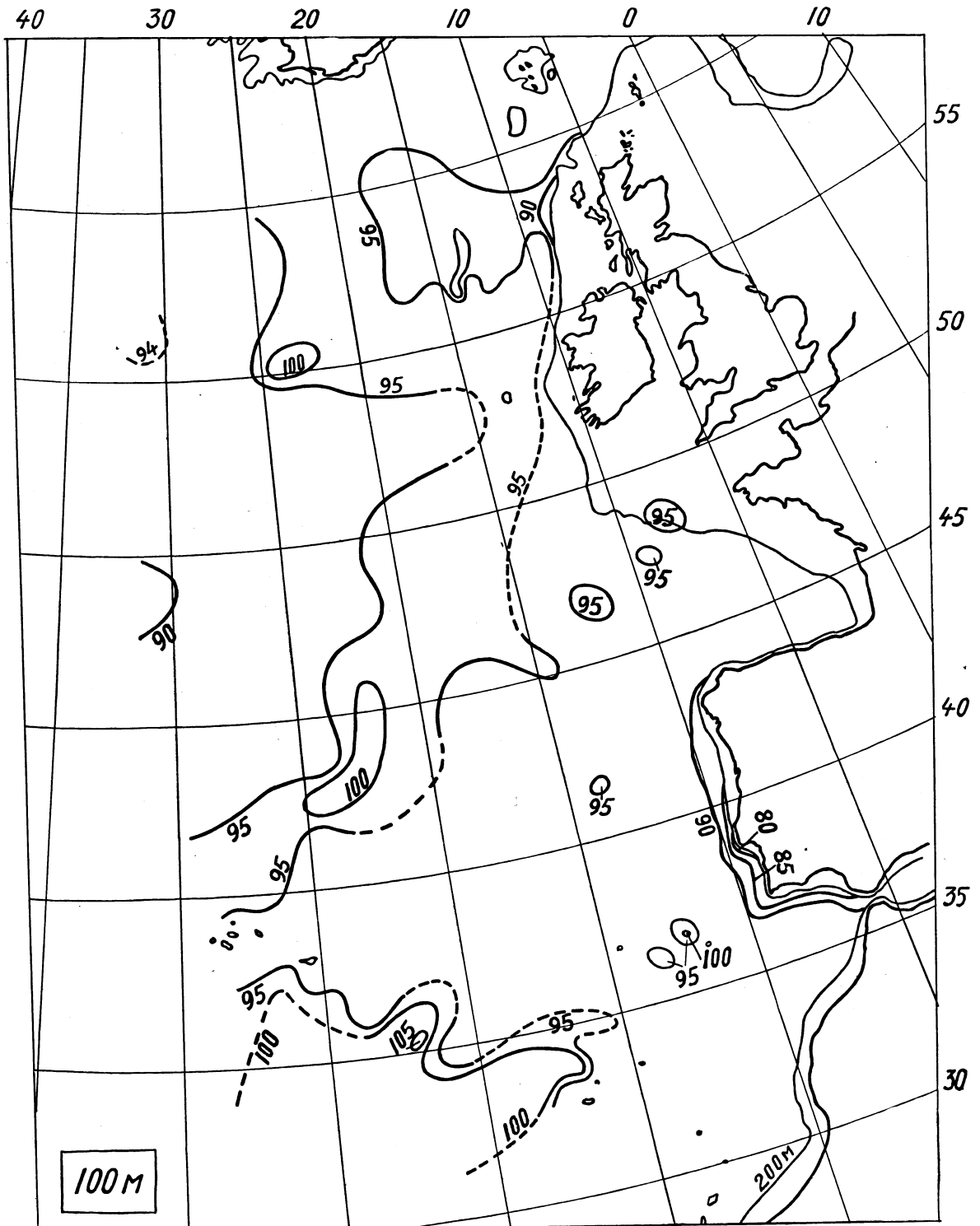


Fig. 12. Die Verteilung des Sauerstoffprozents in 100 M. Tiefe.

In 200 M. Tiefe (Fig. 13, S. 43) sieht man, daß die 90 ‰ Kurve, welche in 100 M. Tiefe außerhalb Spaniens und Portugals Süd- und Westküste liegt, hier weit mehr nach Westen vorgedrungen ist, wie zugleich sie einen Vorstoß in nördlicher Richtung im Golf von Biscaya und in südwestlicher Richtung im Gebiet zwischen Madeira und den Azoren, sowie im Süden von diesen, gemacht hat. Im Osten von der 90 ‰ Kurve dringen die 85-, 80- und 75 ‰ Kurven von der Gibraltarbucht und der Afrikaküste in der Richtung nach Westen vor: d. h. je mehr wir uns hier der Küste nähern, desto weniger gut erscheint das Wasser ventiliert.

Im Westen von der 90 ‰ Kurve, außerhalb Südwesteuropas, scheinen die ‰-Werte durchweg zwischen 90 und 95 zu betragen. Indessen gibt es eine Reihe von Ausnahmen (siehe Fig. 13). Zum Beispiel sind die Azoren von einem Gebiet umgeben, wo die ‰-Werte  $< 90$  sind und es kommen so niedrige Werte wie 84 vor.

Im Norden von den Azoren streckt sich — gleichwie in 100 M. Tiefe — ein Gürtel mit ‰-Werten  $\geq 95$  in nordöstlicher Richtung nach den britischen Inseln hin. Auf der Ostseite der Rockallrinne und nordwärts durch die Faerö-Shetlandsrinne hindurch befindet sich ein ähnliches Gebiet, ebenso südwestlich von der Rockallbank. Diese Gebiete sind durchweg am besten ventiliert. Fig. 13 beweist, daß auch mehrere verhältnismäßig kleinere Gebiete vorkommen, wo die ‰-Werte  $\geq 95$  und zuweilen sogar 100 sind. Besonders zu erwähnen sind hier das Gebiet im Südosten von den Azoren (längs Schnitt IV) und das Gebiet im Westen von Portugal (längs Schnitt II).

Begeben wir uns so weit nach Westen wie bis zu den St.  $M_3$  und  $M_4$  der »Margrethe«-Expedition (siehe Fig. 1, S. 5) auf  $31\text{—}32^\circ$  w. L., dann sind die ‰-Werte hier  $< 90$  und auf St.  $M_3$  nicht größer als 82. Gerade im Norden von diesen Stationen liegen die westlichen Teile der Schnitte VII und VIII, wo aber die ‰-Werte  $\geq 90$  sind.

In 400 M. Tiefe (Fig. 14, S. 45) beobachtet man, daß das Gebiet, welches von der 90 ‰ Kurve begrenzt wird und vorwiegend ‰-Werte  $\geq 90$  aufweist, immer mehr nach Norden und teilweise nach Osten gegen die Küsten Europas verschoben wird, je mehr man in die Tiefe hinabsteigt. Gebiete mit ‰-Werten  $\geq 95$  findet man im östlichen Teil der Rockallrinne und nahe dem südwestlichen Teil der Rockallbank, sowie etwas nördlich von den Azoren (St. 56, Schnitt V) und in der Nähe von der Kontinentalstufe nordwestlich vom Golf von Biscaya (St. 6, Schnitt I).

Die 85 ‰ Kurve ist aus Süden, Westen und Osten in den nordöstlichen Teil des Atlantischen Ozeans hineingerückt und bildet eine zusammenhängende bogenförmige Kurve, die sich aus dem Gebiete südöstlich von den Azoren nordwärts auf beiden Seiten der 90 ‰ Kurve erstreckt.

Die 80 ‰ Kurve, die in 200 M. gerade außerhalb des südwestlichen Teil der Pyrenäischen Halbinsel liegt, bewegt sich sowohl nach Westen als auch nach Norden, sobald wir uns der Tiefe nähern. In 400 M. Tiefe befindet sie sich ein gutes Ende westlich und südwestlich von Madeira und geht von hier in nordöstlicher Richtung nach dem Süden Portugals zu, wo sie eine lange, verhältnismäßig breite Zunge nach Norden die Küste entlang bildet. An der Westküste Portugals gibt es eine schmale Partie mit ‰ Werten  $> 80$ . Etwas westlich von der Gibraltarbucht und südlich von Portugal umschließt die 75 ‰ Kurve ein kleineres Gebiet mit Werten  $\leq 75$ . Dasselbe ist im Westen von der Straße von Gibraltar der Fall. Gleich im Osten von der Straße, kommen im Mittelmeer Werte von 68 vor.

In 600 M. Tiefe (Fig. 15, S. 47) gibt es gleich östlich von den Azoren ein verhältnismäßig großes Gebiet mit ‰-Werten  $\geq 90$ . So hohe ‰-Werte kommen sonst nur in der Rockallrinne vor und teils nördlich von der Rockallbank, sowie in einem kleineren Gebiet im Westen vom Golf von Biscaya (St. 10, Schnitt I). Die 80 ‰ Kurve liegt südlich von den Azoren auf der Höhe von Madeira. Von hier dringt sie in nordöstlicher Richtung

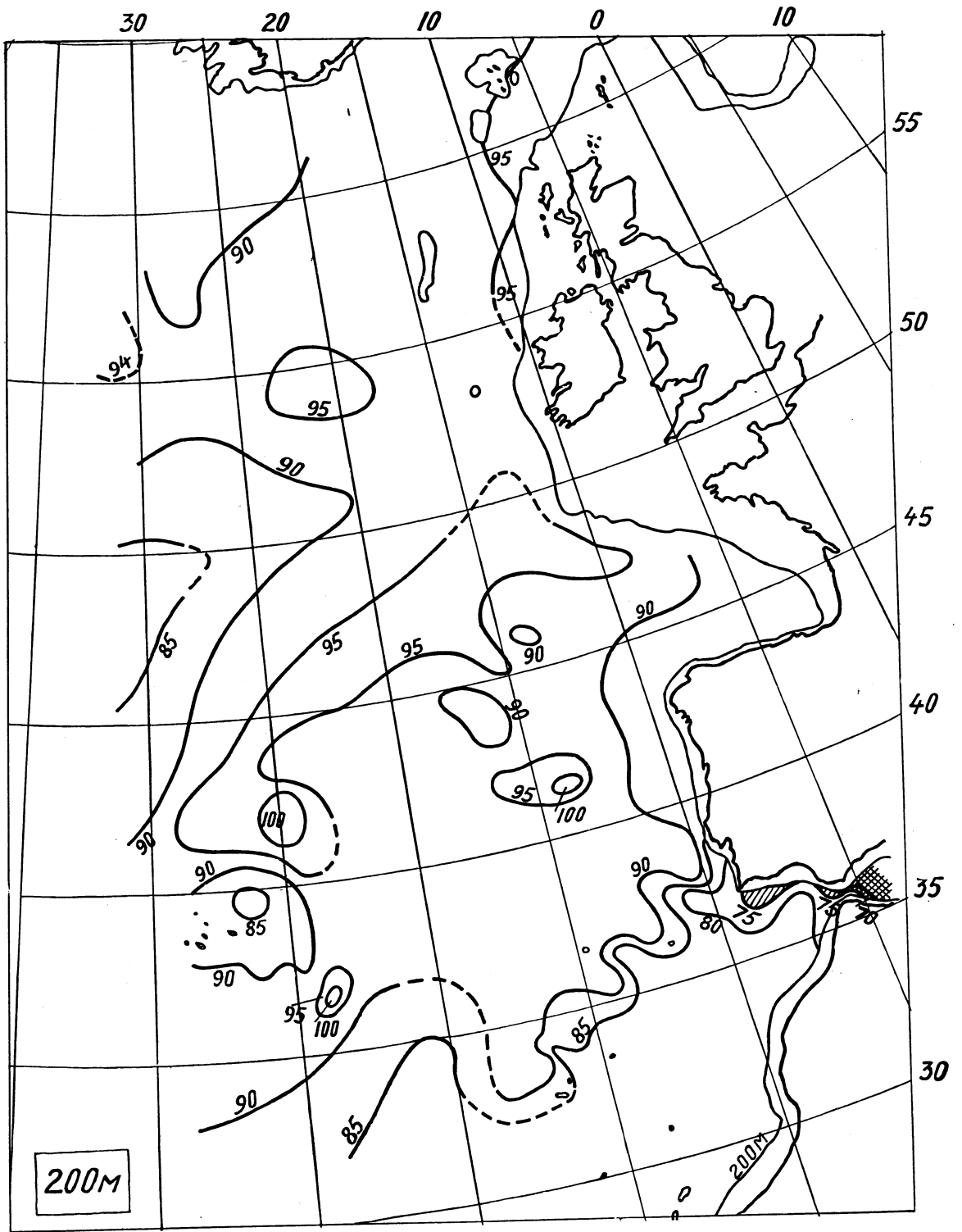


Fig. 13. Die Verteilung des Sauerstoffprozents in 200 M. Tiefe.

nach Kap Finisterre vor, biegt aber in beträchtlichem Abstände westlich von Portugal nach Norden ab und setzt dann gegen den Kontinental-Abhang südlich von Irland fort.

Im Osten von der 80 ‰ Kurve sinken die ‰-Werte, je näher wir der Westküste Afrikas und Südeuropas kommen. Zum Beispiel bemerken wir den Verlauf der 70 ‰ Kurve dort, wo sie sich gegen Madeira und an dieser vorüberdrängt, um schließlich in nördlicher Richtung außerhalb Portugals Südwestküste eine mächtige Zunge zu bilden.

Auch gleich im Süden vom Reykjanesrücken erstreckt sich ein recht breiter Gürtel in südlicher Richtung, der ‰-Werte  $< 80$  und in seinen zentralen Teilen sogar  $\leq 75$  aufweist (die westlichen Teile von Schnitt VII und VIII, »Margrethe«-St. M<sub>3</sub>). Auf diese Weise begrenzt die 80 ‰ Kurve ein großes und breites Gebiet im zentralen Teil des gesamten nordöstlichen Atlantischen Ozeans, wo die ‰-Werte  $> 80$  sind. Das Gebiet erstreckt sich auch südlich und östlich von den Azoren. Es kommen jedoch in demselben einzelne charakteristische lokale Minimumgebiete mit ‰-Werten  $< 80$  vor. Zum Beisp. dasjenige über dem Azorenplateau, und das auf der Höhe von Kap Finisterre, gerade nördlich von Madeira.

In 800 M. Tiefe (Fig. 16, S. 49) wird man einer weiteren Entwicklung des nördlichen Vordringens der ‰ Kurven gewahr, in je größere Tiefen man kommt.

Die 65 ‰ Kurve zeigt sich im Süden von den Azoren, dringt in nordöstlicher Richtung gegen Madeira vor und weiter in die Gibraltarbucht. Im Süden von den Azoren dringt auch die 70 ‰-Kurve nach Norden gegen den südöstlichen Teil der Azoren vor, wonach sie einen großen Bogen westlich um das Azorenplateau bildet, um danach nach Nordosten in der Richtung auf die britischen Inseln unter recht ausbuchtendem und kompliziertem Verlauf fortzusetzen: Zwischen den Azoren und den britischen Inseln kommen mehrere lokale Maximumgebiete vor, in denen die ‰-Werte bis auf 90 oder sogar höher hinaufkommen (z. B. gleich nördlich von den Azoren, längs Schnitt I im Westen vom Golf von Biscaya und gleich außerhalb des Kontinental-Abhanges im Nordwesten vom Golf). Auch außerhalb des südlichen Teils der Westküste Portugals gibt es ein ganz ausgeprägtes Gebiet mit ‰-Werten  $> 70$ . Ebenso hat man im Süden und Südwesten von den Azoren ein großes Gebiet mit Werten  $> 70$ , was deutlich aus dem Verlauf der 70 ‰-Kurve hervorgeht, sowie noch mehr aus dem Umstande, daß die 75 ‰ Kurve dieses Meeresgebiet noch nicht verlassen hat (vergl. Fig. 16).

Die 75 ‰ Kurve erstreckt sich bei der Rockallbank nordwärts und scheint im Westen von dieser weiter vorzudringen. Die 80 ‰ Kurve ist in die Rockallrinne verdrängt und bildet im Norden der Bank eine Zunge nach Südwesten zwischen dieser, Island und dem Reykjanesrücken, daher sind die Gebiete mit ‰-Werten  $\geq 80$  hier weniger umfangreich als in 600 M. Tiefe. Sie finden sich hauptsächlich nur im Norden und Osten der Rockallbank. In der Rockallrinne sind die ‰-Werte an vielen Stellen  $> 90$  und an einer Stelle sogar 101. Im Westen von der Bank ist der Wert nicht höher als 89. Im Gebiet, in dem die westlichen Teile der Schnitte VII und VIII liegen, dringt eine scheinbar von Westen (und Südwesten) kommende mächtige Zunge mit ‰-Werten  $\geq 80$  vor. Hier wurden sogar so hohe Werte wie 89 vorgefunden.

Die Verhältnisse in 1000 M. Tiefe (Fig. 17, S. 51) sind denen in 800 M. Tiefe sehr ähnlich. Auch hier kommen im Gebiet zwischen dem Golf von Biscaya im Norden, und Madeira und den Azoren im Süden, Prozentwerte vor, die vorwiegend zwischen 65 und 70 liegen. Die 65 ‰ Kurve erreicht von Süden kommend das im Südosten von den Azoren befindliche Gebiet, geht aber von hier in südöstlicher Richtung, südlich um Madeira herum, um darauf nach Norden und Nordosten in die Gibraltarbucht vorzudringen. In der Nähe der Kurve befinden sich mehrere mehr oder weniger ausgeprägte, lokale Maximumgebiete. Besonders charakteristisch ist dasjenige im Südosten von den Azoren. Die 70 ‰ Kurve hat hier in den Hauptzügen einen ähnlichen Verlauf wie in der Tiefe von 800 M. Im

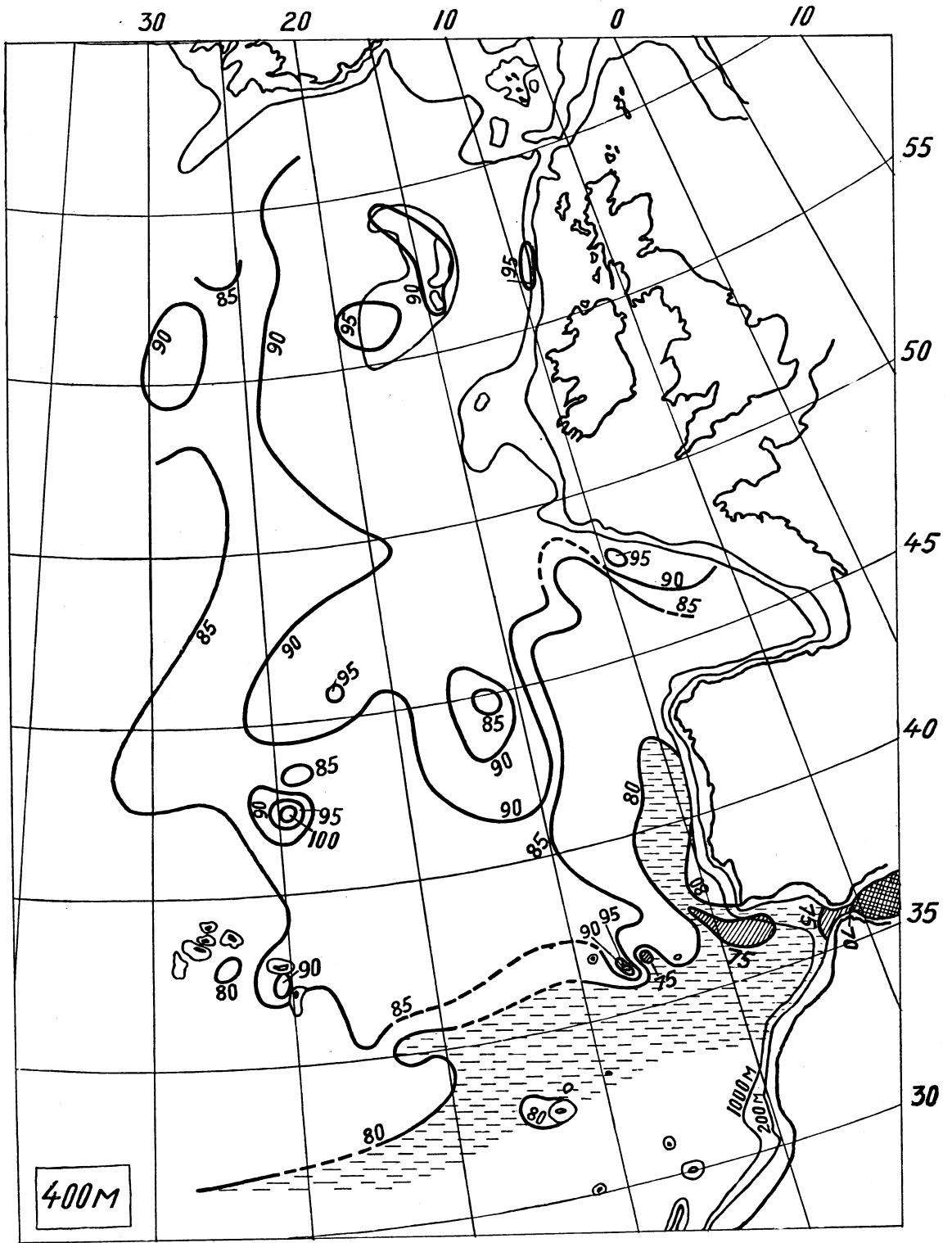


Fig. 14. Die Verteilung des Sauerstoffprozents in 400 M. Tiefe.

Südwesten der Küste Portugals kommt ein schmaler Streifen mit  $\%$ -Werten  $> 70$  vor. (Vergl. die entspr. Stelle auf Fig. 15 und 16). Etwas nördlich von den Azoren ist ein verhältnismäßig großer Bezirk mit  $\%$ -Werten  $> 70$  vorhanden und außerhalb des Abhangs, im Nordwesten vom Golf von Biscaya, hat man einen Bezirk, in dem die  $\%$ -Werte 84 erreichen.

Die 75  $\%$  Kurve weist einen recht interessanten Verlauf auf. Sie drängt sich nordwärts gegen die Rockallbank und tritt in die Rockallrinne ein (vergl. die Verhältnisse in 800 M. Tiefe, Fig. 16), wo sie auf der Höhe von Irlands Nordküste nach Osten gegen den Kontinental-Abhang abschwengt. Weiter im Norden wird sie wieder sichtbar und begrenzt einen bogenförmigen Gürtel, der sich im Norden und Westen von der Rockallbank erstreckt. Die  $\%$ -Werte sind im Bereich dieses Gürtels  $\leq 75$ . Gleich im Süden und Osten von der Rockallbank gibt es verhältnismäßig kleinere Bezirke, wo die  $\%$ -Werte  $> 80$  sind.

Indem man von 800 M. (Fig. 16) auf 1000 M. Tiefe übergeht bemerkt man im Süden vom Reykjanesrücken ein charakteristisches in östlicher Richtung gehendes Vordringen von Kurven die  $\%$ -Werte  $\leq 80$  aufweisen (im westl. Teil der Schnitte VII und VIII). Hiermit übereinstimmend sieht man auch, daß die im Süden, Südosten und Osten von diesen Kurven befindliche und bisher nach Norden vordringende 75- (und 70-)  $\%$ -Kurve eine südostwärts zurücktretende Bewegung zu zeigen beginnt (vergl. Fig. 16 und 17).

In 1200 M. Tiefe (Fig. 18, S. 53) zeigt der Verlauf der  $\%$ Kurven, daß eine sehr schnelle Entwicklung der Verschiebungen stattgefunden hat, deren Beginn wir beim Übergang von 800 M. auf 1000 M. Tiefe beobachtet haben.

Die 65  $\%$  Kurve hat nicht nur ihr aus südlicher Richtung kommendes Vordringen gegen die Azoren, Madeira und die Gibraltarbucht eingestellt, sondern sie hat sich so weit nach Süden zurückgezogen, daß sie aus unserem Untersuchungsgebiet verschwunden ist. Auch in der Lage der 70  $\%$  Kurve sieht man eine große Veränderung: Diese ist so stark nach Südosten gerückt, daß sie sich südöstlich von den Azoren befindet, von wo sie sich nach Ost-Nordost in der Richtung auf die Südspitze Portugals bewegt. Etwas außerhalb des Abhangs richtet sie sich nach Norden, bis daß sie auf der Höhe von Kap Finisterre nach Westen schwingt und eine charakteristische zungenförmige Partie bildet, indem sie sich wieder nach Osten und Nordosten in der Richtung nach der Bretagne zurückzieht. Sie zeigt auch außerhalb des Golfes von Biscaya einen sehr ausbuchtenden und zungenförmigen Verlauf.

Beim Übergang von 1000 M. auf 1200 M. Tiefe zeigt die 75  $\%$  Kurve eine deutliche südwärts und südostwärts gehende Bewegung, jedoch bei weitem nicht in dem Grade, wie es bei der 70  $\%$  Kurve der Fall ist. Sie befindet sich nicht mehr im Westen und Norden von der Rockallbank, sondern bildet eine nordwärts gerichtete Zunge im westlichen Teil der Rockallrinne.

In ihrer Bewegung nach Süden hält sie sich mehr östlich als in 1000 M. Tiefe, geht aber auf der Höhe von Kap Finisterre (und ungefähr im Norden von den Azoren) nach Westen. Hierdurch entsteht eine ausgeprägte Einbuchtung der Kurve im zentralen Teil des nordöstlichen Atlantischen Ozeans. Diese Einbuchtung kann schon in 800 M. Tiefe (Fig. 16) beobachtet werden und sie hat sich in 1000 M. Tiefe noch mehr entwickelt. (Fig. 17).

Im Südosten von der Einbuchtung, weiter seewärts im Westen von Portugal, kommen zwei ausgeprägte Gebiete vor, wo die  $\%$ -Werte  $\leq 75$  sind. Diese befinden sich verhältnismäßig nahe und gerade im Süden und Südosten von der charakteristischen Zunge, welche die 70  $\%$  Kurve im nördl. Atlantischen Ozean auf der Höhe von Kap Finisterre bildet und die in ihrem westlichen Teil ein ausgeprägtes Minimumgebiet mit so niedrigen  $\%$ -Werten wie 64 hat.

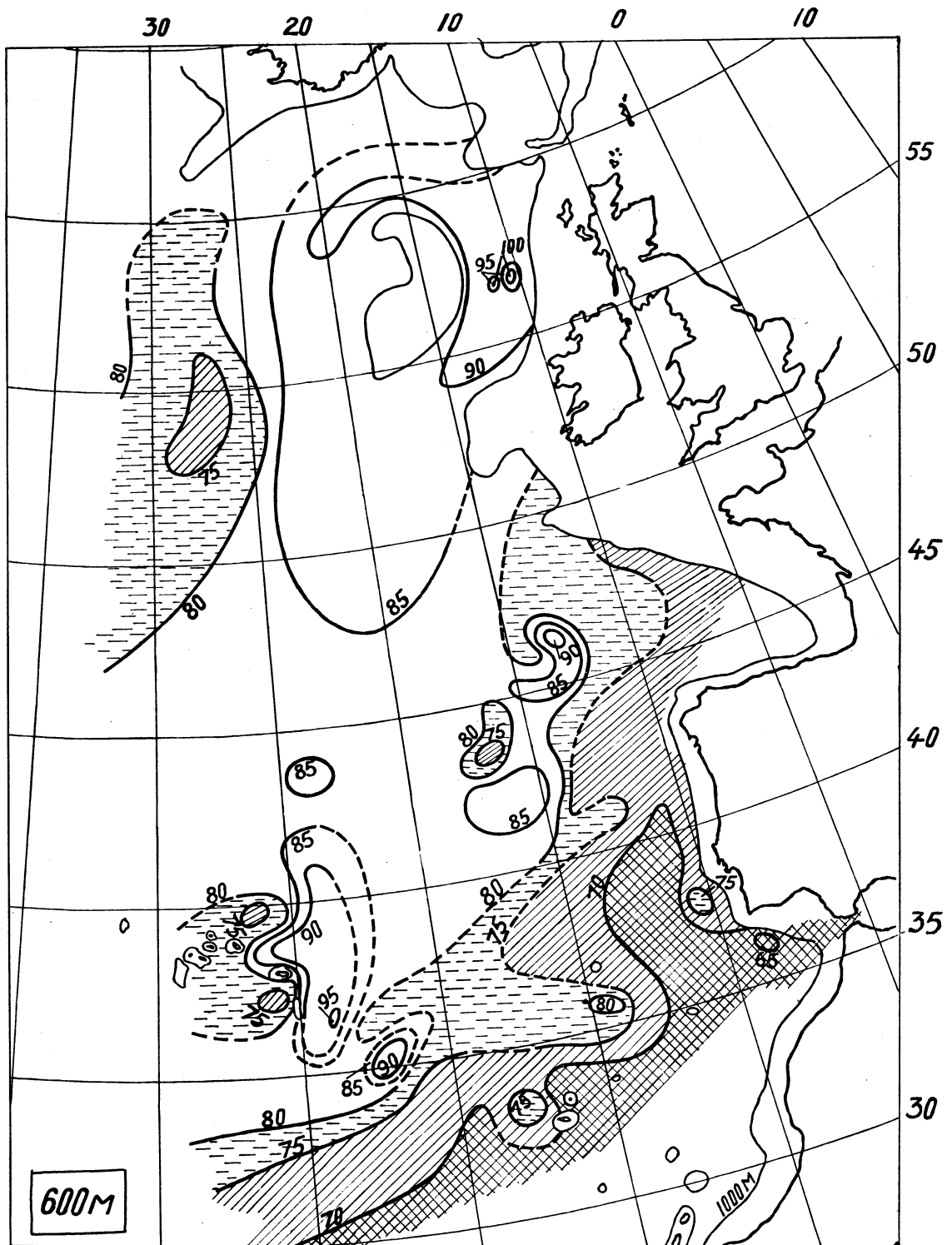


Fig. 15. Die Verteilung des Sauerstoffprozents in 600 M. Tiefe.

Fig. 17 und 18 zeigen wie die 80 % Kurve nach Süden und Südosten vordringt, insofern wir von 1000 M. auf 1200 M. Tiefe hinabkommen. Sie verharrt hier auf der West- und Nordseite der Rockallbank, ohne südwärts in die Rockallrinne vorzudringen. Sie ist von Westen kommend bis an den südwestlichen Teil der Bank herangekommen und pflanzt sich als mächtige und breite Zunge südwärts in den zentralen Teil des nordöstlichen Atlantischen Ozeans fort, wobei sie die 75 % Kurve sozusagen vor sich herschiebt. Man sieht in 1000 M. Tiefe (Fig. 17) wie die 85 % Kurve hinter der 80 % Kurve vordringt (im westl. Teil der Schnitte VII und VIII). Sie bewegt sich weiter nach Nordosten, Osten und Südosten, sobald wir auf 1200 M. Tiefe hinabsteigen.

Außerhalb des Abhangs, nordwestlich vom Golf von Biscaya, gibt es sowohl in 800 und 1000 als auch 1200 M. Tiefe ein sehr charakteristisches kleineres Maximumgebiet, wo der %-Wert  $\geq 80$  ist.

In 1600 M. Tiefe (Fig. 19, S. 55) beobachtet man eine fortgesetzte und schnelle Entwicklung der nach Süden gehenden Verschiebung, die anfängt, sobald wir von ca. 1000 M. weiter der Tiefe zu gehen. Die 70 % Kurve hat sich bedeutend zurückgezogen: Sie liegt etwas westlich und südwestlich von Madeira und kommt noch gerade bis an die Insel heran. Darauf geht sie in nordöstlicher Richtung auf die Südspitze Portugals zu und kann nur eine kleine Zunge nordwärts an dem südlichen Teil der Westküste Portugals bilden. Das gesammte Meeresgebiet im Norden und Westen von der 70 % Kurve hat Werte  $> 70$ .

Die 75 % Kurve bewegt sich sehr schnell nach Süden und Südosten, wenn wir von 1200 M. auf 1600 M. Tiefe hinabgehen. Sie befindet sich westlich von Madeira in der Nähe der 70 % Kurve und kommt nur ein verhältnismäßig kleines Stück nördlicher als die Insel. Sie setzt weiter in nordöstlicher Richtung an der Josephinebank vorbei fort, biegt danach außerhalb Portugals nach Norden ab, und dringt in den Golf von Biscaya.

Die 80 % Kurve zeigt eine starke Ausbreitung nach Süden und Südosten und hat durchweg einen recht ausbuchtenden Verlauf. Von Norden und Nordwesten aus ist sie nach Süden bis zu dem Azorenplateau vorgedrungen und folgt diesem in südöstlicher Richtung. Zwischen den Azoren und Madeira richtet sich die 80 % Kurve nach Nordosten, bis daß sie etwas außerhalb Portugals, in der Nähe des nördlichsten Teils der 70 % Kurve, eine nordwestliche Richtung annimmt. Sie läßt im zentralen Teil unseres Untersuchungsgebietes einen recht verwickelten Verlauf sichtlich werden.

Von hier setzt sie in nördlicher Richtung gegen den Abhang, gerade im Süden von der Porcupinebank fort.

Auch die 85 % Kurve hat eine bedeutende Ausbreitung: Sie dringt nordwärts zwischen dem Reykjanesrücken und der Rockallbank vor, ostwärts nähert sie sich der Porcupinebank und im Süden reicht sie soweit wie bis in den zentralen Teil unseres Untersuchungsgebietes.

Kommen wir schließlich in 2000 M. Tiefe (Fig. 20, S. 57), sieht man daß die 70 % Kurve sich nach Süden und Südosten bewegt hat und sich außerhalb unseres Untersuchungsgebietes befindet. Die 75 % Kurve, die weit im Süden vom Azorenplateau vorzufinden ist, bewegt sich in nordöstlicher Richtung auf Madeira zu und weiter zwischen der Josephine- und Gettysburgbank. Darauf geht sie nach Norden, jedoch schon auf der Höhe von Portugal schwenkt sie nach dem Kontinental-Abhang hin. Die 80 % Kurve befindet sich ganz im Süden vom Azorenplateau. Sie geht von hier in südöstlicher Richtung nach Madeira, scheint aber nur teilweise dahinzugelangen. Hierauf setzt sie im Westen von der Josephinebank nach Nordosten fort, gegen die Küste von Portugal. Auf der Höhe von Oporto geht sie aber nach Westen (vergl. die Verhältnisse in 1600 M. Tiefe, Fig. 19) und bildet einen breiten Bogen im Nordwesten von der Pyrenäischen Halbinsel.



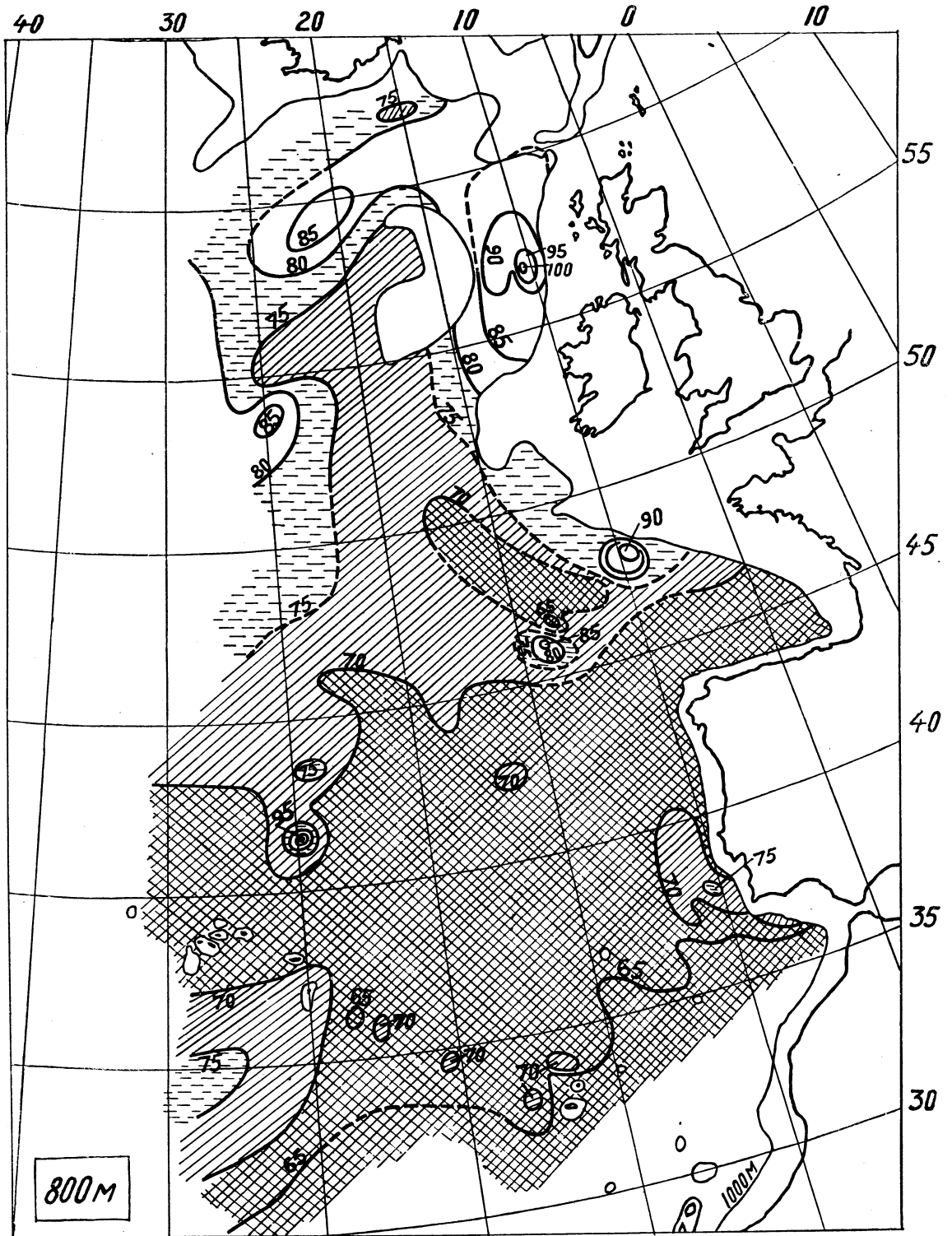


Fig. 16. Die Verteilung des Sauerstoffprozent's in 800 M. Tiefe.

Danach streckt sich die 80 ‰ Kurve nach Osten und dringt ein beträchtliches Ende in den Golf von Biscaya ein, wendet sich dann aber an der Nordseite des Golfes gegen den Kontinental-Abhang.

Die 85 ‰ Kurve umspannt ein bedeutendes Gebiet des nordöstlichen Atlantischen Ozeans. Sie erstreckt sich nach Norden zu beiden Seiten der Rockallbank, und im Süden kann sie auf St. 57 (Schnitt V) und auf St. 17 (Schnitt II) nachgewiesen werden. Sogar so weit südlich wie auf St. 51 und 46 (Schnitt IV) betragen die ‰-Werte ca. 85, doch scheinen hier komplizierte Verhältnisse vorhanden zu sein.

Die Entwicklung des Verlaufs der verschiedenen ‰-Kurven je tiefer wir kommen ist interessant zu beobachten und zwar kann man diese Entwicklung am besten verfolgen, indem man den Verlauf der Kurven in den verschiedenen Tiefen an den Fig. 12—20 miteinander vergleicht. Auf diese Weise gewinnt man einen den Umständen entsprechend relativ guten Einblick in die charakteristischen Ventilationsverhältnisse des nordöstlichen Atlantischen Ozeans.

### III. Allgemeine Betrachtungen.

Unsere Bekanntschaft mit den Ventilationsverhältnissen des nordöstlichen Atlantischen Ozeans ist bisher nur unvollkommen, weil große Gebiete desselben noch niemals untersucht worden sind. Dort wo Untersuchungen vorgenommen worden sind, zeigt das gesammelte Material, daß die Verhältnisse sowohl kompliziert sind wie auch daß sie oft sogar in nahen Abständen sehr verschieden zu sein pflegen. Auf Grund unserer bisher vorhandenen Kenntnisse über die Ventilationsverhältnisse ist es daher sehr schwer schon jetzt bestimmte Schlußfolgerungen z. B. über die Stromverhältnisse zu ziehen. Wenn aber einst in Zukunft die Ventilationsverhältnisse des nordöstlichen Atlantischen Ozeans eingehend untersucht sein werden, dann wird das gesammelte Sauerstoffmaterial sicher einen wertvollen Beitrag dazu liefern, um selbst Einzelheiten der Dynamik dieses Meeresgebietes verstehen zu können.

Die zur Zeit herrschende Meinung über die Stromverhältnisse im nördlichen Atlantischen Ozean (vergl. z. B. Nansen 1913, Merz 1915, Merz und Wüst 1922) ist in kurzen Hauptzügen die, daß zwischen dem nördlichen und dem südlichen Teil des Atlantischen Ozeans ein gewaltiger Austausch von Wassermassen stattfindet.

Zwischen der Oberfläche und ca. 1200 M. Tiefe strömen die Wassermassen, sowohl von Norden als auch von Süden, in den nördlichen Atlantischen Ozean, während in den Tiefenschichten bis auf ca. 4000 M. Tiefe die Wassermassen aus dem nördlichen in den südlichen Atlantischen Ozean strömen. In noch größeren Tiefen, d. h. zwischen ca. 4000 M. und dem Meeresboden strömt der nordatlantische Bodenstrom im Osten vom atlantischen Mittelrücken nach Süden, wogegen der antarktische Bodenstrom im Westen vom Rücken nach Norden vordringt.

Der Atlantische Strom dringt von Westen her gegen das Azorenplateau vor und streckt sich in den nordöstlichen Teil des Atlantischen Ozeans hinein. Auf Grund verhältnismäßig neuen Materials hat Nansen (1913) Schlußfolgerungen über die Stromverhältnisse im nordöstlichen Atlantischen Ozean gezogen, die in vielen Punkten von der Auffassung abweichen, die man sich früher gebildet hatte. Nansens Meinung nach bestehen die Wassermassen, die von Westen nach Osten gegen das Azorenplateau strömen, teils aus einem Triftstrom, der auf die Oberflächenschichten begrenzt ist und der nördlich von den Azoren in nordöstlicher Richtung gegen Europas Westküste vordringt, und teils aus einem mächtigen Strom zwischen ca. 150 M. und 1500 M. Tiefe, der südwestlich vom Azorenplateau nach Osten vordringt. Ein Teil der Wassermassen des letztgenannten

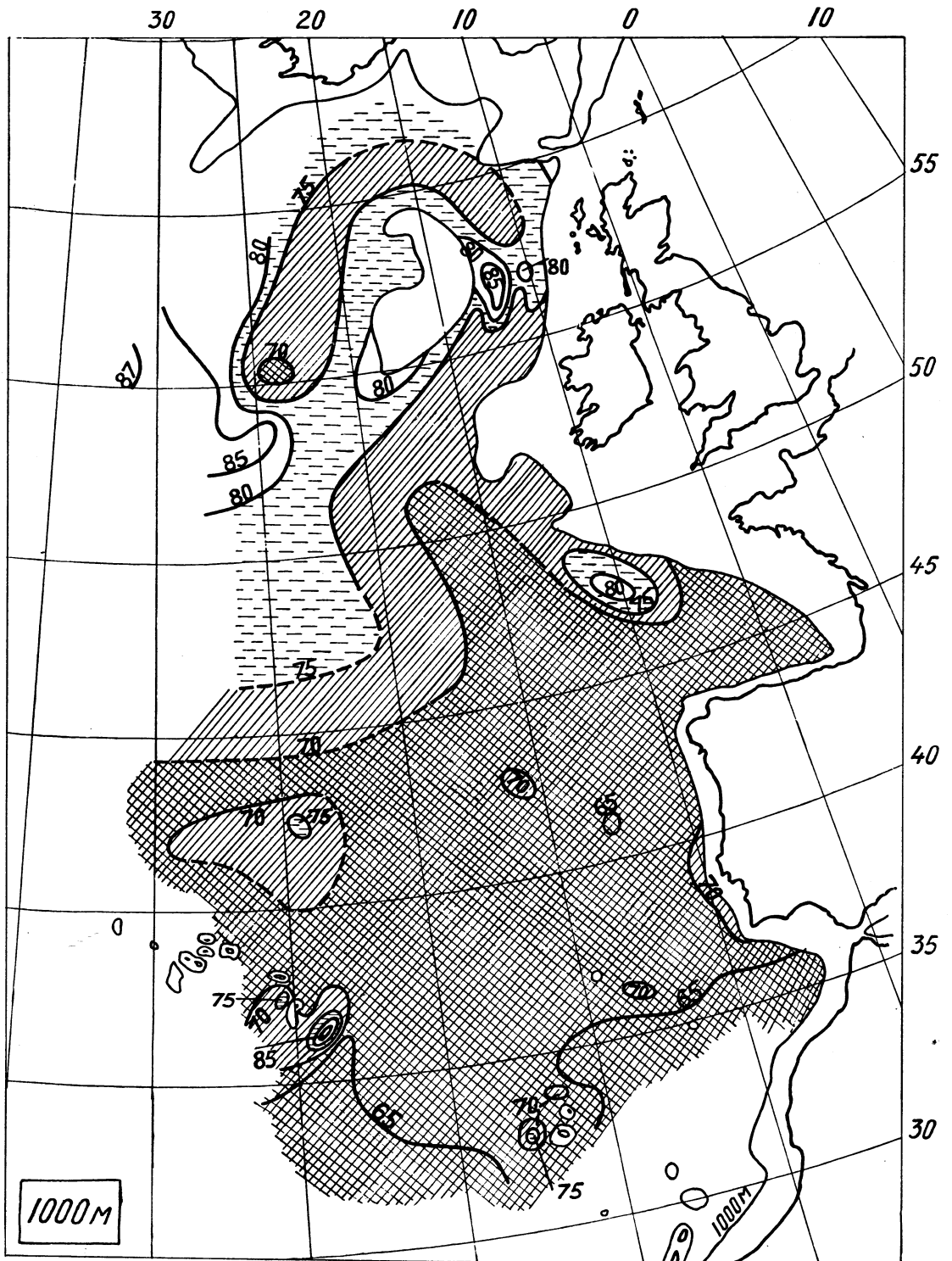


Fig. 17. Die Verteilung des Sauerstoffprozents in 1000 M. Tiefe.

Stromes biegt nach Süden ab und nimmt an der Zirkulation um das Sargassomeer teil, während ein anderer Teil südlich vom Azorenplateau nach Osten strömt und sich mit den Wassermengen vereinigt, die zwischen den Azoren und Madeira nach Nordosten strömen. Hierdurch entsteht ein mächtiger Tiefwasserstrom, der gegen Südeuropas Westküste vordringt, und zwar entweder im Meeresgebiet vor der spanischen Bucht oder sogar so weit südlich wie auf der Höhe von den Azoren und Madeira, und der zwischen ca. 150 und 1500 M. Tiefe außerhalb der westeuropäischen Kontinentalstufe nach Norden weitergeht. Die Wassermengen, welche die spanische Bucht von ca. 150 M. bis ca. 1500 M. Tiefe füllen, kommen daher, Nansen's Meinung nach, von Süden und nicht von Westen. Die oberhalb befindlichen Wassermassen, die Oberflächenschichten, haben anscheinend eine nach Süden gehende Bewegungsrichtung und bilden den Kanarischen Strom.

Die Karten, welche die horizontale Ausbreitung des Sauerstoffprozentages angeben (Fig. 12—20) stützen Nansen's Auffassung. Sie lassen ersehen, daß in 100 (Fig. 12) und 200 M. Tiefe (Fig. 13) ein Gürtel mit  $\text{O}_2$ -Werte von 95 und darüber sich von der Nordseite des Azorenplateaus nach Nordosten gegen Irlands Südwestküste streckt. Der Triftstrom scheint hier somit durch den Maximumgürtel bezeichnet zu sein, den das Sauerstoffprozent aufweist. Da aber dieser Maximumgürtel sich auch tiefer vorfindet, wie z. B. in 400 M. Tiefe, charakterisiert durch den Verlauf der 85  $\text{O}_2$  und 90  $\text{O}_2$  Kurven (Fig. 14), können die Ventilationsverhältnisse darauf hindeuten, daß nördlich von den Azoren, auch tiefer als in den Oberflächenschichten, von Westen kommende Wassermassen vordringen. Ferner sieht es danach aus, daß gleich nördlich vom Azorenplateau, in ca. 200—600 M. Tiefe (Fig. 13—15) sehr gut ventilierte Wassermassen nach Südosten abbiegen, wodurch gleich östlich vom Plateau ein Gebiet mit verhältnismäßig sehr hohen  $\text{O}_2$ -Werten entsteht. Hier müssen also komplizierte Stromverhältnisse vorhanden sein, und daß dies der Fall ist, scheint sowohl aus Schnitt IV (Fig. 7) und Schnitt V (Fig. 8) hervorzugehen (siehe S. 29). Auch Nansen erwähnt (1913, S. 78), daß die hydrographischen Verhältnisse darauf hindeuten, daß im Bezirk, der zwischen den Azoren und Madeira liegt, eine zyklonische Bewegung der Wassermassen in 200—400 M. Tiefe vorhanden ist. Es ist schon früher (S. 12) davon gesprochen worden, daß im Gebiet des Schnittes I die Sauerstoffverhältnisse darauf deuten, daß hier eine mächtige antizyklonische Zirkulation vorkommt: Es sieht danach aus, als ob außerhalb der Bucht von Biscaya, zwischen ca.  $45^\circ$  und  $50^\circ$  n. Br., gut ventilierte Wassermassen bis in einer Tiefe von ca. 600 M. nach Osten abbiegen und hier eine antizyklonische Zirkulation hervorrufen, die sich bis auf sehr große Tiefen erstreckt (siehe Fig. 2 und die Fig. 12—20).

Die am besten ventilierten Wassermassen des Atlantischen Stroms scheinen sich nördlich und nordöstlich von den Azoren zu befinden. Dieses ist durchweg bis in eine Tiefe von ca. 600 M. der Fall, was darauf hindeuten kann, daß die jährliche Vertikalzirkulation hier die Ursache der ausgezeichneten Ventilationsverhältnisse ist.

Es ist schon früher darauf hingewiesen worden, daß die Ventilationsverhältnisse den vertikalen Schnitt zwischen Madeira und den Azoren entlang (Schnitt IV, Fig. 7) durchgehend große Ähnlichkeit mit den Ventilationsverhältnissen längs Schnitt II im Westen von Portugal besitzen. Diese Ähnlichkeit ist von einer solchen Art, daß sie die Annahme stützt, welche darauf hinausgeht, daß aus dem Gebiete Azoren—Madeira, Kanarische Inseln ein gewaltiger Tiefenstrom nach Norden an der Küste Europas vordringt. Aus den Ventilationsverhältnissen (siehe Fig. 12—20) geht hervor, daß was die Sauerstoffverteilung anbetrifft, nichts dem im Wege liegt, daß nördlich von den Azoren Wassermassen des Atlantischen Ozeans auch bis zu einer Tiefe von ca. 1500 M. in ost-nordöstlicher Richtung vordringen. In größeren Tiefen dagegen scheinen nur Wassermassen vorzudringen, die aus dem Gebiete Madeira—Kanarische Inseln stammen. (Siehe Fig. 19—20).

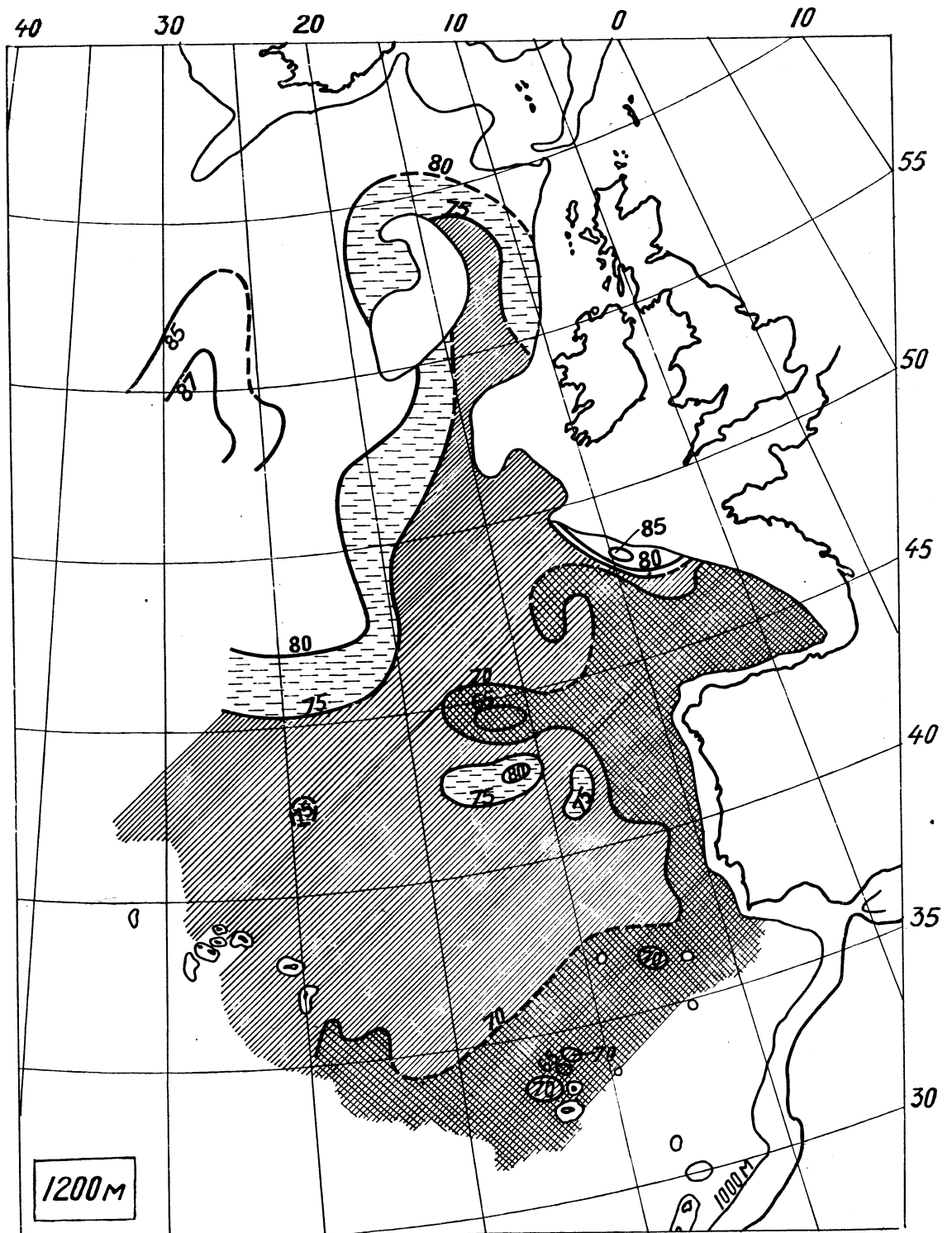


Fig. 18. Die Verteilung des Sauerstoffprozents in 1200 M. Tiefe.

Das relativ am schlechtesten ventilierte Wasser kommt im östlichsten Teil des nördlichen Atlantischen Ozeans vor, und speziell im Süden desselben. Es ist für die Ventilationsverhältnisse in der südlichen Partie bezeichnend, daß die Wassermassen in ein- und derselben Tiefe sich weniger und weniger gut ventiliert erweisen, je näher diese den Küsten von Afrika und Europa kommen. Dieses geht deutlich aus Fig. 12—20 hervor: Im Bezirk Madeira—Kanarische Inseln trifft man zuerst relativ schlecht ventiliertes Wasser, wenn man in größere Tiefen kommt. In je tiefere Regionen man kommt, desto mehr verbreitet sich das relativ schlecht ventilierte Gebiet nach Norden hin, indem es dem östlichen Teil des außerhalb der europäischen Küste befindlichen Meeresgebiet folgt. Beim Übergang von 600 M. (Fig. 15) auf 800 M. Tiefe (Fig. 16) konstatiert man ein überaus schnelles Wachsen des relativ schlechten Ventilationsgebietes nicht allein nach Norden hin, sondern auch nach Westen, wobei es in den Tiefen zwischen ca. 800 M. und ca. 1200 M. eine mächtige Ausbreitung gewinnt: Es erfüllt fast den ganzen südlichen Teil und das Meiste vom nördlichen Teil des nordöstlichen Atlantischen Ozeans.

Das so charakteristische intermediäre Minimumgebiet in diesen Tiefen ist augenscheinlich durch das Zusammenwirken mehrerer Faktoren entstanden. Besonders wichtig ist in dieser Hinsicht 1) der Einfluß der Vertikalzirkulation, die im nordöstlichen Atlantischen Ozean eine jährliche Ventilation der oberen Schichten bis zu ca. 600—800 M. Tiefe verursacht und 2) die Einwirkung des Tiefenwassers (Bodenwassers) und dessen verhältnismäßig guten Ventilationsverhältnisse. Das Tiefenwasser findet man unterhalb des atlantischen Strom-Wassers und es hat in der Hauptsache die Bewegungsrichtung Nord—Süd. Im nordwestlichen Teil des östlichen Atlantischen Ozeans findet man es verhältnismäßig hoch oben, doch sinkt es allmählich tiefer, wobei es sich nach Süden und nach den Seiten hin bewegt: In einem Längsschnitt des nordöstlichen Atlantischen Ozeans liegt die untere Grenze der 35 ‰-Isohaline im nördlichsten Abschnitt ca. 1200 M. tief und im südlichsten ca. 2000—2500 M. tief (Brennecke 1921, Tafel 5). Im Grenzgebiet zwischen dem Tiefenwasser und dem Atlantischen Ozeanwasser müssen Vermengungsprozesse vorsichgehen und diese können, was deren Einfluß auf die Ventilationsverhältnisse anbetrifft, kurz dahin charakterisiert werden, daß sie eine langsame vom Tiefenwasser nach oben gehende Ausbreitung des Sauerstoffes bewirken.

Der Einfluß, den die Vertikalzirkulation und die Tiefen- (Boden-)wasserbildung auf die Ventilationsverhältnisse eines Meeresgebietes ausüben, besteht somit im allgemeinen darin, daß eine Sauerstoffzufuhr von oben nach unten (hervorgerufen durch die Vertikalzirkulation) und von unten nach oben (vom Grenzgebiet nach dem Tiefen- (Boden)wasser zu) vorsichgeht, wodurch irgendwo in den dazwischenliegenden Tiefen ein Gebiet mit relativ weniger guten Ventilationsverhältnissen vorhanden sein oder entstehen muß, d. h. ein Gebiet, in dem der Sauerstoff in seinem Minimum vorkommt. Dieses Minimumgebiet kann sich in den verschiedenen Meeresbezirken mehr oder weniger ausgeprägt zeigen und eine sehr verschiedene Tiefenlage und vertikale Ausbreitung haben. Alles dieses wird von der Beschaffenheit und den Ventilationsverhältnissen der Wassermassen bedingt, die in das betreffende Gebiet hineinströmen, sowie von der Einwirkung der örtlichen Vertikalzirkulation.

Nach dem, was oben dargelegt ist, müssen wir erwarten im nordöstlichen Atlantischen Ozean ein intermediäres Gebiet mit relativ schlechtesten Ventilationsverhältnissen vorzufinden, das was den nördlichen Abschnitt betrifft zwischen ca. 600—800 M. und ca. 1200 M. Tiefe liegen muß und im südlichen Abschnitt seine Grenzen sowohl höher als auch tiefer haben muß, wodurch das Minimumgebiet hier eine größere vertikale Ausbreitung erreichen sollte als im nördlichen Abschnitt. Die genauere Lage der Minimumschicht in der Tiefe ist schwer vorzubestimmen. Außerdem muß man erwarten, daß die durch die Stromverhältnisse hervorgerufenen Verschiebungen der Wassermassen an den verschiedenen

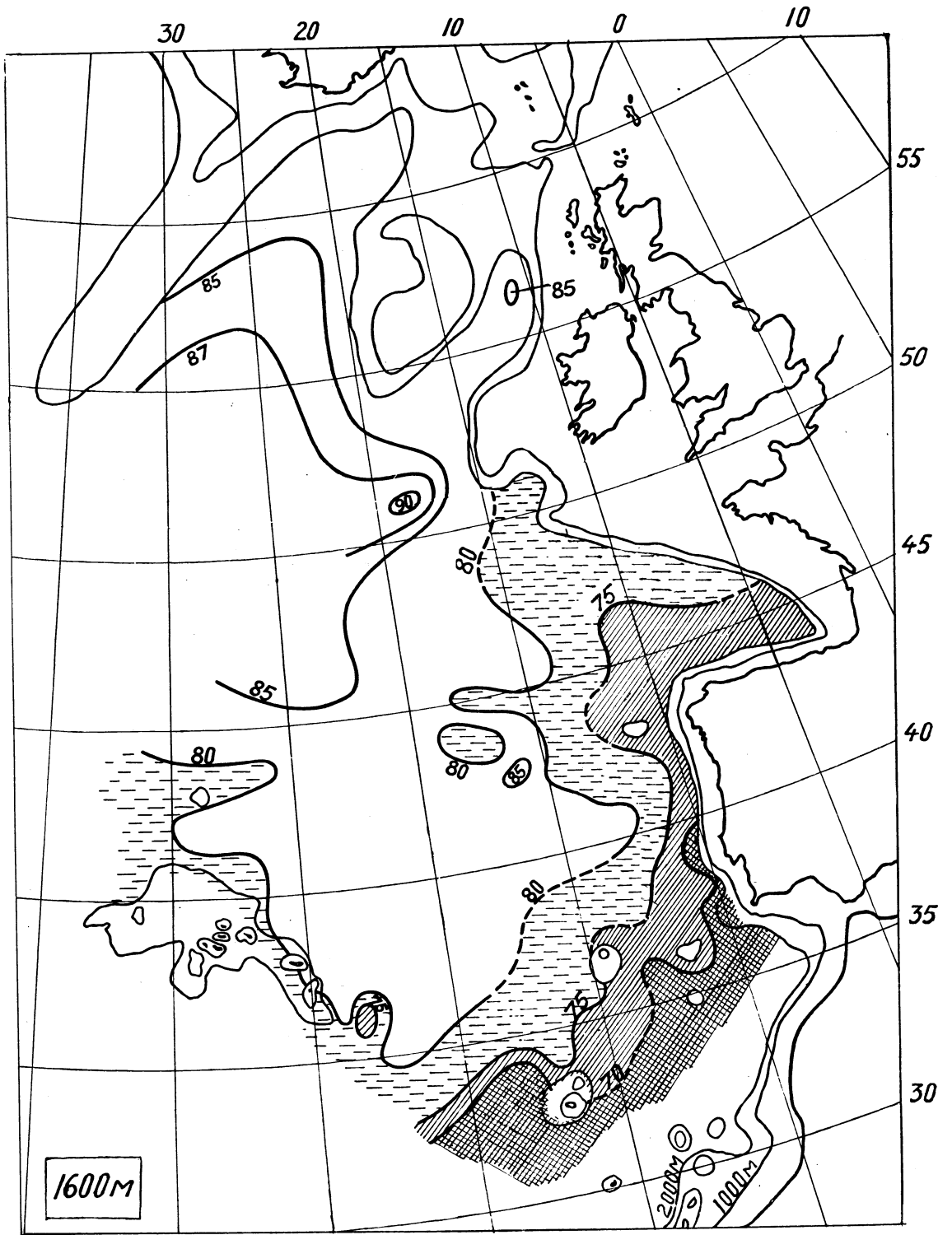


Fig. 19. Die Verteilung des Sauerstoffprozents in 1600 M. Tiefe.

Stellen sehr große Veränderungen in der vertikalen Ausbreitung der Minimumschicht bewirken können und müssen. Jedoch können wir von vornherein erwarten (vergl. oben), daß im nordöstlichen Atlantischen Ozean die Minimumschicht ihre größte horizontale Ausbreitung in einer Tiefe von zwischen ca. 600—800 M. und ca. 1200 M. haben wird. Dies ist es gerade, was wir finden. (Siehe Fig. 15—19 sowie Schnitt I—VIII).

Daß die Minimumschicht des nordöstlichen Atlantischen Ozeans in ca. 800—1200 M. Tiefe vorkommt ist daher in erster Linie eine Folge der im nordöstlichen Atlantischen Ozean herrschenden hydrographischen und meteorologischen Verhältnisse.

Nun strömt aus dem Mittelmeer durch die Straße von Gibraltar relativ warmes und sehr salzhaltiges Wasser in den östlichen Atlantischen Ozean. Seines Gewichtes wegen sinkt dieses Wasser längs des Abhangs in eine Tiefe von zwischen ca. 800 und ca. 1200 M. — wo entsprechende Dichtheit vorhanden ist — und verbreitet sich danach: südwärts bis nahe den Kanarischen Inseln, westwärts bis zu den Azoren und nordwärts soweit wie bis zu der Südwestküste von Irland. Veranlaßt wird dieses durch die Rotation der Erde und durch die Bodenverhältnisse. Die Rotation der Erde drängt die ausströmenden Wassermassen nach rechts; da aber von der Südwestküste Portugals eine Reihe unterseeischer Bänke in südwestlicher Richtung bis nach Madeira hin sich erstrecken, wird eine bedeutende Menge des ausströmenden Mittelmeerwassers erst diese Bänke entlang südwärts gedrängt, worauf es südlich um Madeira herum nach Norden abbiegt. Auf diese Weise bekommen wir eine natürliche Erklärung für die bedeutende Ausbreitung des Mittelmeerwassers in westlicher Richtung nach den Azoren hin (Nansen 1913). Je weiter das Mittelmeerwasser sich von dem Ausströmungsgebiet entfernt, desto mehr vermengt es sich mit den darüber- und darunterliegenden Wasserschichten des Atlantischen Ozeans, wodurch seine Einwirkung auf die Ventilationsverhältnisse immer mehr verringert wird. Da aber dieses Wasser sich gerade in den Tiefen ansammelt, wo wir im voraus erwarten mußten die größte horizontale Ausbreitung der Minimumschicht des nordöstlichen Atlantischen Ozeans anzutreffen, ist eine Möglichkeit dafür vorhanden, daß das Mittelmeerwasser und dessen Ventilationsverhältnisse die Bildung der Minimumschicht verursachen. Nach dem aber, was oben vorgehalten worden ist, kann eine solche Möglichkeit kaum vorliegen. Selbstredend wird auch das Mittelmeerwasser auf die Ventilationsverhältnisse in der Tiefe zwischen ca. 800 und 1200 M. Einfluß haben; jedoch würde die im nordöstlichen Atlantischen Ozean vorhandene Minimumschicht auch dann in dieser Tiefe existieren, wenn kein Zustrom von Mittelmeerwasser erfolgen würde.

Jacobsen (1912, S. 223) hat den Schluß gezogen "that there must be a minimum for the amount of oxygen in the Atlantic water itself, independent of the outflow from the Mediterranean", indem er darauf hinweist, daß "from the sections 4, 5 and 6 through the Straits of Gibraltar we see, that at the three periods of the year when observations were made" — d. h. im Februar 1909, Juni und September 1910 — "the water with smaller, relative amount of oxygen than 69 % is not proceeding from the Mediterranean out into the Atlantic." (Vergleiche dieses mit den Verhältnissen längs Schnitt III, Fig. 6). Die Schlußfolgerung, zu der wir oben gelangten, wird somit durch die von der »Thor«-Expedition vorgenommenen Untersuchungen des Mittelmeerwassers unterstützt.

Die im südlichen Teil des nordöstlichen Atlantischen Ozeans nachgewiesenen Ventilationsverhältnisse scheinen zu zeigen, daß bis in ca. 600 M. Tiefe relativ gut ventiliertes Wasser nördlich von den Azoren nach Nordosten in der Richtung auf Irlands Südwestküste vordringt, und daß relativ weniger gut ventiliertes Wasser bis in eine Tiefe von ca. 1500 M. in nordöstlicher und nördlicher Richtung, nördlich von den Azoren und durch den Abschnitt Azoren-Madeira-Kanarische Inseln, vordringt. Infolge der Rotation der Erde und der Stromrichtung erlangen daher die verhältnismäßig schlecht ventilierten



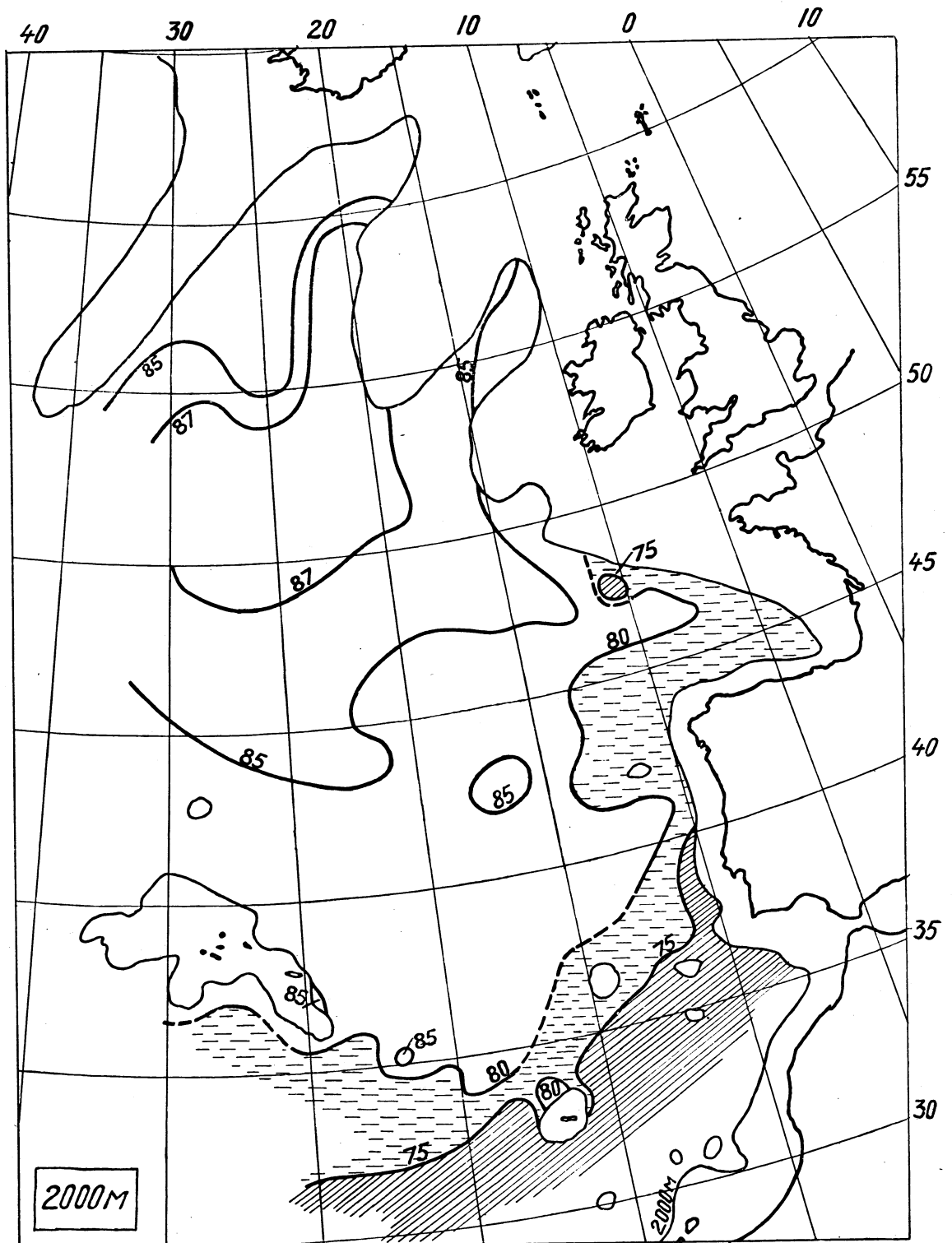


Fig. 20. Die Verteilung des Sauerstoffprozents in 2000 M. Tiefe.

Wassermassen, die zwischen den Azoren und Afrika vordringen, nach den Küsten von Afrika und Europa hin ihre größte vertikale Ausbreitung.

Im Südwesten von Irland begegnet der von Süden kommende Tiefwasserstrom den Wassermengen, die mit dem Triftstrom nördlich von den Azoren nach Nordosten vordringen. Die Ströme gehen dann zusammen unter dem Namen »Golfstrom« weiter nach Norden (Nansen 1913). Ein Zweig des »Golfstromes« — der Irische Strom — dringt östlich von der Rockallbank durch die Rockallrinne nordwärts und entsendet einen großen Teil seiner Wassermassen über den Whyville-Thomsonrücken, zwischen den Färöern und Shetland in das Norwegische Meer. Ein anderer Zweig des »Golfstromes« — der Westisländische Strom — dringt nordwärts auf der Westseite der Rockallbank vor. Hier erreicht jedoch das atlantische Wasser keine so große vertikale Ausbreitung wie im Irischen Strom, der sich in der Rockallrinne bis auf ca. 1700 M. Tiefe ausdehnt. Schon gleich im Westen von der Rockallbank findet sich das atlantische Wasser in höheren Schichten vor: Längs Schnitt VII (siehe Fig. 1, S. 5) erreicht es auf St. 5 ca. 900 M. Tiefe, auf St. 7 a ca. 600 M. und auf St. 10 kommt es nicht tiefer als 300 M. Auf St. 10, der westlichsten Station, war das atlantische Wasser an der Oberfläche verschwunden und zwischen 50 und 300 M. Tiefe überstieg der Salzgehalt des Wassers kaum 35 ‰ (Helland-Hansen 1914). Hier befindet sich also ein (Wirbel-)Gebiet mit Mischwasser, das durch Vermengung von atlantischem Wasser, welches der Westisländische Strom mitführt, und arktischem Wasser entstanden ist, das zwischen Grönland und Island nach Süden strömt. Der Westisländische Strom hat zwischen der Rockallbank und dem Reykjanesrücken eine nordwestliche Richtung und dringt gegen die Süd- und Westküste Islands vor, wo er nach und nach als intermediärer Strom vorrückt, da arktisches Wasser über diesem nach Süden strömt.

Im Westen von Irland erstreckt sich, wie früher erwähnt, die jährliche Vertikalzirkulation bis in eine Tiefe von ca. 600—800 m. Aus Fig. 12—16 geht auch hervor, daß die Ventilationsverhältnisse im nördlichen Teil des nordöstlichen Atlantischen Ozeans, in den oberhalb 800 M. Tiefe befindlichen Wassermassen, sehr gut sind. Eine Ausnahme hiervon bilden die Verhältnisse in 600 M. Tiefe des westlichsten Teils der Schnitte VII und VIII: Hier kommt ein kleineres Gebiet mit ‰-Werten von ca. 75 vor (siehe Fig. 15). Wie wir später sehen werden, kann der Grund hierzu durch die herrschenden Stromverhältnisse erklärt werden.

Der vertikalen Ausbreitung des Sauerstoffprozentos im nördlichen Teil des nordöstlichen Atlantischen Ozeans nach zu urteilen (Fig. 8, 10, 11, 15, 16), geben die 80—85 ‰-Werte die untere Grenze des Einflusses der jährlichen Vertikalzirkulation auf die Ventilationsverhältnisse an, indem in und gleich unterhalb der Tiefen, wo diese Werte vorkommen, der vertikale Sauerstoffprozentgradient relativ groß ist, was beweist, daß wir hier Wassermassen antreffen, die während verhältnismäßig langer Zeit nicht ventiliert worden sind.

Die Ventilationsverhältnisse (siehe Fig. 12—16) deuten darauf hin, daß das Golfstromwasser in bedeutenden Mengen zu beiden Seiten der Rockallbank vordringt, und zwar bis in eine Tiefe von ca. 800 M. Tiefer (siehe Fig. 17—19) dringt es nur durch die Rockallrinne vor. Wir bemerken, daß die Rockallrinne, sowohl in 600 als auch 800 M. Tiefe von ausgezeichnet ventilierten Wassermassen ausgefüllt ist, was seinen Grund darin haben muß, daß hier die Wassermassen zusammengepreßt werden und eine große vertikale Ausbreitung erlangen (im Gegensatz zu den Wassermassen, die auf der Westseite der Rockallbank nordwärts strömen).

Die Wassermassen, welche durch die Rockallrinne nach Norden strömen und sich nicht tiefer als ca. 500 M. befinden, haben Gelegenheit über die Satteltiefen vorzudringen, die sich den unterseeischen Rücken entlang vorfinden, der sich zwischen Schottland und

Island erstreckt. Die auf der Westseite der Rockallbank in entsprechender Tiefe vordringenden Wassermassen bewegen sich nordwärts in der Richtung nach der Süd- und Westküste Islands. Was die Bewegung der tiefer liegenden Wassermassen anbetrifft, scheint diese recht klar aus den Ventilationsverhältnissen hervorzugehen, so wie sie in Fig. 15—18 dargestellt sind.

Die Zustände in 600 M. Tiefe (Fig. 15) deuten darauf hin, daß das atlantische Wasser auch in dieser Tiefe zu beiden Seiten der Rockallbank vordringt. Es biegt auf der Südseite des Rückens zwischen Schottland und Island nach Westen ab, um danach auf der südöstlichen Seite des Reykjanesrückens in südwestlicher Richtung sich fortzubewegen. Die Ventilationsverhältnisse in den verschiedenen Tiefen (siehe Fig. 12—17) des Gebietes, in dessen Bereich sich die westlichsten Stationen der Schnitte VII und VIII befinden (siehe Fig. 1), sind recht verwickelt, was dadurch erklärt werden kann, daß hier ein ausgeprägtes Wirbelgebiet vorhanden sein muß, in dem das atlantische Wasser arktischen Wassermassen begegnet. Während die nordwärts strömenden Wassermassen beim Passieren der Rockallrinne in die Tiefe gepreßt werden, werden sie wiederum in die Höhe gelenkt, sobald sie nördlich von der Rockallbank und südlich von Island zuerst nach Westen und dann nach Südwesten über das arktische Tiefenwasser dahinströmen, welches hier nach Süden und Südosten vordringt. Das verhältnismäßig weniger gut ventilierte Gebiet, welches sich in 600 M. Tiefe des nordwestlichen Teils unseres Untersuchungsbezirks befindet (siehe Fig. 15), sollte da durch relativ schlechter ventiliertes atlantisches Wasser verursacht werden — wahrscheinlich tritt dieses hier als Mischungswasser auf — welches, während es über das arktische Tiefenwasser nach Südwesten dahinströmt, in die Höhe geleitet worden ist. Eine solche Erklärung der Zustände in 600 M. Tiefe wird auch von den Ventilationsverhältnissen in 800 M. (Fig. 16) und 1000 M. Tiefe (Fig. 17) gestützt, wo die Schwankungen des Sauerstoffprozentes sehr charakteristisch sind.

In 800 M. Tiefe kommen im Bereich der Rockallrinne, sowie im Norden und im Nordwesten der Rockallbank, ausgezeichnet ventilierte Wassermassen vor. Dieses deutet darauf hin, daß auch in 800 M. Tiefe starke Strömungen vorhanden sind. In 1000 M. Tiefe scheint das atlantische Wasser hauptsächlich durch die Rockallrinne nach Norden zu strömen um dann zuerst nördlich von der Rockallbank nach Westen abzubiegen und danach zwischen dieser und dem Reykjanesrücken eine südwestliche Richtung einzuschlagen: Die Wassermassen beschreiben einen deutlichen Bogen um die Nordseite der Rockallbank.

Auch in 1200 M. Tiefe (Fig. 18) finden wir sowohl in der Rockallrinne als auch im Norden von der Rockallbank charakteristische Ventilationsverhältnisse, aus denen hervorgeht auf welche Weise das atlantische Wasser hier vordringt. In der Tiefe von 1600 M. (Fig. 19), weist der nördliche Teil des östlichen Atlantischen Ozeans bedeutend verbesserte Ventilationsverhältnisse auf ( $\text{‰}$ -Werte  $> 80$ ). Augenscheinlich beginnen hier die Ventilationsverhältnisse des Tiefenwassers sich merkbar geltend zu machen.

Hiermit kommen wir zu dem Einfluß, den die arktischen Wassermassen und das Tiefen-(Boden-)wasser auf die Ventilationsverhältnisse des östlichen Teils des nördlichen Atlantischen Ozeans ausüben. Aus den arktischen Meeresgebieten, die den nördlichen Atlantischen Ozean begrenzen, strömen relativ salzarme und kalte Wassermassen, teils als Oberflächen-, teils als Tiefwasserströme, nach Süden in den Atlantischen Ozean. Zwischen diese südwärts strömenden Wassermassen drängt sich das relativ warme und salzreiche atlantische Wasser als ein Zwischenstrom nach Norden. Im Großen und Ganzen geht eine charakteristische Verteilung dieser Wassermassen vor sich, indem das südwärts strömende arktische Wasser in seiner Hauptmasse längs der Westseite außerhalb des Abhangs des kontinentalen Plateaus vordringt, während das nordwärts strömende atlantische Wasser sich hauptsächlich längs der Ostseite an den Landgebieten vorüber fortbewegt, die hier den nördlichen Atlantischen Ozean begrenzen.

Außerhalb der Ostküste Grönlands dringt somit der ostgrönländische Polarstrom nach Südwesten, wobei er sich hauptsächlich längs des Abhangs fortbewegt. Ein Arm dieses Stromes, der Polarstrom der Dänemarkstraße, dringt über den Grönland-Islandrücken hinaus in den westlichen Teil des nördlichen Atlantischen Ozeans hinein. Dieser bildet den Hauptabfluß des arktischen Wassers aus dem Norwegischen Meer in den Atlantischen Ozean, da auf der Westseite des Island-Färörückens und des Färö-Shetlandrücken sich nur relativ kleinere Mengen arktischen Wassers in den Atlantischen Ozean ergießen. Der Hauptabfluß des atlantischen Wassers nach dem Norwegischen Meere zu geschieht durch die Färö-Shetlandrinne, während auf der Ostseite des Island-Färörücken und des Grönland-Islandrücken relativ kleinere Mengen atlantischen Wassers ins Norwegische Meer eindringen. (Helland-Hansen und Nansen 1909).

Die südwärts strömenden arktischen Oberflächenströme erreichen für gewöhnlich keine größeren Tiefen als ca. 200 M. Da das nordwärts strömende atlantische Wasser in diesen Tiefen sehr gut ventiliert ist, müssen wir im voraus erwarten, daß überall im östlichen Teil des nördlichen Atlantischen Ozeans innerhalb der obersten 200 M. ausgezeichnete Ventilationsverhältnisse vorherrschen. Die Untersuchungen ergeben auch, daß dieses der Fall ist. (Siehe Fig. 12—14).

Das Tiefen-(Boden-)wasser, welches aus dem Norwegischen Meer in den nördlichen Atlantischen Ozean strömt, dringt über den unterseeischen Rücken zwischen Grönland und Schottland vor, wo es keine größeren Tiefen als ca. 550 M. gibt. Auf diese Weise kommt Tiefenwasser über den Whyville-Thomsonrücken (Färö-Shetlandrinne). Dieses Wasser vermengt sich verhältnismäßig schnell mit dem Tiefen-(Boden-)wasser des nordöstlichen Atlantischen Ozeans. Ferner strömt Tiefenwasser südwärts über den Island-Färörücken und ergießt sich in die Tiefen des nordöstlichen Atlantischen Ozeans. Endlich strömt auch relativ kaltes Tiefenwasser über den Grönland-Islandrücken. Dieses Wasser nimmt an der Bildung des Tiefen-(Boden-)wassers im westlichen Gebiet des nördlichen Atlantischen Ozeans teil. Am größten ist die Zufuhr von Tiefenwasser über den Grönland-Islandrücken.

Im Frühling 1914 unternahm der Verfasser mit M/K »Armauer Hansen« einen Schnitt durch das Norwegische Meer, von Norwegen nach Island. Aus den vorgenommenen Untersuchungen (die noch nicht veröffentlicht worden sind) geht hervor, daß bis zu einer Tiefe von ca. 500 M. die ‰-Werte überall  $\geq$  85 waren. (Unterhalb ca. 1000 M. hatte das Tiefenwasser ‰-Werte von ca. 85—86). Im Frühsommer 1914 wurde auch versucht die Ventilationsverhältnisse in den Wassermassen über dem Grönland-Islandrücken und nördlich von diesem zu bestimmen, indem Herr G. Dahl mit S/S »Polaris« eine Reihe Wasserproben diesem Gebiet entnahm. In Ermangelung einer längeren Leine konnten die Untersuchungen nur bis in 400 M. Tiefe vorgenommen werden. In der Nähe von Jan Mayen waren die ‰-Werte zwischen der Oberfläche und 400 M. Tiefe  $\geq$  84. Gleich im Süden vom Grönland-Islandrücken, jedoch etwas nördlich von dem Meeresbezirk, wo sich das atlantische Bodenwasser bildet, war der ‰-Wert zwischen der Oberfläche und 300 M. Tiefe  $\geq$  90. Das Tiefenwasser, welches über den Rücken zwischen Grönland und Schottland hinströmt und in die Tiefe des nördlichen Atlantischen Ozeans sinkt, hat somit ‰-Werte, die entweder ca. 85 oder mehr betragen.

Nansens Meinung nach reicht die Wassermenge, die dem nördlichen Atlantischen Ozean auf diese Weise zugeführt wird, nicht dazu aus um all das Tiefen-(Boden-)wasser zu bilden, welches den nördlichen Atlantischen Ozean ausfüllt: Das übrige Bodenwasser bildet sich in einem zyklonischen Gebiet, dessen Zentrum sich auf ca. 62° n. Br. und 36—37° w. L., südlich und südöstlich von Grönland, zwischen Grönlands Südostküste und Island befindet. (Siehe Fig. 1, S. 5, das punktierte Gebiet). Die hydrographischen Verhältnisse schaffen hier nämlich im Winter Bedingungen dafür, daß die Vertikalzirkulation die

Bildung von Bodenwasser hervorrufen kann (Nansen 1912). Je mehr es in die Tiefe sinkt, hat das Boden-(Tiefen-)wasser die Möglichkeit von hier aus sich — auch nach Süden — auszubreiten. Das zuletzt gebildete Bodenwasser muß die relativ besten Ventilationsverhältnisse aufweisen. Man muß sein Vorhandensein in der Tiefe, gleich unter dem Gebiete oder in dessen Nähe, vermuten, wo die Bildung des Bodenwassers im Winter vorsichgeht. Bei im Frühling und im Frühsommer angestellten Untersuchungen sollte man deshalb die Möglichkeit haben das relativ am besten ventilierte Tiefenwasser in nächster Nähe des zyklonischen Gebietes südlich und südöstlich von Grönland anzutreffen.

Die westlichsten Stationen der Schnitte VII und VIII befinden sich gleich im Osten vor dem Reykjanesrücken und nicht weit von dem Gebiet, wo sich das Bodenwasser des nördlichen Atlantischen Ozeans bildet und wo die Hauptzufuhr von Tiefenwasser aus dem Norwegischen Meere vorsichgeht (siehe Fig. 1, S. 5). Aus den Untersuchungen geht mit größter Deutlichkeit hervor (siehe Schnitt VII, Fig. 10, Schnitt VIII, Fig. 11 und Fig. 12—20), daß gerade dieser Teil des nordöstlichen Atlantischen Ozeans bis in 2000 M. Tiefe selten gute Ventilationsverhältnisse aufweist. Die intermediäre Minimumschicht liegt hier nicht allein verhältnismäßig hoch oben, zwischen ca. 500 M. und 700 M. Tiefe, sondern sie ist auch wenig ausgeprägt, da die niedrigsten ‰-Werte, die hier nachgewiesen wurden, 78 betragen. Derartige Verhältnisse muß man gerade in den Meeresgebieten anzutreffen erwarten, wo Bodenwasserbildung vorsichgehen kann. Aus Fig. 12—17 geht hervor, daß auf der Südostseite des Reykjanesrückens ein ausgeprägtes Wirbelgebiet vorhanden sein muß, wo selbst in großen Tiefen ein ausgedehnter Vermengungsprozeß zwischen (allerdings schon im voraus stark gemischtem) atlantischem Wasser und arktischem (oder Tiefen-)Wasser stattfindet. Unterhalb 1000 M. Tiefe findet man nur Wasser mit relativ sehr hohen ‰-Werten: So betragen diese im westlichen Teil der Schnitte VII und VIII in 1200 M. Tiefe 84—88, in 1600 M. Tiefe 86—89 und in 2000 M. Tiefe 85—89.

Das Bodenwasser, das sich im nördlichen Atlantischen Ozean bildet, scheint somit, sobald es in die Tiefe kommt, ‰-Werte von 88—89 zu besitzen.

Der nordwestliche Teil des nördlichen Atlantischen Ozeans ist infolgedessen ein Ventilgebiet, durch welches den großen Tiefen Sauerstoff zugeführt wird. Dieses verleiht den Ventilationsverhältnissen des nordöstlichen Atlantischen Ozeans ein sehr charakteristisches Gepräge: Die 80 ‰ Kurve beginnt in 1000 M. Tiefe (Fig. 17) nach Osten und Süden vorzudringen und dieses Vordringen kommt tiefer unten sehr deutlich durch den Verlauf der 80—85 ‰ Kurven zum Ausdruck (Fig. 18—20). Die Zustände deuten darauf hin, daß aus dem westlichen Teil des nördlichen Atlantischen Ozeans große Mengen Tiefen-(Boden-)wasser südlich um den Reykjanesrücken herum in den östlichen Teil des Ozeans hineinströmen, und zwar: nordostwärts zwischen dem Reykjanesrücken und der Rockallbank, ostwärts nach Irland und der Spanischen Bucht zu, und südost- und südwärts der tiefen Partie zwischen den Azoren und Madeira entgegen (Fig. 19—20). Daher weisen auch die Ventilationsverhältnisse darauf hin, daß die Tiefenwasserzufuhr aus dem Norwegischen Meer über den zwischen Island und Schottland befindlichen Rücken im Verhältnis zu derjenigen nur klein sein muß, die aus dem westlichen Teil des nördlichen Atlantischen Ozeans stattfindet.

Der durch die Fig. 12—20 in die Ventilationsverhältnisse des nordöstlichen Atlantischen Ozeans gewonnene Einblick erweckt, groß gesehen, den Eindruck, daß die Wassermassen dieses Gebietes sich zwischen der Oberfläche und 2000 M. Tiefe in einer gewaltigen zyklonischen Bewegung befinden. Wenn wir von den obersten Wassermassen absehen, in denen die jährliche Vertikalzirkulation (und das Phytoplankton) bewirkt, daß die Ventilationsverhältnisse überall sehr gut sind (siehe hier S. 50—52), dann kommt die relativ am schlechtesten ventilierte Partie im südöstlichen und östlichen Gebiet des nord-

östlichen Atlantischen Ozeans vor, wobei sie gleich außerhalb der Küsten von Südwest-Europa und Afrika besonders augenfällig ist. Die relativ am besten ventilerte Partie befindet sich im nördlichen und westlichen Teil des nordöstlichen Atlantischen Ozeans. Die Ventilationsverhältnisse deuten somit eine charakteristische Verteilung der strömenden Wassermassen an, und zwar, daß das nordwärts strömende und durchschnittlich relativ schlechter ventilerte atlantische Wasser in seiner Hauptmasse überhalb ca. 1600 M. Tiefe längs der Südost- und Ostseite vordringt, während die Hauptmasse des südwärts strömenden und relativ gut ventilerten Tiefen-(Boden-)wassers seinen Weg zwischen ca. 1200 und 2000 M. Tiefe (oder noch tiefer) längs der Westseite des nordöstlichen Atlantischen Ozeans nimmt. Es ist ersichtlich, (siehe Fig. 12—20), daß an vielen Stellen, z. B. im Grenzgebiet zwischen den relativ gut und relativ schlechter ventilerten Wassermassen (d. h. zwischen dem Tiefen-(Mischungs)-wasser und atlantischem Wasser), verhältnismäßig sehr bedeutende Schwankungen der ‰-Werte innerhalb recht kurzer Abstände vorkommen und dies sowohl horizontal als auch vertikal gesehen. Diese Erscheinung kann kaum anders erklärt werden, als daß an diesen Stellen mehr oder weniger ausgeprägte Wirbelbildungen vorhanden sind.

---

#### Literatur.

1904. BJERRUM, N.: On the determination of oxygen in Sea-water (Medd. fra Komm. for Havundersøgelser. Serie Hydrografi, B. 1, No. 5, 1904).
1909. BRENECKE, W.: Forschungsreise S. M. S. »Planet« 1906—07. III B. Ozeanographie S. 76.
1921. — Die Ozeanographischen Arbeiten der Deutschen Antarktischen Expedition 1911—12 (Archiv d. Deutschen Seewarte XXXIX. Jahrgang 1921) Nr. 1. (Hamburg 1921).
1916. GAARDER, T.: Surstoffet i fjordene (De vestlandske fjordes hydrografi I) Bergens Museums Aarbok 1915—16. Naturvidensk. Række Nr. 2.
1914. HELLAND-HANSEN, B.: Eine Untersuchungsfahrt im Atlantischen Ozean mit dem Motorschiff »Armauer Hansen« im Sommer 1913. (Internationale Revue d. gesamt. Hydrobiol. und Hydrographie 1914).
1909. HELLAND-HANSEN, B. und NANSEN, FRIDTJOF: The Norwegian Sea, its physical oceanography based upon the norwegian researches 1900—04. (Report on Norwegian Fishery and Marine-Investigations Vol. II, 1909, No. 2). Kristiania 1909.
1912. JACOBSEN, J. P.: The amount of oxygen in the waters of the Mediterranean. (Report on the Danish oceanographic Expeditions 1908—10 to the Mediterranean and adjacent Seas Vol. 1). Copenhagen 1912.
1916. — Contribution to the Hydrography of the Atlantic. Researches from the M/S »Margrethe« 1913. (Medd. fra Komm. for Havundersøgelser, Serie: Hydrografi, Bd. II, Nr. 5, 1916).
1922. MERZ, A. und WÜST, G.: Die Atlantische Vertikalzirkulation. (Zeitschr. d. Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1922, Nr. 1—2).
1915. MERZ, A.: Neue Anschauungen über das Nordatlantische Stromsystem. (Zeitschr. d. Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1915, Nr. 2).
1912. NANSEN, FRIDTJOF: Das Bodenwasser und die Abkühlung des Meeres. (Internat. Revue d. Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, 1912).
1913. — The Waters of the North-Eastern North Atlantic. (Internat. Revue etc. 1913).
1915. — Spitsbergen Waters. Oceanographic observations during the cruise of the »Veslemøi« to Spitsbergen 1912. (Videnskapselskapets Skrifter I. Mat.-Naturv. Klasse 1915, No. 2). Christiania 1915.
1912. PALITZSCH, S.: Determination of the quantity of oxygen in Sea-water (Methods used). (Report on the Danish Oceanographical Investigations 1908—10 to the Mediterranean and adjacent Seas. Vol. I. Copenhagen 1912).
1918. SANDSTRÖM, W. J.: The Hydrodynamics of Canadian Atlantic waters. Canadian Fisheries Expedition 1914—1915. (Ottawa 1918).
1912. SCHOTT, G.: Geographie des Atlantischen Ozeans (Hamburg 1912).
-

## Tabellen.

### Erläuterung zu den Tabellen.

St.: Die Stationsnummer.

Datum: Der Tag und das Jahr, da die Station gemacht wurde.

Länge und Breite: Die Position der Station.

Sauerstoff, cc: Der Sauerstoffgehalt, in Kubikzentimeter pro Liter Meerwasser.

— — —, %: Der potentielle Sättigungsgrad-Prozentsatz des Sauerstoffs (das Sauerstoffprozent).

Tiefe: Die Tiefe, wo die Wasserprobe für Sauerstoff-Analyse eingesammelt wurde ist in Meter angegeben.

---

Tabellen über Temperatur, Salzgehalt, Dichte etc. sind in Geofysiske Publikationer Vol. IV, No. 2 veröffentlicht (BJÖRN HELLAND-HANSEN and FRIDTJOF NANSEN: The Eastern North Atlantic).

Tabelle I. Untersuchungen den 5. VII.—29. VII. 1913. (Schnitt VII—VIII).

Die Stationen 2—10 bilden den Schnitt VII.

» » 10—19 » » » VIII.

St.	1	2	3	4 a	5	6	7 a	8	9	10
Datum . .	5. VII. 13 St. Kilda	7. VII. 13	9. VII. 13	11. VII. 13	13. VII. 13	14. VII. 13	16. VII. 13	17. VII. 13	18. VII. 13	20. VII. 13
Länge . . .	8° 30' W	14° 39' W	17° 13' W	18° 44' W	23° 0' W	24° 34' W	26° 8' W	26° 57' W	28° 15' W	31° 7' W
Breite . . .	57° 32' N	56° 58' N	56° 22' N	54° 42' N	54° 6' N	54° 2' N	54° 5' N	54° 49' N	54° 51' N	55° 55' N
Sauerstoff	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0
Tiefe										
0 m	8.39 136	6.39 106	6.25 103	6.27 104	6.24 104	6.51 109	6.38 105	6.39 105	6.54 107	6.65 107
10 -	-	-	-	6.25 99	-	-	6.47 107	6.32 104	-	6.78 109
25 -	6.34 100	6.30 103	6.40 104	6.35 104	6.66 109	6.81 111	6.79 110	6.38 105	6.55 106	6.60 105
50 -	6.01 94	6.30 100	6.21 98	6.31 101	6.02 96	5.84 91	6.27 99	6.18 98	6.39 99	6.62 100
75 -	5.90 92	-	6.18 97	-	-	-	-	-	6.13 94	-
100 -	5.77 89	6.03 94	6.04 95	6.14 97	5.98 94	6.03 92	5.96 92	5.86 92	6.05 92	6.39 94
150 -	5.56 85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200 -	-	5.94 91	6.02 93	6.14 95	6.19 97	6.05 91	5.96 91	5.96 91	6.17 92	6.43 94
300 -	-	5.81 89	6.03 94	5.99 94	-	5.97 88	5.85 89	6.07 91	6.29 92	6.31 92
400 -	-	350 m 5.71 88	6.21 96	5.99 94	6.00 92	6.11 90	5.83 86	5.86 86	6.39 93	6.05 88
500 -	-	-	5.77 89	6.09 95	-	6.05 87	-	5.26 77	6.10 83	5.56 79
600 -	-	-	-	5.77 89	5.80 89	5.54 79	5.22 75	5.24 73	5.47 78	5.65 80
700 -	-	-	-	5.09 76	-	-	-	-	5.69 80	-
800 -	-	-	-	4.80 72	5.54 78	6.39 89	5.70 80	5.68 80	5.87 82	5.96 83
900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000 -	-	-	-	5.56 84	5.46 78	6.14 85	6.01 83	6.10 85	6.22 86	6.28 87
1200 -	-	-	-	5.61 84	5.97 83	6.29 86	6.29 86	-	6.37 88	5.83 84
1400 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600 -	-	-	-	-	6.28 87	6.51 88	-	-	6.53 89	6.28 86
1800 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000 -	-	-	-	-	6.56 89	6.37 87	-	-	6.41 87	6.30 85
2200 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2400 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500 -	-	-	-	-	-	6.20 83	-	-	-	-
3000 -	-	-	-	-	-	6.09 81 <sub>5</sub>	-	-	-	-



Tabelle I. (Forts.)

St.	11	12	13	14	14 a	15	16	17	18	19
Datum . .		22. VII. 13	23. VII. 13	24. VII. 13	25. VII. 13	26. VII. 13	27. VII. 13	28. VII. 13	29. VII. 13	29. VII. 13 St. Kilda
Länge . . .	30° 31' W	27° 46' W	25° 32' W	20° 40' W	20° 39' W	16° 43' W	13° 26' W	11° 0' W	9° 16' W	8° 35' W
Breite . . .	56° 5' N	57° 8' N	57° 49' N	59° 30' N	59° 42' N	59° 40' N	58° 20' N	58° 0' N	57° 45' N	57° 42' N
Sauerstoff	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0
Tiefe										
0 m	-	6.41 102 <sub>5</sub>	6.51 103	6.39 102 <sub>5</sub>	6.44 104	6.54 104	6.44 106 <sub>5</sub>	6.05 100 <sub>5</sub>	6.21 104 <sub>5</sub>	6.12 101 <sub>5</sub>
10 -	-	6.55 104	-	-	-	-	6.33 104	6.11 102	-	6.30 103 <sub>5</sub>
25 -	-	6.43 101 <sub>5</sub>	-	6.50 104	-	-	6.11 99 <sub>5</sub>	6.36 102	6.33 104	6.39 102 <sub>5</sub>
50 -	-	6.55 99 <sub>5</sub>	-	6.22 98	-	-	6.40 100	6.24 98	5.93 94	5.42 84 <sub>5</sub>
75 -	-	-	-	-	-	-	-	6.35 100	-	5.88 92
100 -	-	6.14 92	6.16 92 <sub>5</sub>	6.08 97 <sub>5</sub>	-	6.15 93	6.01 92 <sub>5</sub>	5.89 91 <sub>5</sub>	5.79 91	5.74 89
150 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125 m
200 -	-	6.00 89	6.19 91	5.98 91	-	6.15 92 <sub>5</sub>	5.99 91 <sub>5</sub>	6.01 92	5.98 93	5.75 90
300 -	-	-	-	-	6.16 92 <sub>5</sub>	-	6.05 92	-	-	-
400 -	-	6.25 91	5.80 85	6.11 93	-	6.04 90 <sub>5</sub>	-	5.98 92	5.98 92	-
500 -	-	-	-	-	6.25 94	-	-	-	5.99 92	-
600 -	-	5.54 78 <sub>5</sub>	5.73 82 <sub>5</sub>	5.91 87	6.32 94 <sub>5</sub>	5.92 89	-	6.10 93	-	-
700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800 -	-	5.79 80 <sub>5</sub>	5.57 79 <sub>5</sub>	-	6.06 89	5.24 76	-	6.07 92	-	-
900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000 -	-	6.04 82 <sub>5</sub>	6.04 83	-	5.13 74	5.45 77	-	5.00 74 <sub>5</sub>	-	-
1200 -	-	6.32 88	-	-	-	-	-	5.22 75	-	-
1400 -	-	-	-	-	-	-	-	5.73 80 <sub>5</sub>	-	-
1600 -	-	-	-	-	6.19 84 <sub>5</sub>	-	-	6.00 83	-	-
1800 -	-	-	-	-	-	-	-	6.13 83 <sub>5</sub>	-	-
2000 -	-	-	-	-	6.43 87	-	-	-	-	-
2200 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2400 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500 -	-	-	-	-	6.48 87 <sub>5</sub>	-	-	-	-	-
3000 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle II. Untersuchungen den 3. VI.—17. VII. 1914. (Schnitt I—VI).

Die Stationen 3—15 bilden den Schnitt I.

> > 15—24 > > > II.  
 > > 25—40 > > > III.  
 > > 39—52 > > > IV.  
 > > 53—62 > > > V.  
 > > 63—70 > > > VI.

St.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Datum ..		3. VI. 14	4. VI. 14	4. VI. 14	5. VI. 14	5. VI. 14	5. VI. 14	6. VI. 14	6. VI. 14	7. VI. 14
Länge ..		5° 10' W	6° 42' W	7° 35' W	8° 39' W	9° 42' W	10° 38' W	11° 33' W	12° 21' W	13° 14' W
Breite ..		49° 47' N	49° 9' N	48° 43' N	48° 28' N	47° 57' N	47° 36' N	47° 18' N	46° 54' N	46° 26' N
Sauerstoff	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0
Tiefe										
0 m	-	6.43 109	6.13 102	6.10 102	6.08 101 <sub>5</sub>	6.19 104	6.30 106	6.15 104	6.29 106	6.08 103
10 -	-	6.49 107	6.11 102	5.96 100	6.09 102	6.22 105	6.36 107	-	6.14 103	-
25 -	-	6.18 98 <sub>5</sub>	6.28 103	6.09 102	6.29 104	6.28 104	6.09 102	6.13 103	6.26 104 <sub>5</sub>	6.31 107
50 -	-	6.35 101	6.12 99 <sub>5</sub>	6.28 102	5.97 96 <sub>5</sub>	6.03 98	5.91 96	6.04 99	5.58 90	6.23 102 <sub>5</sub>
75 -	-	6.45 103	5.94 93 <sub>5</sub>	5.98 95	6.33 101	5.93 95	5.79 93	5.91 95	5.78 92	6.40 104
100 -	-	-	5.97 94	6.00 95	5.98 95 <sub>5</sub>	5.83 93	-	5.81 93	5.99 96	5.79 94
150 -	-	-	-	140 m 5.90 93	5.82 93	5.90 94	-	-	5.81 92	-
200 -	-	-	-	-	-	5.89 94	-	5.92 95	5.77 91 <sub>5</sub>	5.72 92
300 -	-	-	-	-	-	5.82 93	-	-	5.80 91	-
400 -	-	-	-	-	-	6.23 99	5.22 83	5.31 84	5.62 88	5.44 86 <sub>5</sub>
500 -	-	-	-	-	-	5.16 81 <sub>5</sub>	-	-	5.41 84 <sub>5</sub>	-
600 -	-	-	-	-	-	4.73 74	4.95 78	4.90 77	5.02 78 <sub>5</sub>	6.01 94 <sub>5</sub>
700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	4.69 72 <sub>5</sub>	-
800 -	-	-	-	-	-	5.75 90	5.64 88 <sub>5</sub>	4.33 67	4.44 68	4.07 64 <sub>5</sub>
900 -	-	-	-	-	-	4.63 72	-	-	4.30 66 <sub>5</sub>	-
1000 -	-	-	-	-	-	5.03 77 <sub>5</sub>	5.36 84	4.45 68	4.43 68	4.38 67 <sub>5</sub>
1100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	4.56 68 <sub>5</sub>	-
1200 -	-	-	-	-	-	5.87 89	4.29 68	4.68 70	4.63 70 <sub>5</sub>	4.51 68 <sub>5</sub>
1400 -	-	-	-	-	-	-	5.01 78 <sub>5</sub>	5.23 75	-	4.81 71 <sub>5</sub>
1600 -	-	-	-	-	-	-	-	5.48 76	5.45 76	5.46 77
1700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	5.93 81 <sub>5</sub>	-
1800 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000 -	-	-	-	-	-	5.60 77	-	-	6.22 85	6.05 82 <sub>5</sub>
2100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2200 -	-	-	-	-	-	-	-	-	6.08 82	-
2300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2400 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2500 -	-	-	-	-	-	5.45 73 <sub>5</sub>	-	-	-	-
2600 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	5.70 76 <sub>5</sub>	-



Tabelle II. (Forts.)

St.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Datum ..	12. VI. 14	12. VI. 14	13. VI. 14	14. VI. 14	20. VI. 14	20. VI. 14	21. VI. 14	21. VI. 14	21. VI. 14	22. VI. 14
Länge ..	12° 2' W	11° 22' W	10° 28' W	9° 37' W	9° 29' W	9° 36' W	10° 18' W	10° 54' W	11° 19' W	12° 12' W
Breite ..	40° 36' N	40° 3' N	39° 17' N	38° 50' N	38° 33' N	38° 28' N	37° 58' N	37° 33' N	37° 15' N	36° 48' N
Sauerstoff	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰
Tiefe										
0 m	5.85 101	6.02 106 <sub>5</sub>	5.65 100	6.12 105	6.66 100	5.76 103	5.52 100	5.44 99	5.74 105 <sub>5</sub>	5.26 96 <sub>5</sub>
10 -	-	-	-	6.43 111	6.34 106	-	-	-	-	-
25 -	5.55 97	6.13 107 <sub>5</sub>	5.68 100	6.11 105	6.16 106	5.43 95	5.73 103	-	5.87 105	6.61 121
50 -	5.99 102 <sub>5</sub>	5.80 98 <sub>5</sub>	-	6.14 103	5.63 95	6.70 117	5.91 103	5.66 97	5.89 104	5.70 102
75 -	5.79 96	5.71 95	5.43 91	5.43 90 <sub>5</sub>	5.11 85	5.38 92	5.51 94	-	5.53 96	5.83 100
100 -	5.69 94	5.59 93	5.60 93	-	4.78 79	5.31 89 <sub>5</sub>	5.33 91	5.35 91 <sub>5</sub>	5.32 91 <sub>5</sub>	5.91 100
150 -	-	-	-	-	4.82 79 <sub>5</sub>	-	-	-	-	-
200 -	5.58 90 <sub>5</sub>	5.47 90	5.58 92	-	-	5.11 85	5.45 92	4.82 80	-	5.60 93 <sub>5</sub>
300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400 -	5.13 82	4.88 78	4.71 76	-	-	5.23 84	5.13 83	4.64 75	5.08 84	5.06 81 <sub>5</sub>
500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600 -	-	4.33 69 <sub>5</sub>	4.32 70	-	-	4.57 73 <sub>5</sub>	-	-	4.20 67 <sub>5</sub>	4.32 69
700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800 -	4.31 68 <sub>5</sub>	4.31 70	4.46 72	-	-	4.18 68	4.64 75	4.18 67 <sub>5</sub>	4.44 71	4.07 65 <sub>5</sub>
900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000 -	4.19 66	4.21 68	4.34 70	-	-	4.53 72	4.19 67	-	4.17 66	4.31 69
1100 -	-	-	-	-	-	1150 m	-	-	-	-
1200 -	4.45 69	4.35 70 <sub>5</sub>	4.17 67 <sub>5</sub>	-	-	4.19 68	-	-	-	-
1300 -	-	-	-	-	-	-	4.18 66 <sub>5</sub>	4.30 69	4.32 69	4.24 67 <sub>5</sub>
1400 -	4.93 73	4.71 74 <sub>5</sub>	4.35 67 <sub>5</sub>	-	-	-	-	-	-	-
1500 -	-	-	-	-	-	-	4.50 69 <sub>5</sub>	-	4.80 73 <sub>5</sub>	4.56 70
1600 -	5.58 80	-	4.59 69	-	-	-	-	-	-	-
1700 -	-	-	-	-	-	-	4.92 72 <sub>5</sub>	4.72 70 <sub>5</sub>	4.99 73 <sub>5</sub>	5.01 73
1800 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1900 -	-	-	-	-	-	-	5.63 79 <sub>5</sub>	-	-	5.27 74
2000 -	6.04 82 <sub>5</sub>	5.77 80	5.25 73	-	-	-	-	-	5.53 76	5.44 75

Tabelle II. (Forts.)

St.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Datum ..	22. VI. 14	22. VI. 14	23. VI. 14	23. VI. 14	24. VI. 14	24. VI. 14	24. VI. 14	25. VI. 14	27. VI. 14	27. VI. 14
Länge ...	12° 46' W	13° 12' W	14° 10' W	15° 13' W	16° 7' W	16° 29' W	16° 43' W	17° 28' W	17° 36' W	17° 59' W
Breite ...	36° 35' N	36° 17' N	35° 35' N	34° 54' N	34° 13' N	33° 55' N	33° 38' N	33° 15' N	32° 55' N	33° 9' N
Sauerstoff	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰	cc. ‰
Tiefe										
0 m	5.41 100	5.51 102	5.38 99	5.44 101	5.35 100	5.64 106	6.14 116	5.42 102 <sub>5</sub>	5.25 100	5.25 99
10 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 -	-	5.72 105	5.85 106	5.80 107	5.61 105	-	5.69 107	5.48 103 <sub>5</sub>	-	5.47 103
50 -	-	6.61 115	6.02 105	5.44 96 <sub>5</sub>	6.18 111	-	6.08 109	6.45 117	-	5.82 105 <sub>5</sub>
75 -	-	5.36 92	5.33 92	5.73 101	5.70 101	-	5.68 100	5.46 98	-	5.55 99
100 -	5.47 95	5.72 98	5.30 90 <sub>5</sub>	5.36 95	5.30 92 <sub>5</sub>	-	5.90 103	5.25 94	-	5.65 101
150 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200 -	5.36 90	5.03 84	5.51 92 <sub>5</sub>	4.95 86	5.13 88	4.92 83	5.48 94	5.17 90 <sub>5</sub>	4.97 87	5.20 91
300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400 -	4.63 75	6.02 98	4.79 77 <sub>5</sub>	4.72 77 <sub>5</sub>	4.74 77	4.86 78	4.76 77	4.78 79 <sub>5</sub>	4.99 83	4.76 78 <sub>5</sub>
500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600 -	-	4.45 71 <sub>5</sub>	5.05 80 <sub>5</sub>	4.73 76 <sub>5</sub>	4.32 70	4.40 69 <sub>5</sub>	4.29 68	4.94 79	4.91 79	4.82 77
700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800 -	4.29 69	4.30 69 <sub>5</sub>	3.97 62	4.21 66	4.36 68 <sub>5</sub>	4.55 71 <sub>5</sub>	4.05 63 <sub>5</sub>	4.18 66	4.91 65 <sub>5</sub>	4.49 72
900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000 -	4.13 66 <sub>5</sub>	4.53 73	4.13 64 <sub>5</sub>	4.13 64	4.15 64 <sub>5</sub>	4.52 70	4.29 66 <sub>5</sub>	4.35 66	4.90 76	4.29 66
1100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200 -	4.60 73 <sub>5</sub>	4.22 67	4.36 67 <sub>5</sub>	4.24 66	4.63 72 <sub>5</sub>	4.14 64	4.55 69	4.84 73 <sub>5</sub>	-	4.36 68 <sub>5</sub>
1300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400 -	-	4.46 75	4.26 65 <sub>5</sub>	4.50 68	4.88 73	4.15 62	5.53 81 <sub>5</sub>	4.81 71	4.63 68	4.75 70
1500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600 -	-	4.71 70	5.04 74	5.00 73	5.16 75	-	5.09 74	4.32 67	-	-
1700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800 -	-	-	-	5.10 75	5.30 75 <sub>5</sub>	-	5.49 78 <sub>5</sub>	-	-	4.91 69
1900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000 -	-	5.40 75 <sub>5</sub>	5.41 75	-	5.41 75 <sub>5</sub>	-	5.95 83 <sub>5</sub>	-	5.42 75	5.33 74

Tabelle II. (Forts.)

St.	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Datum ..	28. VI. 14	28. VI. 14	28. VI. 14	29. VI. 14	29. VI. 14	30. VI. 14	30. VI. 14	1. VII. 14	1. VII. 14	1. VII. 14
Länge ..	18° 54' W	19° 15' W	19° 39' W	20° 27' W	21° 7' W	21° 48' W	22° 35' W	23° 9' W	23° 21' W	23° 45' W
Breite ..	33° 45' N	33° 54' N	34° 9' N	34° 33' N	34° 59' N	35° 20' N	35° 43' N	36° 3' N	36° 16' N	36° 30' N
Sauerstoff	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0
Tiefe										
0 m	-	-	5.62 106	5.32 100	5.60 105 <sub>5</sub>	-	5.86 111	5.45 102 <sub>5</sub>	-	5.36 101
10 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 -	-	-	5.59 106	5.39 101 <sub>5</sub>	6.15 115	5.74 108	5.59 105	5.62 103	-	5.35 101
50 -	-	-	5.89 109	5.96 108	6.26 109 <sub>5</sub>	6.09 110	7.62 138	6.02 105	-	5.96 106 <sub>5</sub>
75 -	-	-	6.31 114	5.29 94	5.63 97	5.44 95	5.65 98	5.70 99	-	5.58 98
100 -	-	-	5.86 104	5.25 92	5.55 95	6.21 106	5.96 102 <sub>5</sub>	5.46 93 <sub>5</sub>	-	5.48 94 <sub>5</sub>
150 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200 -	-	-	4.99 87	4.89 83	-	5.17 86	5.23 89	5.40 91 <sub>5</sub>	-	5.85 100
300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400 -	4.62 76	-	4.80 79 <sub>5</sub>	5.15 84	4.76 76 <sub>5</sub>	4.92 80	5.24 85 <sub>5</sub>	5.22 85	-	5.05 83
500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600 -	4.45 70 <sub>5</sub>	-	4.59 73 <sub>5</sub>	4.56 72	4.95 79	5.94 94 <sub>5</sub>	5.10 81	5.04 80	-	5.98 95
700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800 -	4.26 66 <sub>5</sub>	-	4.29 67	4.59 71	4.27 66	4.25 66	4.54 71 <sub>5</sub>	4.14 65	-	4.45 69
900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000 -	4.27 66	-	4.39 67 <sub>5</sub>	4.50 69	-	4.32 67	4.28 66 <sub>5</sub>	4.17 65	4.07 62 <sub>5</sub>	5.65 86 <sub>5</sub>
1100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200 -	4.37 66 <sub>5</sub>	-	4.53 68	-	-	4.76 72	4.33 66 <sub>5</sub>	4.90 73	-	4.64 70 <sub>5</sub>
1300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400 -	4.82 71 <sub>5</sub>	-	4.94 72	5.04 73	-	5.15 75	5.49 81	5.01 72 <sub>5</sub>	-	4.93 72
1500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600 -	4.62 67	-	5.34 76	5.55 77 <sub>5</sub>	-	5.79 83	5.45 76 <sub>5</sub>	5.25 74	-	5.76 81
1700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800 -	-	-	5.33 74 <sub>5</sub>	5.70 79	-	5.59 78	5.84 81	5.67 78 <sub>5</sub>	-	-
1900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000 -	-	-	5.86 80 <sub>5</sub>	5.73 78	-	6.16 84 <sub>5</sub>	5.80 79 <sub>5</sub>	5.85 80	-	5.98 81 <sub>5</sub>
2100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2200 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2400 -	-	-	-	-	-	-	-	-	5.91 79	6.56 88
2500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2600 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2800 -	-	-	-	-	-	-	-	-	5.80 77 <sub>5</sub>	-
2900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3000 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3200 -	-	-	-	-	-	-	-	-	5.65 75	-

Tabelle II. (Forts.)

St.	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Datum ..	2. VII. 14	2. VII. 14	6. VII. 14	7. VII. 14	8. VII. 14	8. VII. 14	9. VII. 14	10. VII. 14	11. VII. 14	12. VII. 14
Länge ..	24° 45' W	25° 21' W	25° 39' W	25° 25' W	24° 49' W	24° 39' W	24° 14' W	22° 15' W	21° 4' W	18° 59' W
Breite ..	37° 5' N	37° 22' N	38° 43' N	39° 31' N	41° 31' N	42° 28' N	43° 36' N	45° 45' N	47° 35' N	49° 33' N
Sauerstoff	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0
Tiefe										
0 m	6.06 105	5.64 106	5.31 101	-	5.93 110	5.45 100	5.81 106 <sub>5</sub>	5.75 104	5.91 104	6.11 106
10 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 -	5.47 102	5.74 107	5.76 106	-	5.78 107	5.79 105 <sub>5</sub>	6.07 111	5.51 99 <sub>5</sub>	-	-
50 -	5.66 102	5.86 102	6.19 107	-	6.30 106	6.82 114	5.59 94 <sub>5</sub>	5.69 99	6.15 100	6.07 100
75 -	6.12 109	5.50 94 <sub>5</sub>	5.48 93	-	5.32 89	5.86 97	5.55 92	-	-	-
100 -	5.39 95	5.34 91	5.48 92 <sub>5</sub>	-	5.70 94 <sub>5</sub>	6.11 101	5.63 93 <sub>5</sub>	6.07 100 <sub>5</sub>	5.97 95	6.12 99
150 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200 -	5.33 92	5.66 94 <sub>5</sub>	5.21 86	-	6.30 103	6.20 101	5.58 91 <sub>5</sub>	5.95 97 <sub>5</sub>	-	-
300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400 -	5.03 83	5.70 92	5.18 84	5.17 83	5.54 89	6.77 108	5.29 85	5.95 95	5.87 92	5.74 90
500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600 -	5.69 90	4.79 75	5.76 90 <sub>5</sub>	4.84 76 <sub>5</sub>	5.60 89	5.28 82	5.46 86	5.34 83 <sub>5</sub>	-	-
700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800 -	4.55 71 <sub>5</sub>	4.74 73	4.27 66	4.24 66	6.21 96 <sub>5</sub>	4.65 70	5.03 75 <sub>5</sub>	4.54 68	5.09 74	4.74 71
900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000 -	4.54 69	5.10 75 <sub>5</sub>	4.43 67 <sub>5</sub>	4.51 69 <sub>5</sub>	4.73 71 <sub>5</sub>	4.84 75	4.65 68 <sub>5</sub>	-	-	-
1100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200 -	5.15 74 <sub>5</sub>	5.12 74	4.87 71 <sub>5</sub>	-	4.87 71 <sub>5</sub>	-	5.04 73	5.26 75 <sub>5</sub>	5.74 80	5.17 74
1300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400 -	5.20 74	5.93 84	5.45 77	-	5.28 75 <sub>5</sub>	5.65 78 <sub>5</sub>	6.48 90	-	-	-
1500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600 -	5.77 80	5.72 80	5.91 81	-	5.85 81	6.08 83	6.15 84	6.22 85	6.15 84	6.01 82 <sub>5</sub>
1700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800 -	6.04 83	6.01 82 <sub>5</sub>	-	-	6.02 82	-	-	-	-	-
1900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000 -	6.36 86	-	-	-	6.20 84	-	6.30 85	6.27 85	6.33 85 <sub>5</sub>	6.37 86
2100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2200 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2400 -	-	-	-	-	-	-	6.55 88	6.24 84	-	-
2500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2600 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2800 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3000 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3200 -	-	-	-	-	-	-	-	5.77 77	-	-

Tabelle II. (Forts.)

St.	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Datum ..	13. VII. 14	14. VII. 14	16. VII. 14	16. VII. 14	16. VII. 14	16. VII. 14	17. VII. 14	17. VII. 14	17. VII. 14	17. VII. 14
Länge ..	18° 34' W	16° 39' W	13° 37' W	12° 43' W	12° 9' W	11° 25' W	11° 18' W	10° 42' W	9° 12' W	8° 47' W
Breite ..	51° 6' N	52° 47' N	56° 30' N	56° 33' N	56° 37' N	56° 40' N	56° 43' N	56° 45' N	56° 48' N	56° 51' N
Sauerstoff	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0	cc. 0/0
Tiefe										
0 m	5.89 101	6.16 103	6.23 103	6.21 102	6.15 102 <sub>5</sub>	6.91 114 <sub>5</sub>	-	6.07 103 <sub>5</sub>	6.48 110	6.62 111 <sub>5</sub>
10 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 -	5.39 93	6.37 105 <sub>5</sub>	-	-	-	-	-	6.72 110	6.48 106	6.52 108
50 -	6.05 98	6.01 99	6.38 101	5.98 94 <sub>5</sub>	6.27 99	6.54 102 <sub>5</sub>	-	6.24 98	6.12 96	5.97 96
75 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.28 51
100 -	-	5.78 91 <sub>5</sub>	6.20 97	5.80 91	6.04 94	6.07 94	-	6.16 96	6.16 96	5.69 88
150 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200 -	5.75 91	5.92 93	6.01 93	5.93 92 <sub>5</sub>	6.06 94	6.00 93	-	6.17 95	6.22 96	-
300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400 -	5.94 93	5.83 91 <sub>5</sub>	6.09 94	6.03 93	6.04 93	5.94 91	6.09 93	6.03 93	6.22 96	-
500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600 -	5.73 89	5.76 89	5.83 89	6.07 93	6.04 93	6.64 101	6.02 91 <sub>5</sub>	6.68 102	6.11 93 <sub>5</sub>	-
700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800 -	4.64 70 <sub>5</sub>	4.85 74	5.53 83	5.87 90	5.98 91	6.05 91 <sub>5</sub>	5.93 89	6.66 101	6.12 92 <sub>5</sub>	-
900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000 -	4.73 70	4.87 72	5.15 75 <sub>5</sub>	5.43 83 <sub>5</sub>	5.85 89	5.68 85	5.11 76	5.38 80	5.19 76 <sub>5</sub>	-
1100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200 -	5.38 76	5.39 76 <sub>5</sub>	-	4.96 72 <sub>5</sub>	5.01 73	5.32 77	5.38 76 <sub>5</sub>	5.47 79	5.48 78	-
1300 -	-	-	-	-	-	-	-	-	5.65 80	-
1400 -	-	-	-	5.41 77	5.58 79	5.57 79	5.75 80	5.70 80	-	-
1500 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1600 -	6.67 91	6.03 82 <sub>5</sub>	-	5.87 81	5.95 83	5.89 81 <sub>5</sub>	6.22 85	6.08 83 <sub>5</sub>	-	-
1700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1800 -	-	-	-	6.12 84	6.22 85	6.23 85	6.17 83 <sub>5</sub>	6.31 85 <sub>5</sub>	-	-
1900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000 -	6.42 87	6.35 86	-	6.25 85	6.25 85	6.23 84 <sub>5</sub>	6.25 84 <sub>5</sub>	6.07 82	-	-
2100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2200 -	-	-	-	6.30 85	6.33 85 <sub>5</sub>	6.32 85	6.23 84	-	-	-
2300 -	-	-	-	-	-	-	6.49 86 <sub>5</sub>	-	-	-
2400 -	6.44 87	6.17 83	-	-	-	-	-	-	-	-
2500 -	-	-	-	5.81 77 <sub>5</sub>	5.75 76	6.03 80 <sub>5</sub>	6.12 81 <sub>5</sub>	-	-	-
2600 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2700 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2800 -	6.17 83	6.00 80 <sub>5</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-
2900 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3000 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3100 -	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3200 -	5.70 76	5.61 74 <sub>5</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-