

Werk

Titel: Neue Forschungen im Nördlichen Atlantischen Ozean

Autor: Helland-Hansen, Björn

Ort: Berlin

Jahr: 1911

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1911 | LOG_0130

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Neue Forschungen im Nördlichen Atlantischen Ozean*.

Von Dr. Björn Helland-Hansen in Bergen.

(Tafel 5.)

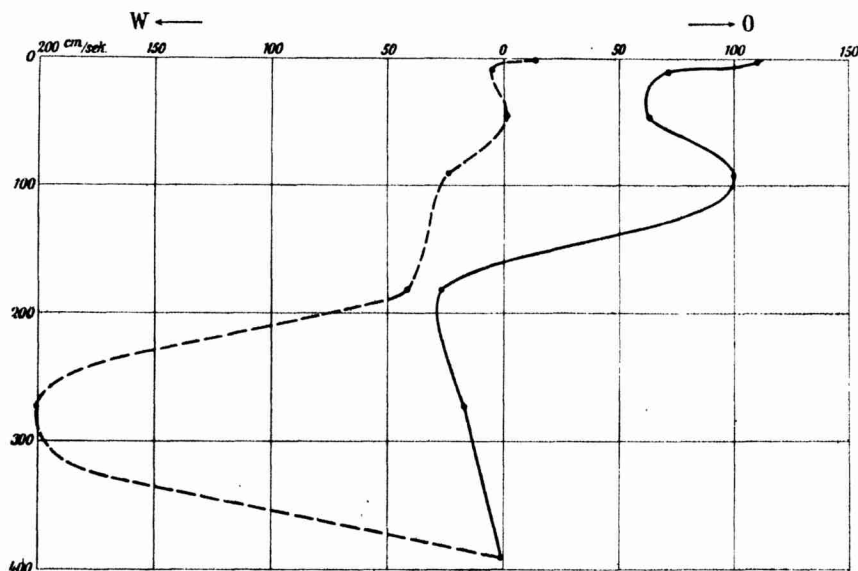
Vor 40 Jahren wufste man so gut wie nichts von dem großen offenen Ozean. Erst durch die großen Expeditionen — hauptsächlich die „Challenger“-Expedition — in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts hat man einen Blick in die eigentümliche Welt des Meeres bekommen; außerordentlich viele Ergebnisse in bezug auf die Wassermassen selbst und die mannigfaltigen Organismen wurden dann erworben. Später wurde eine Expedition nach der anderen zur Erforschung der Meere von verschiedenen Ländern ausgesandt — von Deutschland z. B. die „National“- und die „Valdivia“- und die „Gauss“-Expedition. Die Forschungsmethodik ist während dieser 3—4 Jahrzehnte sehr stark entwickelt worden; von großer Bedeutung in dieser Beziehung ist die internationale Zusammenarbeit seit 1902 gewesen. Daher kann man jetzt die Probleme der verschiedenen Forschungszweige viel leichter angreifen als vor einem Menschenalter.

Um die neueste Methodik im Nördlichen Atlantischen Ozean zu verwenden, und um die Verhältnisse dort näher zu studieren, unternahmen Sir John Murray und Dr. Johan Hjort eine viermonatliche Fahrt im Sommer 1910 mit dem norwegischen Regierungsdampfer „Michael Sars“. Der „Michael Sars“ ist ein kleines Schiff von nur 39 m Länge und einer Tonnage von 226 Brutto-Tons, das aber für allerlei Arbeiten zur See sehr gut eingerichtet ist. An den Untersuchungen beteiligten sich auch Professor Dr. H. H. Gran, Mag. Sc. E. Koefoed und — für die ozeanographischen Arbeiten — der Vortragende. Die Route ist aus Tafel 5 ersichtlich; es möge speziell hervorgehoben werden, daß eine große Reihe von Untersuchungen in und außerhalb der Straße von Gibraltar angestellt wurde, und daß zwei große Schnitte quer durch den Nordatlantischen Ozean gemacht wurden, mit mehreren Stationen in der Sargasso-See und mit vielen

*) Auszug eines am 4. Februar 1911 in der Allgemeinen Sitzung der Gesellschaft für Erdkunde gehaltenen Vortrags.

Stationen in dem Golfstrom-Gebiet südlich von Neu-Fundland und von Neu-Fundland bis Irland. Über diese Fahrt sind schon mehrere vorläufige Berichte von Dr. H j o r t veröffentlicht worden.¹⁾

Man hat schon seit lange gewußt, daß der nach Osten gerichtete Strom in der Gibraltar-Straße eine Tiefe von etwa 100 bis 200 m hat, und daß eine entgegengesetzte Strömung in größeren Tiefen viel Wasser vom Mittelmeer nach dem Atlantischen Ozean führt. Nach den Untersuchungen von B u c h a n a n und späteren Forschern weiß man, daß dieses Mittelmeerwasser eine große Rolle für die Verhältnisse der intermediären Wasser-



Abbild. 36. Die Strömungen in verschiedenen Tiefen in der Gibraltar-Straße, als Komponente in der Längsrichtung der Straße berechnet (am 29.—30. April 1910).

massen im östlichen oder nordöstlichen Teil des Nordatlantik spielt. Diese Verhältnisse sind während der letzten Jahre durch die ausgezeichneten dänischen Untersuchungen mit dem „Thor“ unter der Leitung von Dr. J. S c h m i d t näher studiert worden; der Ozeanograph dieser Untersuchungen, cand. mag. J. N. N i e l s e n, hat den Verlauf des ausströmenden Mittelmeerwassers deutlich verfolgen können, an der spanischen und portugiesischen Küste entlang bis zum Biscayischen Busen und noch weiter nach

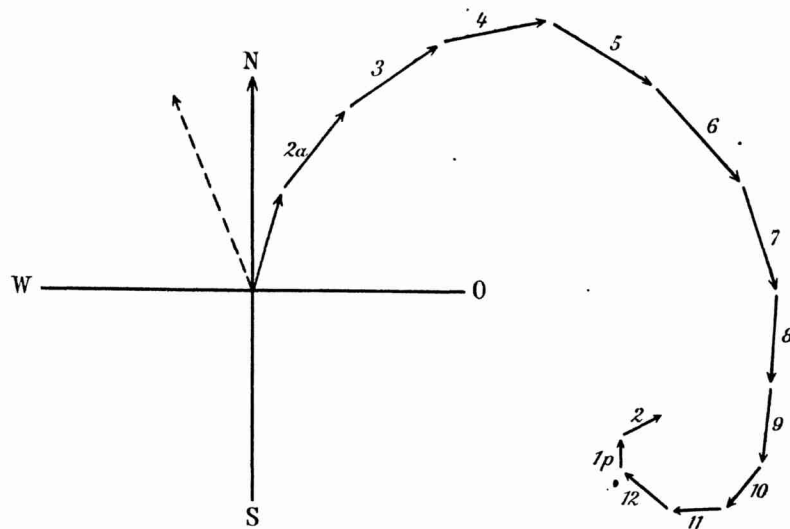
¹⁾ In „Nature“ und in verschiedenen norwegischen und englischen Zeitungen. Ein Vortrag von Dr. H j o r t im Januar d. J. in der Royal Geographical Society zu London ist im „Geographical Journal“ und in der „Internat. Revue d. gesamten Hydrobiologie und Hydrographie“ erschienen.

Norden bis außerhalb Irland und Schottland. Der Zusammenhang zwischen dem Atlantik und dem Mittelmeer wurde auch von der „Michael Sars“-Expedition studiert. Von speziellem Interesse in dieser Beziehung war es, daß eine große Reihe von genauen Strommessungen in verschiedenen Tiefen bis zum Boden in der Gibraltar-Straße gemacht werden konnten; dadurch war es möglich, die Schwankungen des oberen und des unteren Stromes während einer ganzen Gezeitenperiode festzustellen. Die Messungen wurden vom verankerten Schiffe aus mit E k m a n s Propellstrommesser ausgeführt; einige der Ergebnisse sind in Abbild. 36 dargestellt. Die beiden Kurven in dieser Abbildung zeigen die Stromgeschwindigkeiten in verschiedenen Tiefen entlang der Längsachse der Straße, die vollausgezogene Kurve zu der Zeit der maximalen Einströmung ins Mittelmeer und die gebrochene Kurve zur Zeit der minimalen Einströmung. Sechs Stunden verliefen zwischen diesen beiden Extremen. In dem ersten Fall hat die Stromkomponente eine Geschwindigkeit von über 1 m in der Sekunde (etwa 2 Knoten) an der Oberfläche gehabt; selbst in 100 m Tiefe war die ostwärts gerichtete Strömung sehr stark. In ungefähr 160 m wurde die Grenze zwischen den beiden Strömen gefunden; der untere Strom war verhältnismäßig schwach, mit einem Maximum in ungefähr 200 m Tiefe. Sechs Stunden nachher war der Strom nach dem Mittelmeer zu sehr schwach und ganz seicht. Schon wenige Meter unterhalb der Oberfläche fing der Strom nach Westen an, und diese Strömung erreichte eine Riesengeschwindigkeit von über 2 m in der Sekunde (über 4 Knoten) in ungefähr 300 m Tiefe. Die beiden Ströme sind in dieser Weise sehr großen Gezeitenschwankungen unterworfen, sowohl der Geschwindigkeit wie der Mächtigkeit nach. Die Grenze oszillierte mehr als 100 m in vertikaler Richtung; dies wurde auch durch wiederholte Temperatur- und Salzgehalt-Bestimmungen bestätigt.

Die früheren Untersuchungen im norwegischen Nordmeer und anderswo haben gezeigt, daß bedeutende vertikale Verschiebungen der Wasserschichten aller Wahrscheinlichkeit nach im Meere häufig vorkommen. Das ist zweifellos in der Gibraltar-Straße der Fall. Untersuchungen mit dem „Michael Sars“ und dem „Thor“ in der Färöer-Shetland-Rinne im Sommer 1910 haben ähnliche Vertikalbewegungen gezeigt; die Beobachtungen der „Michael Sars“-Expedition ergaben auch an dieser Stelle eine Periodizität, die — wenigstens teilweise — durch die Gezeiten zu erklären ist.

Beim Fortschreiten der Gezeitenwelle erscheinen Gezeitenströmungen. Diese Gezeitenströmungen in dem großen offenen Ozean sind früher nie untersucht worden, mit Ausnahme von B u c h a n a n s Messungen an der Dacia-Bank außerhalb der marokkanischen Küste, wo die Bodentiefe aber ganz gering ist. Während der „Michael Sars“-Expedition wurde nun eine große Reihe von Strommessungen mit E k m a n s Flügel südlich von den Azoren

gemacht; das Schiff wurde bei einer Bodentiefe von etwa 900 m verankert, und die Beobachtungen wurden in verschiedenen Tiefen bis zu 400 Faden (730 m) angestellt. Abbild. 37 zeigt die Strömungsverhältnisse in 10 m Tiefe, also in der Oberflächenschicht, am 12. Juni zwischen 1 Uhr vormittags und 2 Uhr nachmittags. Es war während dieser Zeit eine Versetzung der Wassermassen gegen Südost (der „Reststrom“); der Strom war indessen starken Schwankungen unterworfen, die ganz den Charakter der Gezeitenchwankungen zeigten. Selbst über eine Bodentiefe von 900 m waren somit die Gezeitenströmungen in den Oberflächenschichten an dieser Lokalität ganz.



12. VI. 1910.

10 m.

Abbild. 37. Die Strömungen südlich von den Azoren
10 m unterhalb der Oberfläche am 12. Juni 1910.

beträchtlich. Die Messungen zeigen nun ferner mit aller Deutlichkeit, daß die Gezeitenströmungen durch die ganze Wassermasse und auch in den tiefen Schichten sich stark geltend machen. So drehten sich die Strömungen in einem ähnlichen Sinne wie an der Oberfläche in allen Schichten bis zu 730 m. Interessant war es aber, daß die Strömungen in den verschiedenen Tiefen verschiedene Richtungen besaßen; so war z. B. die Richtung in den großen Tiefen stets derjenigen in den oberen Schichten entgegengesetzt. Bemerkenswert ist es, daß der Strom in den großen Tiefen zuweilen verhältnismäßig sehr stark war; dadurch erklärt es sich, daß oft in erheblichen Tiefen der aus Stein oder Felsen bestehende Boden nicht von Sedimenten bedeckt wird, weil die kleinen Partikeln von den zu-

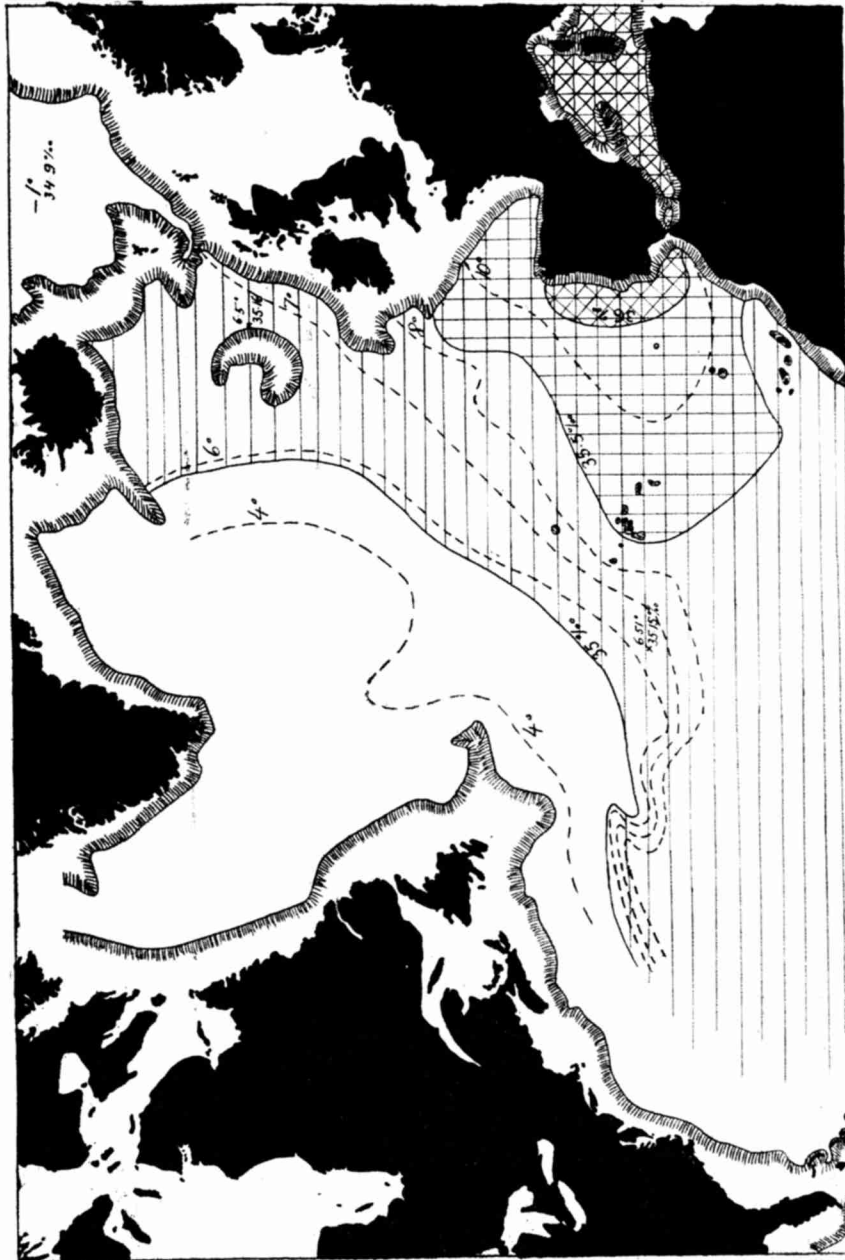
weilen starken (Gezeiten-) Strömungen weggespült werden. Durch diese Beobachtungen ist es denn festgestellt worden, daß die Gezeitenströmungen auch in tiefem Wasser vorkommen können, und daß es überhaupt in ziemlich großen Tiefen schwankende und teilweise starke Ströme geben kann.

Südlich und westlich von den Azoren — in den äußeren Teilen der Sargasso-See — wurden mehrere Beobachtungen während der „Michael Sars“-Fahrt gemacht, um das Eindringen des Lichtes in die Tiefe zu studieren. Der Vortragende hat für diese Untersuchungen ein neues Photometer konstruiert. An einem Messingwürfel konnten 5 photographische Platten angebracht werden, eine Platte oben und 4 an den Seiten; der Würfel konnte unter einem lichtdichten Messingdeckel aufgehängt werden. Durch ein Fallgewicht wurde der Würfel vom Deckel losgemacht und fiel zum unteren Teil eines hohen Rahmens, wo die Platten der Wirkung der Lichtstrahlen ausgesetzt wurden. Ein zweites Fallgewicht machte den Deckel los, so daß er über den Würfel fiel und diesen dadurch wiederum vollkommen lichtdicht bedeckte. Die Platten waren panchromatisch und von der Größe 4×4 cm; die lichtempfindliche Haut wurde von einer Glasplatte gegen das Wasser geschützt, und diese beiden Platten wurden in kleine Gummiumschräge mit einer seitlichen Öffnung von 2×2 cm gesteckt. Zwischen der photographischen Platte und der Deckplatte konnten dünne rote, grüne oder blaue Lichtfilter angebracht werden. Mit diesem Apparat wurde einmal eine Exposition in 120 Minuten in 1700 m Tiefe gemacht, ohne Spuren von Lichtwirkung zu geben. Eine Exposition in 80 Minuten in 1000 m Tiefe gab ohne Lichtfilter aber eine deutliche Schwärzung der Platten. In 500 m Tiefe wurden mehrmals Aufnahmen während 40 Minuten gemacht; ohne Lichtfilter war die Wirkung ganz stark, mit blauem Filter gab es noch eine bemerkbare Schwärzung, mit grünem oder rotem Filter aber nicht. Die verschiedenen Lichtfilter schwächen die Strahlen in ziemlich hohem Grade; die Platte mit dem blauen Filter verlangt 6, mit dem grünen 18 und mit dem roten 15 mal so lange Exposition wie die Platte ohne Filter. Nach den Versuchen ist es wahrscheinlich, daß große Mengen von Strahlen von dem violetten Teil des Spektrums in 500 m Tiefe vorkommen, aber sehr wenige oder vielleicht beinahe keine Strahlen vom roten Teil. In 100 m Tiefe wurden alle Platten in 40 Minuten überexponiert, diejenigen ohne Filter oder mit blauem Filter am meisten und diejenigen mit rotem am wenigsten; in dieser Tiefe kommen noch erhebliche Mengen von allen Teilen des Spektrums vor. In dieser Weise konnte man also einigermaßen das Eindringen der verschiedenen Spektralstrahlen studieren, und es konnte festgestellt werden, daß die chemisch aktiven Strahlen in der Sargasso-See zu einer größeren Tiefe als 1000 m reichen. Nach sehr vielen Untersuchungen über

die vertikale Verteilung der Organismen konnte Dr. H j o r t einen gewissen Zusammenhang zwischen dieser Verteilung und den erwähnten Lichtverhältnissen nachweisen. So kommen z. B. die kleinen pelagischen Fische mit Leuchtorganen und Teleskopaugen hauptsächlich in den intermediären Schichten vor, wo noch die blauen, violetten oder ultravioletten Strahlen auftreten, wo aber die roten Strahlen beinahe völlig fehlen. Er hat ferner gefunden, daß viele charakteristische rote und schwarze Tiere unterhalb des „roten Bezirkes“ leben, wo also die rote Farbe als schwarz wirkt.

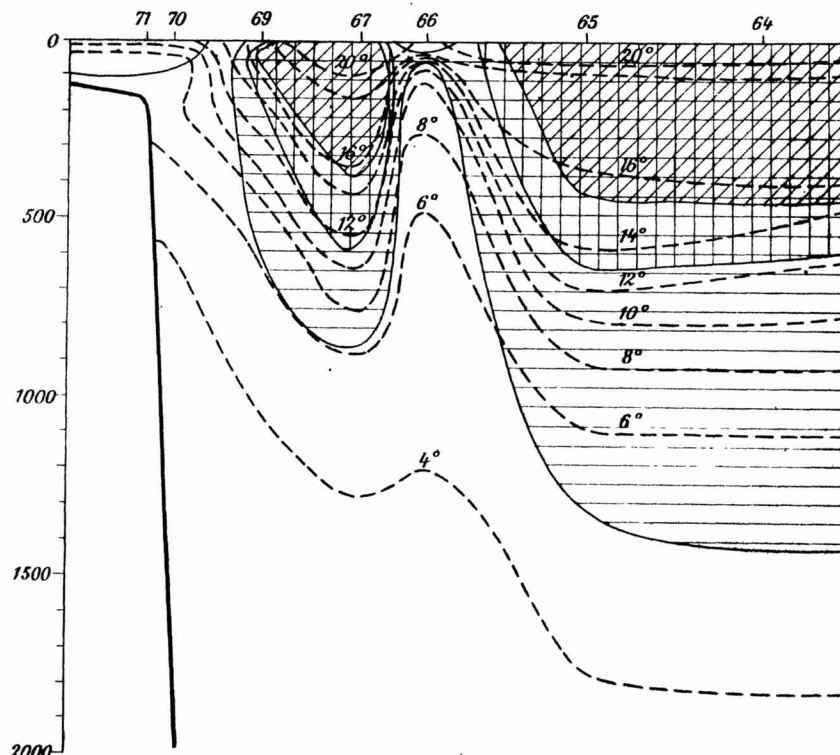
Die Karte in Abbild. 38 zeigt die Temperaturen und Salzgehalte im Sommer 1910 in einer Tiefe von etwas über 900 m (500 Faden) des Nordatlantischen Ozeans. Im östlichen Teil, außerhalb Süd-Europas und Nord-Marokkos, sind die Salzgehalte und Temperaturen hoch wegen des Einflusses des Mittelmeeres. Im nordwestlichen Teil des Meeres und an der nordamerikanischen Küste entlang sind die Salzgehalte und die Temperaturen niedrig. In diesem nordwestlichen Teil findet man schon in der Tiefe, die von der Karte dargestellt wird, Wasser von demselben Charakter wie das „Bodenwasser“, das sonst die tiefsten Teile des Nordatlantischen Ozeans einnimmt und überall einen Salzgehalt von ungefähr 34,9 ‰ und eine Temperatur von beinahe 2,5° C besitzt. Bei der „Michael Sars“-Expedition wurden einige genaue Untersuchungen in diesem Bodenwasser gemacht. Die Temperatur-Bestimmungen waren sehr exakt. Es zeigte sich, daß die Temperatur ganz nahe am Boden in großen Tiefen (beinahe 5000 m) etwas höher war als einige hundert Meter über dem Boden. Wenn dann, wie auch festgestellt wurde, der Salzgehalt überall gleich groß ist, findet man in diesen tiefen Schichten eine nach unten abnehmende Dichte (wenn die Kompression nicht berücksichtigt wird). Trotzdem ist das Gleichgewicht doch stabil. Wenn nämlich das Wasser von einer Tiefe in eine größere sinkt, steigt die Temperatur (adiabatisch) wegen der Druckerhöhung; die Temperatursteigerung läßt sich leicht berechnen und ist so groß, daß sie z. B. für einen Tiefenunterschied von 500 m viel größer ist als die Beobachtungsfehler. Wir wissen noch nicht, ob die höheren Temperaturen dicht am Boden eine Folge der Erwärmung vom Boden selbst sind oder nur die adiabatische Wirkung auf sinkende Wassermassen; in beiden Fällen läßt sich die Temperaturerhöhung erklären. Wichtig ist es, daß man darauf achtet, daß die langsame Abnahme der Dichte nicht das Gleichgewicht zu stören braucht — eine Tatsache, die bis jetzt von den Ozeanographen gar nicht genügend berücksichtigt wurde.

Wegen der Wirkung der Erdrotation werden auf der nördlichen Halbkugel die Wasserschichten an der rechten Seite im allgemeinen nach unten gedrückt und an der linken Seite aufwärts gehoben. Daher findet man auf der nördlichen Halbkugel beinahe immer verhältnismäßig schweres



Abbild. 38. Salzgehalte und Temperaturen in 900 m Tiefe (500 Faden)
im Sommer 1910.

Wasser an der linken Seite eines Stromes. Dies ist z. B. bei der nordafrikanischen und der nordamerikanischen Küste der Fall, wo relativ kaltes, schweres Wasser zwischen den warmen Strömungen und der Küste auftreibt. Auf der südlichen Halbkugel findet man in ähnlicher Weise sehr häufig solches schweres Wasser an der rechten Seite. In dieser Weise läßt sich in vielen Fällen das kalte „Auftriebswasser“, das sonst ziemlich rätselhaft erscheint, leicht erklären. In dieser Verbindung kann auch das folgende,



Abbild. 39. Die vertikale Verteilung der Temperaturen und Salzgehalte von der Sargasso-See nordwärts bis Neu-Fundland (Ende Juni 1910).

während der „Michael Sars“-Expedition gefundene und sehr wichtige Verhältnis erwähnt werden:

Von der Sargasso-See (bei Stat. 64, Tafel 5) wurden mehrere Stationen längs einer Schnittlinie in nördlicher Richtung bis Neu-Fundland gemacht. Die Verhältnisse in diesem Schnitt werden in Abbild. 39 dargestellt. Ganz auffallend ist das kalte Wasser, das sich bei Station 66 befand, und das eine Art Keil zwischen den warmen Wassermassen im Süden und dem warmen Wasser des „Golf-Stromes“ weiter nach Norden (Station 67 und

zum großen Teil Station 69) bildete. Dynamisch läßt sich diese Verteilung so erklären, daß das Wasser in den oberen Schichten zwischen den Stationen 65 und 66 nach Nordosten ging, zwischen den Stationen 66 und 67 dagegen nach Südwesten und zwischen den Stationen 67 und 69 wiederum nach Nordosten. In der Nähe von Station 67 wurde auch tatsächlich das Dampfschiff nach Südwesten, gegen die Richtung des Golf-Stromes, getrieben. Diese Verhältnisse können näher durch Abbild. 40 veranschaulicht werden. Diese Abbildung zeigt die Verteilung der Temperaturen und Salzgehalte in etwas über 350 m Tiefe (200 Faden). Um die Isothermen und Isohalinen richtig zeichnen zu können, müßte man noch eine weit größere Anzahl von Stationen gehabt haben als diejenige, die 1910 von der „Michael Sars“-Expedition gemacht wurde; daher ist auch die Karte mehr oder wenig hypothetisch. Es scheint aber, daß ein Keil von relativ kaltem Wasser die sonstigen warmen Wassermassen in dieser Gegend und zu dieser Zeit von Nordosten nach Südwesten teilte, und daß sogar ein Gegenstrom hier nach Südwesten ging. Dies ist ein Punkt von sehr großem Interesse, und künftige Untersuchungen werden hier von großem Wert sein. Falls ein solcher Gegenstrom in dem Golfstrom-Gebiet seinen Weg findet, ist es wohl nicht ausgeschlossen, daß er für die Navigation eine Rolle spielen kann; ein weiteres Studium dieser Verhältnisse ist jedenfalls für unsere Kenntnis des Golfstromes von der größten Bedeutung.

Bei den früheren Untersuchungen im norwegischen Nordmeer haben Professor Nansen und der Vortragende gefunden, daß die „atlantischen“ Wassermassen dieses Meeres bedeutende jährliche Schwankungen aufweisen, und daß diese Schwankungen aller Wahrscheinlichkeit nach mit vielen anderen Schwankungen (z. B. der Wintertemperatur in Norwegen, dem Ernteertrag, dem Wachstum der Föhre, verschiedenen biologischen Verhältnissen bei den norwegischen Fischereien) in Zusammenhang stehen, und zwar so, daß man durch ozeanographische Beobachtungen die anderen Verhältnisse ziemlich lange vorhersagen könnte. Die „atlantischen“ Wassermassen im Nordmeer bestehen nun aus einer Mischung von Wasser, das vom Atlantischen Ozean mit dem „Golfstrom“ gekommen ist, und Wasser von dem ostisländischen-arktischen Strom. Die genannten Schwankungen im Nordmeer können dann durch Schwankungen innerhalb der einzelnen Ströme und durch verschiedene Mischungsverhältnisse hervorgerufen werden. Nach den Untersuchungen im Atlantischen Ozean scheint es, als ob die Wassermassen dort auch großen jährlichen Schwankungen unterworfen sind. In dem Gebiet nördlich von der Sargasso-See wurden viele Untersuchungen von der „Challenger“ im Juni 1873 und von dem „Michael Sars“ im Juni 1910 ausgeführt. Die Temperatur-Unterschiede

Abbild. 40. Salzgehalte und Temperaturen in etwa 350 m Tiefe (200 Faden)
im Sommer 1910.

