

## Werk

**Titel:** Die neusten Resultate der Forschung über die Tiefen- und Temperaturverhältnisse d...

**Untertitel:** Vortrag gehalten in der „Gesellschaft für Erdkunde“ zu Berlin am 6. März 1875 von...

**Ort:** Berlin

**Jahr:** 1875

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657\\_1875\\_0010](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1875_0010)|LOG\_0025

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

Etwaige Reisen südlich von Wadaï könnten mit vollständiger Sicherheit bis zum Bahar el Ardhe, und mit Geduld und einem geringeren Grade von Sicherheit wohl auch bis zum Bahar Kuta ausgeführt werden.

---

## VI.

### Die neuesten Resultate der Forschungen über die Tiefen- und Temperaturverhältnisse der Oceane mit besonderer Berücksichtigung der Tiefseeforschungen Sr. Majestät Schiff „Gazelle“.

Vortrag gehalten in der „Gesellschaft für Erdkunde“ zu Berlin am 6. März 1875 von Dr. G. v. Boguslawski.

Hierzu eine Karte, Taf. III.

---

Die Erdkunde ist im Laufe der letzten Jahrzehnte zu einem mächtigen und weitverzweigten Baume emporgewachsen. Davon giebt das aus dem Schoosse unserer Gesellschaft entstandene Werk „Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen“ ein glänzendes und beredtes Zeugniß ab.

Einer der jüngsten Zweige dieses Baumes, welcher, kaum aus dem Knospenzustande entsprossen, sich schon zu einem lebenskräftigen, frischen Reize entfaltet hat, ist die Hydrographie.

Aber erst die gegenwärtig erreichte Vervollkommnung der zur Untersuchung der physischen Verhältnisse der Oceane nothwendigen Instrumente und Methoden konnte eine erfolgreiche Erforschung der Meere nicht nur an ihren Oberflächen, sondern auch in ihren Tiefen ermöglichen.

Während bis noch vor wenigen Jahrzehnten die Meereskunde lediglich an der Oberfläche haften blieb, und auch hier meist nur auf die Küstenstrecken längs der Continente und in der Nähe der Inseln der Oceane, oder auf die von den Seefahrern allgemeiner durchsegelten Routen beschränkt war, hat sich jetzt die hydrographische Forschung auf die Meere in ihrer Gesamtheit, auf ihre Tiefen, ihre Temperatur-, Strömungs- und biologischen Verhältnisse in den verschiedensten, nahen und entlegenen Theilen der Oceane ausgedehnt, um das Gesetzmässige der Erscheinungen kennen zu lernen und diese für die Schifffahrt und die Wissenschaft nutzbar zu machen.

Wie im Laufe dieses Jahrhunderts so mancher weisse Fleck aus unseren Landkarten, Dank der erfolgreichen Forschung unserer

Reisenden und Gelehrten, verschwunden ist, so ist jetzt der erste Anfang gemacht, dies auch bei den Oceanen zu erreichen. Allerdings sind hier die Schwierigkeiten für eine erfolgreiche Untersuchung und Aufdeckung aller Verhältnisse des Meeres noch grösser, als bei den Forschungen zu Lande, da die Alles nivellierende Meeresoberfläche die unter ihr liegenden Wasserschichten und den Meeresgrund gleichmässig verhüllt. Bis noch vor wenigen Jahren hat der menschliche Scharfsinn und Forschergeist vergebens darnach gestrebt, die Geheimnisse der Tiefe zu enthüllen, die Räthsel der steten Bewegungen der Meeresgewässer zu lösen und den Reichthum ihres organischen Lebens zu überschauen.

Als der Begründer dieser neuen Aera der wissenschaftlichen Hydrographie ist der erst vor zwei Jahren verstorbene amerikanische Commodore M. F. Maury wohl mit Recht zu bezeichnen. Er war es, welcher vor kaum 30 Jahren die ersten systematischen Beobachtungen zur See einführte, allerdings zunächst zu dem praktischen Zwecke, die Wege auf den grossen Weltstrassen des Oceans abzukürzen und sicherer zu machen. Aber ihn beseelte auch dabei der Grundgedanke, dass nur in der Wechselwirkung zwischen theoretischer Forschung und praktischer Anwendung der gewonnenen Ergebnisse die angestrebten Erfolge zu erreichen seien. Er gab den ersten Anstoss zu planmässig ausgeführten wissenschaftlichen Forschungen zur See in grossem Maassstabe, welche nicht nur von den eigens dazu bestimmten Schiffen der Kriegsmarine, sondern auch von Kauffahrteifahrern unternommen wurden, zu Nutz und Frommen der Wissenschaft und zugleich der praktischen Navigation.

Maury's Bestrebungen fanden bald einen mächtigen Bundesgenossen in den Handels- und Verkehrsbedürfnissen der neueren Zeit, welche eine schnelle Vermittelung zwischen den entferntesten Theilen der Erde über die sie trennenden Océane hinweg durch die unterseeischen Kabel gebieterisch forderten.

Diesen Kabellegungen, deren erste Idee von Morse im Jahre 1843 und Wheatstone 1847 herrührt, und welche, von der ersten Ausführung einer unterseeischen Leitung zwischen Dover und Calais im Jahre 1850 bis zu den letzten noch in Ausführung begriffenen Kabellinien zwischen Europa und Nordamerika, den Grund der Océane — namentlich des Atlantischen — und der Binnenmeere, sowie der verschiedensten Küstenstrecken berühren und auf ihm ruhen, verdanken wir die wichtigsten und folgenreichsten Aufschlüsse über die Grössen der Tiefen der Océane und die Beschaffenheit des Meeresgrundes, über die Stärke und Richtung der unterseeischen Strömungen, die Temperaturvertheilung der Meere in horizontaler und verticaler Richtung, ferner über die

Temperaturen des Meeresbodens und überhaupt über alle die Tiefsee betreffenden physikalischen und biologischen Verhältnisse.

Das Studium dieser letzteren, welches gerade in neuester Zeit, in den letzten 6—7 Jahren, zu den überraschendsten, alle früheren Anschauungen über die Grenzen des organischen Lebens im Meere beseitigenden Resultaten geführt hat, ist seinerseits wesentlich angeregt und veranlasst worden durch die im Interesse des Grossfischereibetriebes ausgeführten Schleppnetz- und Dredge-Versuche, namentlich in den nordischen Meeren; sie erwiesen zunächst, dass in weit grösseren Tiefen und viel grösseren Entfernungen von den Küsten der Festländer ein reicheres organisches Leben sich entfalte, als man bisher — auf blinden Autoritätsglauben fussend — allgemein anzunehmen geneigt war.

So führten die Bedürfnisse des praktischen Lebens zu den ergebnisreichsten wissenschaftlichen Untersuchungen, welche unsere früheren theoretischen Ansichten über die physikalischen und biologischen Vorgänge in den Océanen wesentlich umänderten und in ganz neue Bahnen einlenkten. Ihrerseits verschafften diese wiederum der Praxis die wesentlichsten Hilfsmittel zur Ausführung ihrer das heutige Culturleben fördernden Unternehmungen.

Auch in dem hydrographischen Forschungsgebiete hat sich das, unser heutiges wissenschaftliches, commercielles und industrielles Wirken und Schaffen characterisirende Princip der Theilung der Arbeit glänzend bewährt. Fast alle seefahrenden Nationen haben, der Anregung des Amerikaners Maury und seinem glänzenden Beispiele folgend, in den letzten Decennien gewetteifert, durch wissenschaftliche, nach einer einheitlichen Methode und mit vervollkommenen Instrumenten durchgeführten Beobachtungen und Untersuchungen die Meereskunde in allen ihren verschiedenen einzelnen Theilen zu erweitern und zu fördern. Auch unsere deutsche Nation ist in der jüngsten Zeit auf dem Schauplatz dieser Thätigkeit als erfolgreicher Mitarbeiter erschienen, so in den beiden deutschen Nordpolar-Expeditionen der Jahre 1868—70, ferner in den wissenschaftlichen Untersuchungen der Ost- und Nordsee durch die Kieler Ministerialcommission zur Erforschung deutscher Meere, so endlich ganz neuerdings in der wissenschaftlichen Expedition S. M. S. „Gazelle“. Ueber die wissenschaftlichen Aufgaben derselben hat Professor Neumayer in einer früheren Sitzung am 6. Juni ausführliche Mittheilungen gegeben und ihre grosse Bedeutung, als der ersten deutschen maritimen Expedition, welche ausschliesslich wissenschaftlichen Zwecken gewidmet ist, hervorgehoben. (S. Verhandl. d. Ges. f. Erdk. Bd. I. pag. 163.)

Die „Gazelle“ war zunächst damit beauftragt, die zur Be-

obachtung des Venusdurchganges auf der Kerguelen-Insel bestimmten Mitglieder der astronomischen Expedition nach dieser im südlichen Indischen Ocean gelegenen öden Insel zu bringen und von dort nach gelöster Aufgabe wieder zurück nach Mauritius. Während dieser Zeit hat die Gazelle in den von ihr durchfahrenen Meeren und auch auf Kerguelen nach den eigens ihr ertheilten Instructionen und mit dem ihr mitgegebenen vollständigen Apparat von Instrumenten alle diejenigen hydrographischen, physikalischen und biologischen Beobachtungen und Untersuchungen ausgeführt, zu welchen der „Challenger“ ein so leuchtendes Vorbild gegeben hat. Von dem glücklichen Gelingen der unter die Leitung des Dr. Boergen gestellten Venus-Expedition auf der Kerguelen-Insel, einer der wichtigsten Stationen für die Bestimmung der Sonnenparallaxe, haben wir die erfreulichsten Berichte erhalten, welche die von dieser Expedition gehegten Hoffnungen im vollsten Maasse befriedigten. Ueber die hydrographische Thätigkeit der „Gazelle“ sind uns bis jetzt (Anfang März) die Berichte des Commandanten derselben, Freiherr v. Schleinitz, von Plymouth bis zum Cap der guten Hoffnung zugegangen. Die während der Zeit vom 4. Juli bis 26. September angestellten Untersuchungen erstrecken sich auf den östlichen Rand und zum Theil auch bei der Insel Ascension auf die Mitte des atlantischen Beckens. Sie schliessen sich in würdiger Weise den Arbeiten des „Challenger“ für den Atlantischen Ocean an und haben zum Theil auch einige neue, bisher nicht bekannte That-sachen unserer Kenntniss erschlossen.

Zwar beschränken sich diese — wie man eingestehen muss — nur auf einen Ocean, aber gerade der Atlantische Ocean ist vielleicht mehr, wie jeder andere, geeignet, diejenigen Probleme der Tiefseeforschung der Lösung nahe zu bringen, welche sich auf die Beziehungen der Temperaturverhältnisse zu den Tiefen und dem Boden der Oceane zurückführen lassen.

Der Atlantische Ocean mit einer Gesamtoberfläche von über  $1\frac{1}{2}$  Mill.  $\square$ M., oder etwa  $\frac{1}{4}$  der gesammten Meeresbedeckung ist nach beiden Polarmeeren hin offen und gestattet dem arktischen und dem antarktischen Wasser in seinen tieferen Theilen freien Zutritt. Dies ist bekanntlich bei dem Stillen und dem Indischen Ocean nicht der Fall, indem der erstere nur durch die enge Behrings-Strasse mit dem Nordpolarmeere in Verbindung steht und der Indische Ocean durch den asiatischen Continent ganz von ihm abgeschlossen ist. Der Atlantische Ocean dagegen führt durch drei Verbindungsstrassen in das nördliche Polarmeer, westlich und östlich von Grönland und zwischen Spitzbergen und Nowaja-Semlja; auch ist er, wie die beiden andern Oceane, frei

und offen nach dem antarktischen Meere zu und bietet endlich in seiner Einschnürung im äquatorialen Theile zwischen Cap St. Roque und Cap Palmas, so wie in der vielfachen Abzweigung von Binnenmeeren in der heissen, warmen und kalten gemässigten Zone eine solche Gliederung und eine so grosse Mannigfaltigkeit aller oceanischen Verhältnisse dar, wie sie kein anderes Weltmeer aufzuweisen hat. Dazu kommt noch, dass der Atlantische Ocean und namentlich der Nordatlantische bis jetzt in seinen Tiefen- und Bodenverhältnissen und auch in der, das organische Leben im Meere und seinen Tiefen betreffenden Hinsicht am umfassendsten und gründlichsten erforscht ist. Daher sind die dabei gewonnenen Ergebnisse wohl geeignet, nicht nur für künftige Untersuchungen die nöthigen Directiven zu geben, sondern auch eine vorläufige Uebersicht über den Stand unserer Kenntniss in Bezug auf Tiefseeforschung zu erleichtern.

Bei der Neuheit und grossen Jugend dieses Zweiges der hydrographischen Wissenschaft ist die wohl unwillkürlich sich aufdrängende Frage ganz erklärlich, ob die Fundamentirung der durch die neueren Forschungen entstandenen Ansichten über die Tiefseeverhältnisse wirklich so fest und sicher sei, dass sie uns berechtigt die früher gehegten Anschauungen fallen zu lassen und den neueren grösseres Anrecht auf Vertrauen zu gewähren. Auf diese wohlberechtigte Frage können wir aber heute antworten: Wir können den neueren Forschungen mehr Vertrauen schenken, als den früheren, weil die sichere Grundlage derselben uns durch die Vervollkommnung der bei diesen Forschungen angewandten Methoden und Instrumente gegeben ist. Die der ersteren beruht auf dem Principe der exacten Naturforschung, das Wesen der untersuchten Gegenstände von allen Fehlern der Beobachtung möglichst zu befreien und jede einzelne Störung für sich zu bestimmen und zu eliminiren, um dadurch die wirklichen Ursachen der Erscheinungen aufzudecken. Dies Bestreben führte nothwendigerweise die Vervollkommnung der angewendeten Instrumente und Apparate herbei, welche, obwohl sämmtlich auf den einfachsten Principien der Physik und Mechanik beruhend, doch mit der Zeit zu sehr complicirten und den höchsten Anforderungen entsprechenden Werkzeugen der Forschung geworden sind. Dies gilt namentlich von den Tiefloth-Apparaten und den Tiefsee-Thermometern, welche bei den Bestimmungen der Meerestiefen und ihrer Temperaturen in der neuesten Zeit eine so erfolgreiche Anwendung gefunden haben.

Wie viel Wasser unter dem Kiel? fragt jeder Seemann; aber wie anders wird diese Frage gegenwärtig beantwortet als ehemals und sie ist auch nicht so leicht zu erledigen, als es zuerst den

Anschein haben könnte. Denn was könnte auf den ersten Blick einfacher erscheinen, als dass man, wie es bis vor 20 Jahren geschah, mittelst einer, mit einem entsprechenden Gewichte — dem Bleiloth oder Senkblei — beschwerten, aus Hanf, Seide oder Draht geflochtenen Schnur oder Leine, welche je nach der zu lothenden Tiefe in Faden, Zehner, Hunderte oder Tausende von Faden eingetheilt ist, die Tiefen der Oceane ausmessen kann, sobald das Gewicht auf dem Boden aufstösst und in diesem Augenblicke die Wirkung des Stosses sich bis zum Ausgangsorte der Leine fortsetzt, diese dadurch ihre Spannung verliert und sich abzuwickeln aufhört. Aber eben diese letzte Voraussetzung hat sich als irrig erwiesen: bei grösseren Tiefen als 1800 Faden wird das Aufstossen des Senkbleis nicht im mindesten mehr bemerkbar, die Leine wickelt sich vielmehr immer weiter ab, auch wenn das Loth schon den Grund erreicht hat. Ferner bewirken unterseeische Strömungen ebenfalls sehr häufig eine seitliche Ablenkung der sonst vertical hängenden Lothleine und somit eine längere Abwicklung derselben, als der entsprechenden Tiefe zukäme.

Alle diese und noch andere Uebelstände bei dieser Art der Tieflothungen bewirkten grosse Fehler in den Bestimmungen der Tiefen der Oceane, deren Grösse sehr überschätzt wurde. So z. B. wollte Denham auf dem „Herald“ im südatlantischen Ocean 46,000 Fuss, Parker auf dem „Congress“ bei der Küste von Brasilien sogar 50,000 Fuss, Berryman (1851 und 1857) auf dem „Dolphin“ im mittelatlantischen Ocean 39,000 Fuss oder 6500 Faden gefunden haben. Die neueren und mit besseren Apparaten gemachten Tieflothungen haben ergeben, dass diese Tiefen auf die Hälfte oder auf  $\frac{2}{3}$  zu reduciren sind.

Die erste Verbesserung in den Tiefloth-Apparaten war die von Maury eingeführte, welcher ein 32—68 Pfund schweres Gewicht an einer dünnen Leine, die wegen des geringen Widerstandes der Reibung sich schneller abwickelte, benutzte: bei dem durch den veränderten Gang der Abwicklung angezeigten Aufstoss des Gewichtes auf dem Boden, wurde die Leine abgeschnitten und die Tiefe des Grundes durch die Länge der übriggebliebenen Leine bestimmt.

Bald aber machte sich das Bedürfniss geltend, auch Grundproben vom Boden des Meeres zu erhalten, und so genügte diese Methode nicht mehr, weil Gewicht und Leine stets dabei verloren gingen. Deshalb kann man die schöne und einfache Erfindung Brooke's, eines der würdigsten Schüler Maury's (1854) als epochemachend für die Tieflothungen bezeichnen: sie besteht bekanntlich in der Loslösung des an der Lothleine hängenden Gewichtes, sobald dieses den Boden berührt und in dem dadurch

bewerkstelligten Freiwerden einer durch das kugelförmige Gewicht hindurchgehenden Stange, welche an ihrem unteren Ende mit Vorrichtungen versehen ist, die Grundproben aufzunehmen und mit der Lothleine an die Oberfläche zu bringen.

Alle neueren Tiefloth-Apparate beruhen auf diesem Principe der Loslösung des Gewichtes am Boden des Meeres und sind nur Verbesserungen des Brooke'schen Apparates; so u. A. die Bulldog-Maschine von Cap. Mac Clintock (1860), ferner der Fitzgerald-Apparat, welcher bei der Expedition des „Lightning“ zur Erforschung des Thierlebens in grösseren Tiefen zwischen Schottland und den Faröern i. J. 1868 angewendet wurde; endlich der Hydra-Apparat, welchen Capitain Shortland bei der Auslothung des Arabischen Meerbusens i. J. 1868 zu Zwecken der Legung des Indischen Kabels zuerst anwandte. Dieser selbe Apparat wurde zunächst auf der von Wyville Thomson, Carpenter und George Jeffreys geleiteten wissenschaftlichen Expedition der „Porcupine“ unter Cap Calver im östlichen Theile des Nordatlantischen Oceans zwischen den Faröer und dem Meerbusen von Biscaya angewandt, dann nach allerdings wesentlich verbesserter Construction auf dem „Challenger“ und auf der „Gazelle“.

Ein anderer Tiefloth-Apparat und mit ihm eine neue Methode der Tieflothung ist von dem berühmten Glasgower Physiker Sir William Thomson ersonnen (1872 auf der Versammlung der British Association zu Belfast zuerst mitgetheilt) und von dem Vereinigte-Staaten-Dampfer „Tuscarora“ unter dem Commandeur des Commandeur Geo. Belknap mit grossem Erfolge angewandt, als dieser im Jahre 1874 zum Zwecke der Voruntersuchungen über die Ausführbarkeit einer unterseeischen Kabellegung zwischen den Vereinigten Staaten und Japan durch den Stillen Ocean eine längere Reihe von Lothungen unternahm. Bei diesem Apparat wird statt der sonst üblichen stärkeren Lothleine sehr dünner Klaviersaitendraht angewendet; der Vortheil dieser Methode besteht in der Sicherheit der Bestimmung des Zeitpunktes, in welchem der Sinker bei seinem Loslösen den Grund berührt, und der Länge des bis zu dieser Zeit abgelaufenen Drahtes (also der wirklich gelotheten Tiefe) vermittelst der Ablesungen an einem Dynamometer und in der grösseren Schnelligkeit des Aufwindens des Drahtes. Die mit diesen neuen und verbesserten Apparaten und Methoden über die Tiefen- und Bodenverhältnisse der Oceane erlangten Resultate haben, wie schon kurz erwähnt, geringere wirkliche Tiefen ergeben, als man früher anzunehmen geneigt war. Der „Challenger“ hat nicht über 4000 Faden und die „Tuscarora“ nicht über 4700 Faden im Stillen Ocean gelothet, während nach früheren Angaben Meerestiefen von 6—7000 Faden vorkommen sollten.

Der „Challenger“ war bekanntlich von Seiten der englischen Regierung lediglich zu wissenschaftlichen Zwecken ausgerüstet worden und zwar zur Erforschung der physikalischen und biologischen Zustände der grossen Oceanbecken der Erde; die Expeditionen der „Lightning“ und der „Porcupine“ von den Faröern bis zum Meerbusen von Biscaya gaben die Hauptveranlassung zu diesem grösseren Unternehmen.

Der „Challenger“ ist eine Dampffregatte von 500 Tons und stand bis vor Kurzem unter dem Commando des Capitain Nares, welcher jetzt bekanntlich als Leiter der projectirten englischen Nordpolar-Expedition von diesem Commando zurückberufen worden ist. Der wissenschaftliche Stab steht unter der Führung des bewährten Tiefseeforschers Wyville Thomson und wird von einer Anzahl englischer Marineoffiziere, die mit Vermessungsarbeiten vertraut sind, wesentlich unterstützt.

Bis zu den letzten, bis zum November 1874 reichenden Nachrichten vom „Challenger“ hat dieses Schiff von dem Zeitpunkte seiner Abreise aus England am 7. December 1872 viermal den Atlantischen Ocean durchkreuzt, 1) 14. Februar bis 16. März 1873 von Teneriffa bis St. Thomas; 2) 12. Juni bis 16. Juli von Bermuda bis Madeira; 3) 17. Juli bis 14. September von Madeira bis Bahia; 4) 25. September bis 28. October von Bahia bis Capstadt. Von hier an durchschnitt der „Challenger“ vom 17. December 1873 bis 13. März 1874 den südlichen Indischen Ocean und drang nach einem flüchtigen Besuche der Kerguelen und Heard-Inseln bis zur Grenze des antarktischen Polarkreises vor und ging von dort nach Melbourne. Er besuchte alsdann die Ostküste von Australien, das Meer zwischen dieser und Neuseeland, sodann die Freundschafts- und Fidji-Inseln und wandte sich im August 1874 von da nach der Torresstrasse hin über die Neuen Hebriden, von August bis October, durchforschte dort die in vielfacher Beziehung interessanten, von theilweise zerstörten Korallenbänken umgebenen Meeresbecken der Melanesian-See, der Banda-See, der Celebes- und der Sulu-See und langte am 4. November in Manila an, um von da nach Japan zu gehen.

Von Japan aus soll der „Challenger“ wieder durch den Stillen Ocean bis zur Vancouver-Insel gehen und dann südlich heimwärts um das Cap Horn zurückkehren.

Die neuesten und eingehendsten Nachrichten über die Thätigkeit des „Challenger“ besitzen wir bis jetzt natürlich für das Gebiet des Atlantischen Ocean. Die grösste in ihm vom „Challenger“ gelothete Tiefe ist 3875 Faden (7081 Meter), etwa 85 Seemeilen nördlich von St. Thomas; die drei nächstgrössten Tiefen von über 3000 Faden fanden sich während der ersten Kreuzung

des Nordatlantischen Océans zwischen Teneriffa und St. Thomas. Die grösste im Südatlantischen Ocean erreichte Tiefe betrug 2850 Faden nicht weit von der Capstadt.

Von besonderem Interesse für die Kenntniss der Bodengestaltung des Atlantischen Océanes ist die Constatirung zweier Bodenerhebungen in demselben, südlich von dem schon früher gefundenen Dolphin rise, welche wahrscheinlich mit einander zusammenhängen und den Atlantischen Ocean in ein östliches und westliches Becken theilen, die beide auch durch ihre Temperaturverschiedenheiten sich als getrennte Becken erweisen.

Von den 173 im Atlantischen Ocean vom „Challenger“ ausgeführten Tieflothungen waren 145 innerhalb der Grenzen von 1000 bis 3000 Faden; die mittlere Tiefe des Atlantischen Océans dürfte demnach circa 2000 Faden betragen, also im Ganzen etwas geringer sein, als die des Stillen Océans.

Die „Gazelle“ hat allerdings nur einen im Vergleich zum „Challenger“ bedeutend kleineren Theil des Atlantischen Océans durchforscht, ist aber doch, Dank der Thätigkeit ihres Führers und der ihn begleitenden Offiziere, im Stande gewesen, ausser den allgemeinen Bestätigungen der vom „Challenger“ erzielten Resultate an den Kreuzungspunkten der beiderseitigen Routen (zwischen Madeira und den Cap Verden), manche neue Thatsachen für die Wissenschaft zu erringen. Am 21. Juni 1874 verliess die „Gazelle“ den Hafen von Kiel; am 4. Juli begannen von Plymouth aus die eigentlichen wissenschaftlichen Arbeiten der „Gazelle“, allerdings zuerst nur vorbereitender Art, von Madeira aber an systematisch und planmässig nach neuen Errungenschaften suchend und diese auch auffindend.

Am 15. Juli erreichte die „Gazelle“ Madeira und am 27. Juli die Cap Verden (gerade ein Jahr später als „Challenger“ dort war); von da fuhr die „Gazelle“ nach der Republik Liberia, um daselbst die deutsche Flagge zu zeigen; nach einem zweitägigen Aufenthalte, während dessen sie Gelegenheit hatte mit den dort anwesenden Deutschen zu verkehren, setzte die „Gazelle“ ihre Reise weiter fort, zunächst nach der Insel Ascension, wo sie am Vormittag des 18. August eintraf und bis zum Abend des folgenden Tages blieb. Nach einer Excursion der Gelehrten in die Berge dieser Insel begab sich die „Gazelle“ nach Banana; die Offiziere und Gelehrten machten von dort aus eine Recognoscirungsfahrt den Congo aufwärts bis Punta da Lenha und Boma. Die „Gazelle“ war das erste grössere Kriegsschiff, welches den Congo stromaufwärts bis Punta da Lenha fuhr. Am 8. September verliess die „Gazelle“ die Congomündung und erreichte am Morgen des 26. September die Tafelbai bei der Capstadt.

Während dieses Theiles der uns bis jetzt (Anfang März) bekannt gewordenen Reise der „Gazelle“ hat ihr Commandant, Freiherr v. Schleinitz, zwei für die Bodenverhältnisse des Atlantischen Oceans und auch für die allgemeine physikalische Geographie neue und interessante Thatsachen bei seinen Tiefforschungen aufgedeckt.

Er fand zunächst, dass der Ring, der zu den Centralvulcanen zählenden Inseln der Cap Verden sich auch unter dem Wasser stark ausprägt, indem in der Peripherie um die einzelnen Inseln überall kleinere Tiefen, als in der Mitte derselben, sich vorfinden; diesem grossen Inselringe schliesst sich nach Norden hin eine zweite ringförmige Bildung an: hienach scheint sich die kraterförmige Bildung des einzelnen vulcanischen Berges im grösseren Maassstabe bei den Gruppen bildenden Gesamtbodenerhebungen zu wiederholen, wie es ähnlich bei den Azoren stattfindet. Die zweite durch die Untersuchungen der „Gazelle“ aufgefundene Thatsache ist die Constatirung zweier bisher nicht bekannter Bodenerhebungen im Atlantischen Ocean: die eine nördlich von Ascension in ca.  $1^{\circ}$  südl. Br. und  $14\frac{1}{2}^{\circ}$  westl. Lg. v. Gr., die andere nordöstlich von dieser Insel und nahe bei ihr in  $6\frac{1}{2}^{\circ}$  südl. Br. und  $12^{\circ}$  W. v. Gr.; die erstere ist 1640 Faden unter der Oberfläche des Wassers, die andere nur 1450 Faden tief; in nicht zu grossen Entfernungen von beiden Erhebungen wurden 2000 Faden und darüber gelothet (s. Diagramm II und III). Sie scheinen aber auch eine nicht unbedeutende Ausdehnung zu haben, denn in derselben Breite, wie die erste Bodenerhebung, aber etwas weiter westlich, sind die — allerdings noch von Manchen als zweifelhaft bezeichneten Untiefen der Tritons Bank und Bouvest Sand Islands auf den Karten angegeben; auch scheinen die in der Nähe dieser Plätze mehrfach wahrgenommenen vulcanischen Erschütterungen (Krusensterns Vulcan) auf die Existenz von Untiefen schliessen zu lassen. Die von der „Gazelle“ und dem „Challenger“ aufgefundenen Bodenerhebungen machen eine umfangreiche unterseeische Gebirgskette wahrscheinlich, die sich vielleicht von Paul's Rock bis zur Insel Ascension erstreckt; ihre endgiltige Constatirung wäre auch für die Geologie insofern von Interesse, als einige Geologen einen vormaligen Abschluss des nordatlantischen Oceans nach Süden zu angenommen haben. Wie anders gestaltet sich jetzt für unser geistiges Auge das Bild, welches man sich vom Boden des Atlantischen Oceans vorstellen kann, als das früher von Maury so phantastisch geschilderte, wonach „das Becken des Atlantischen Oceans ein Trog ist, welcher die alte und neue Welt trennt, von Pol zu Pol sich erstreckt und eine Oceanfurche bildet, in die harte Rinde unseres Planeten eingekerbt von der

Hand des Allmächtigen.“ — Denn nicht nur im Norden, sondern auch in der Mitte und im Süden des Atlantischen Beckens hat man den Boden desselben im Ganzen und Grossen bestehend gefunden aus verhältnissmässig flachen Thälern, die von einander durch wellenförmige Plateaus getrennt sind; die hie und da im Atlantischen Ocean zerstreuten einzelnen Inseln sind zum Theil die über die Oberfläche des Meeres hervorragenden Bergspitzen der unterseeischen Gebirgsketten, z. B. Pauls Rock und Ascension, zum Theil aber auch sich steil aus dem Meeresgrunde erhebende Berge, wie z. B. die Bermuda-Inseln. Es ist aber gerade eine der wichtigsten Errungenschaften der neueren Tiefseeforschung, welche in wiederholten Beispielen im Atlantischen und vorzugsweise im Stillen Oceane sich herausgestellt hat, die, dass die grössten Tiefen nicht mitten im Oceane sich vorfinden, sondern meist unweit der Küsten von Festländern und Inseln, und dass viele derselben sehr steil in das Meer abfallen und sich keineswegs immer durch flacheres Wasser schon aus grösserer Entfernung bemerklich machen.

So ist die bis jetzt bekannte grösste Tiefe im Atlantischen Ocean, wie erwähnt, nur 100 Seemeilen nördlich von St. Thomas gelothet; so sind rund um die Bermudas-Inseln in geringer Entfernung von ihnen Tiefen von 2400—2600 Faden gefunden worden, so dass diese Inselgruppe wie eine Säule auf einer sehr kleinen Basis sich aus dem Meere steil emporhebt; da sie nur Korallengebilde ist, so ist Grund zu der Annahme vorhanden, dass die Bildung desselben zu einer Zeit begonnen hat, als der gegenwärtige tiefe Grund nahe an der Oberfläche sich befand und durch fortschreitendes Wachsthum über die Oberfläche sich erhielt, in dem Maasse als der Boden sich allmählig senkte. So hat ferner auch der „Challenger“ im Juni 1874 bei seiner Fahrt von Australien nach Neuseeland gefunden, dass Australien an seiner Südost-Küste sehr schnell abfällt und dass es von Neuseeland durch eine 2640 Faden tiefe Rinne (tiefer als der Montblanc hoch ist) getrennt ist, während Neuseeland selbst allerdings sehr allmählig aus dem Meere sich erhebt. Am auffallendsten aber tritt diese Erscheinung der grösseren Tiefen in der Nähe der Küsten der Festländer im Stillen Ocean hervor. Bei den oben erwähnten Tiefseeuntersuchungen der „Tuscarora“ in diesem Oceane fand Commodore Belknap, als er Lothungen längs der Westküste der Vereinigten Staaten von Cap Flattery (bei Vancouver-Insel) bis San Francisco und von da bis San Diego in Californien in 16 Linien quer ab vom amerikanischen Continent bis zu Entfernungen von 200 Seemeilen von der Küste ausführte, dass die äusseren Grenzen des Continentes von Amerika oder der Anfang

des eigentlichen oceanischen Beckens schon in einem Abstände von 30—50 Seemeilen von der Küste auftreten und deutlich zu bestimmen sei, bis wohin der Boden schnell und dann allmählig abfällt. Dies zeigte sich besonders deutlich bei den Lothungen in Entfernungen von circa 30, 60, 150 und 190 Seemeilen westlich davon, wo Tiefen von resp. 155, 1726, 2257 und 2443 Faden gelothet wurden.

Bei den im Januar 1874 von der „Tuscarora“ zwischen San Diego und den Sandwich-Inseln ausgeführten 62 Lothungen über eine Strecke von 2240 Seemeilen erwies sich dieser Theil des Stillen Oceans als ein Becken mit steilen Abhängen im Osten und Westen und dazwischen mit vergleichsweise ebenem Boden; die grösste Tiefe von 3054 Faden wurde in einer Entfernung von 400 Seemeilen nordöstlich von Honolulu gefunden. Die mittlere Tiefe des Stillen Oceans zwischen Californien und den Sandwich-Inseln beträgt nach den Lothungen der „Tuscarora“ circa 2400 Faden, fast genau übereinstimmend mit den Angaben dieser Tiefe, welche man aus den Fluthwellen, die sich durch das Erdbeben im Jahre 1854 von Ost-Asien bis nach Californien fortpflanzten, auf 2400—3000 Faden berechnet hat. Zwischen den Sandwich- und den Bonin-Inseln traf die „Tuscarora“ eine mittlere Tiefe von 2480 Faden und im Gegensatze zu dem östlichen Theile des Pacifischen Beckens sieben über dem Boden des Oceans bis zu 1600—1700 Faden sich erhebende Berge.

Die grössten aller bis jetzt mit den neueren Apparaten gelotheten Tiefen hat die „Tuscarora“ im Sommer 1874 unweit der Küsten von Japan gefunden; nur 100 Seemeilen von der Sandy-Bai an der Südostküste von Japan sank das Loth bis zu 3427 Faden, während dicht dabei, aber etwas näher an der Küste nur 1833 Faden gelothet wurden; aber 50 Seemeilen weiter nach Nord-Osten von der ersten Stelle sank das Loth plötzlich bis zu 4643 Faden, ohne den Grund zu erreichen. Auf einer anderen Lothungslinie, am Rande des Kuro-siwo, zwischen 38° und 45° Nord-Breite und 142° bis 152° Ost-Länge (v. Greenw.) ergaben sich noch grössere Tiefen in weiter Erstreckung bis über 4000 Faden; das Bett des Stillen Oceans vertiefte sich bis zu einer Tiefe von 4655 Faden (8513 Meter) in 44° 53' Nord-Br. und 152° 26' Ost-Länge. (Ueber die Tieflothungen der „Tuscarora“ siehe Verh. der Ges. f. Erdk. 1875 pag. 76.)

Die noch in diesem Jahre stattfindenden Durchkreuzungen des Stillen Oceans durch den „Challenger“ im Norden und die „Gazelle“ im Süden desselben werden unstreitig viel zur näheren Kunde der Tiefenverhältnisse dieses hierin noch wenig erforschten grössten Oceans beitragen, aber auch der Tempera-

turvertheilung an der Oberfläche, in den verschiedenen Tiefen und am Grunde desselben und somit auch eine Vergleichung aller dieser Wärmeerscheinungen in den verschiedenen Oceanen ermöglichen.

Noch bis vor wenigen Jahren herrschte in der wissenschaftlichen Welt die sich allerdings auf gewichtige Autoritäten stützende vorgefasste Meinung, dass die Temperatur des Meeresbodens überall  $4^{\circ}$  C betrage, weil bei dieser Temperatur das Maximum der Dichtigkeit, wie beim süßen Wasser, in den unteren Schichten am Boden sich befinden müsse.

Gestützt auf die Temperatur-Beobachtungen von Sir James Ross auf seinen antarktischen Polarfahrten in den Jahren 1840 bis 1843 hatte man fast allgemein die Ansicht angenommen, dass die Temperatur in den Meeren vom Aequator an bis zu dem  $55^{\circ}$  und  $57^{\circ}$  südlichen Parallelkreise mit der Tiefe allerdings bis zu  $4^{\circ}$  C abnehme; hier aber bei diesen Grenzkreisen nach den Polen zu zeige sich eine von oben bis unten gleichmässige Wasserschicht von  $4^{\circ}$ ; weiter nach dem Pole, in höheren südlichen Breiten, zeige sich alsdann sogar eine mit der Tiefe zunehmende Temperatur, und jene so zu sagen circumpolare Mittellinie erweise sich demnach als der obere Rand einer nach beiden Seiten schräg abwärts steigenden (sowohl nach dem Aequator als dem Pole zu) gleich warmen Grundsicht, welche in Gestalt eines Walles den Pol umkreist, unter dem Aequator aber diesem entlang wie ein Thal verlaufend. Dieser Meinung pflichtete auch Sir John Herschel bis kurz vor seinem Tode bei.

Fragt man sich aber mit welchen Instrumenten und nach welchen Methoden diese Beobachtungen gemacht worden sind, so muss man schon von vornherein an der Richtigkeit der Resultate zweifeln, selbst wenn man das Irrige der zu Grunde liegenden theoretischen Anschauungen noch nicht erkannt hätte. Sir James Ross (und ebenso d'Urville) bediente sich solcher Thermometer, die vor dem Einflusse des Druckes, dessen Zunahme eine Erhöhung der Temperatur mit sich bringt, nicht geschützt waren: sie gaben demgemäss in grösseren Tiefen zu hohe Temperaturen.\*)

---

\*) Das bei den Bestimmungen der Tiefsee-Temperaturen jetzt angewendete Instrument oder das Miller-Casella'sche Tiefsee-Thermometer ist im Princip ein selbstregistrirendes Maximum- und Minimum-Thermometer, welches vermittelt zweier Schwimmer die höchste und die niedrigste Temperatur, welcher der Apparat ausgesetzt war, nachweist. Die Vorrichtung, um denselben vor der Wirkung des Druckes zu schützen, besteht darin, dass die innere Kapsel des Minimum-Thermometers von einer zweiten Glaskapsel umschlossen wird, welche zum grössten Theile mit Weingeist angefüllt ist und dazu dient, den starken Druck des Wassers in grösserer Tiefe aufzu-

Weil aber diese Resultate den herrschenden theoretischen Ansichten über das Dichtigkeits-Maximum des Meerwassers bei 4° entsprachen, achtete man nicht auf die denselben widersprechenden, und mit vor Druck geschützten Thermometern angestellten, Beobachtungen von Sir John Ross im Jahre 1818, während seiner arktischen Reise, auf welcher ihn bekanntlich der General Edw. Sabine begleitete.

Es wurden dabei jenseits des Polarkreises und in mässigen Tiefen bis zu 500 Faden Temperaturen von  $-3^{\circ}.6$  C. gefunden, während an der Oberfläche 0° und darüber waren. Diese in der Natur vorgefundenen Erscheinungen stimmten wohl mit den in dem Studirzimmer aufgefundenen Thatsachen überein, dass das Meerwasser im Zustande einer Salzlösung sich in Folge der Abkühlung bis über den Gefrierpunkt, welcher im ruhigen Zustande des Wassers  $-3^{\circ}.7$  C. beträgt, im bewegten Zustande allerdings etwas höher liegt, aber immer noch einige Grade unter 0°. Die Versuche von Despretz und Zöppritz haben dies Verhalten des Seewassers unwiderleglich dargethan. Aber nicht nur die Temperaturen des Meeresbodens galt es zu bestimmen, sondern auch die der verschiedenen Tiefenschichten der Meere zwischen der Oberfläche und dem Grunde, und hier haben Technik und Wissenschaft sich erfolgreich mit einander verbunden und die mit den geeigneten Instrumenten ausgerüsteten Expeditionen haben gezeigt, was diese vereinten Kräfte zu leisten im Stande sind.

Die mit den neueren vervollkommeneten Wärmemessapparaten angestellten Beobachtungen haben ergeben, dass im Allgemeinen die Temperatur von der Oberfläche bis zum Boden abnimmt, zuerst schneller, dann allmähig. Zuweilen kann aber auch unter der von der Sonne erwärmten Schicht, die höchstens 100 Faden tief reicht, eine noch wärmere Schicht folgen, welche von einer wärmeren Unterströmung herrührt, die alsdann aber salzreicher oder von einem höheren specifischen Gewichte sein muss. Das Verhalten des specifischen Gewichtes, sowie die Einflüsse der Jahreszeiten auf die Temperaturen des Seewassers in Tiefen bis zu einigen hundert Faden (namentlich in der Nähe der Küsten und in der gemässigten Zone, wo die Winter-Temperatur bis zu einer bestimmten Tiefe mit der Entfernung von der Oberfläche wächst) bedürfen noch einer sorgfältigen Untersuchung und Prüfung, ehe man sichere Schlüsse aus ihnen ziehen kanu. Anders ist es mit der an den verschiedensten Punkten der tropischen

---

nehmen. Dieses Tiefsee-Thermometer kann daher im offenen Oceane überall angewendet werden, wo die Temperatur mit der Tiefe im Allgemeinen stetig abnimmt.

sowohl als der aussertropischen Meere gefundenen niedrigen Boden-Temperatur.

In der Nähe der Polarmeere hat man sie bis zu  $-1\frac{1}{2}^{\circ}$  (in diesen selbst bis unter  $-3^{\circ}$ ) in den mittleren und niedrigeren Breiten in einer Tiefe von 2000—3000 Faden  $+1^{\circ}$  bis  $2^{\circ}$ , am Aequator dagegen noch etwas geringer, nur wenig über  $0^{\circ}$  gefunden. Die einfachste Erklärung dieser letzteren, für den ersten Augenblick befremdenden und überraschenden Erscheinung scheint auch die natürliche und richtige zu sein, nämlich die, dass in den unteren Schichten des Meerwassers von den Polen her ein Zufluss kalten Wassers nach den äquatorialen Gegenden hin stattfindet, von wo zum Ersatz dafür das wärmere Wasser an der Oberfläche von dem Aequator nach den Polen zu abfließen muss.

Wie es mit so vielen Thatsachen in der Reihe der Erscheinungen der natürlichen Welt und mit den auf sie sich gründenden Ansichten über die Ursachen derselben der Fall gewesen ist, nämlich dass sie schon längst von einigen scharfen Beobachtern und geistvollen Forschern erkannt und richtig gedeutet worden sind, aber von den stimmführenden Autoritäten entweder nicht beachtet oder geradezu verworfen wurden: so auch ist die Thatsache der niedrigen Bodentemperatur der offenen Océane, selbst in den heissesten äquatorialen Theilen derselben, ferner die verticale Vertheilung der Wärme in den Meeren in der Richtung von oben nach unten, sowie die Erklärung dieser beiden für die physische Geographie der Meere und die Lebensbedingungen in derselben so wichtigen Erscheinungen durch die Lehre von der allgemeinen oceanischen Circulation schon lange vor ihrer glänzenden Bestätigung durch die neueren und neuesten Tiefseeforschungen von einigen Wenigen erkannt und auch zum Theil begründet worden, aber von denjenigen, welche sich mit der Oceanographie beschäftigten — und dies waren bis auf die neueste Zeit vorzugsweise Engländer und Amerikaner — bis noch vor Kurzem völlig ausser Acht gelassen worden.

Schon vor 30 Jahren hat der russische Akademiker, aber Deutscher von Geburt, Prof. Lenz in St. Petersburg auf Grund seiner sorgfältigen Beobachtungsreihen über die Temperatur und das specifische Gewicht des oceanischen Wassers in verschiedenen Tiefen während der Kotzebue'schen zweiten Reise um die Welt in den Jahren 1823—26 in einer 1847 erschienenen Abhandlung der Petersburger Akademie ganz ähnliche Schlussfolgerungen in Bezug auf die oceanische Circulation gezogen, zu denen neuerdings der englische Physiker Carpenter, ohne die Arbeiten von Lenz vorher zu kennen, durch die Tiefsee-Temperatur-Beobachtungen des „Challenger“ gelangt ist. In jener Abhandlung

„Bemerkungen über die Temperatur des Weltmeeres in verschiedenen Tiefen“ (Bulletin der St. Petersburger Akademie V. 1847) plaidirt Lenz für die Existenz eines unteren Zuflusses von eiskaltem Wasser in der Tiefe von jedem Pole zum Aequator, ferner für das Aufsteigen dieses kalten Wassers bis nahe an die Oberfläche unter dem Aequator, für die Bewegung der oberen Wasserschichten des Oceans von den äquatorialen Gegenden nach jedem der beiden Pole zu, als das nothwendige Complement des polaren Tiefenzuflusses und endlich für die Abhängigkeit dieser gedoppelten Bewegung des oceanischen Wassers von der Störung des hydrostatischen Gleichgewichtes, welche fortdauernd durch die Einwirkungen der polaren Kälte und der äquatorialen Wärme hergebracht wird.

Allerdings ist nicht zu verkennen und hier auch nicht zu verschweigen, dass diese Theorie, wonach der Wärmeunterschied an den Polen und am Aequator die, die grossen allgemeinen Bewegungen der Wassermassen der Oeane regelnde, ja sogar dieselben hervorbringende Ursache ist, bis in die neueste Zeit von gewichtigen Autoritäten, wie z. B. Laughton, James Croll und Wv. Thomson angefochten und bekämpft worden ist, indem man ihr innere Widersprüche, besonders in Betracht des Salzgehaltes oder des specifischen Gewichtes des Seewassers an den Polen und am Aequator nachzuweisen suchte. Andererseits aber haben selbst diese Gegner der Carpenter'schen Ansichten über die Ursachen der allgemeinen Circulation der oceanischen Gewässer die Richtigkeit der durch die neueren Tiefseeforschungen über die Vertheilung der Temperaturen des Seewassers sowohl in verticaler, als in horizontaler Richtung aufgeschlossenen Thatsachen anerkennen und damit auch den Ursprung des kalten Bodenwassers in den wärmeren äquatorialen Gegenden der Erde an anderen Orten, als da wo es vorgefunden wird, constatiren müssen.

Als die „Lightning“ im Jahre 1868 den Canal zwischen dem Norden von Schottland und den Faröern durchkreuzte, fanden Carpenter und Wyville Thomson in diesem, in Tiefen zwischen 500 und 600 Faden mit den vor Druck geschützten Thermometern eine Temperatur von  $-1\frac{1}{2}^{\circ}$ , während in benachbarten Theilen des Nordatlantischen Oceans und zwar in grösseren Tiefen Temperaturen von  $+6\frac{1}{2}^{\circ}$  gefunden wurden, also  $8^{\circ}$  mehr. Der Contrast zwischen dem arktischen Charakter der Fauna des kalten Gebietes und dem wärmer gemässigten der Fauna des warmen Gebietes führte von selbst zu seiner Erklärung durch zwei grosse oceanische Wasserbewegungen nach entgegengesetzter Richtung hin; durch einen von NO. nach SW. fliessenden kalten Strom und einen von SW. nach NO. sich bewegenden warmen Strom. Dass

dieser letztere aber nicht der wahre Golf- oder Florida-Strom sein kann, geht daraus hervor, dass der Golfstrom in dem Mittel-Atlantischen Ocean sich bereits soweit horizontal ausgebreitet hat, dass er bei den Faröer-Inseln nicht bis zu einer Tiefe von 600—700 Faden reichen kann; sie ist vielmehr ein Theil der grossen nach NO. gerichteten warmen Strömung, welche an der Oberfläche des tropischen Theiles des Atlantischen Océans ihren Ursprung hat und sich im Verlaufe der Isothermen (von  $15^{\circ}$  bis  $0^{\circ}$ ) der Meeresoberfläche sowohl im Winter als im Sommer deutlich ausprägt. Die Existenz eines kalten von den Polen nach dem Aequator hin fliessenden Unterstromes wurde durch die systematischen Temperaturbeobachtungen auf der „Porcupine“ im Sommer 1869 in dem tiefen Wasser nahe an dem östlichen Rande des Atlantischen Beckens bestätigt gefunden. Unterhalb der von der Sonne erwärmten Oberflächenschicht sank die Temperatur allmählig bis zu 7—800 Faden, dann aber sehr schnell durch eine Schicht von 200 Faden Dicke (der sogenannten Vermischungsschicht) und dann wieder langsam bis zu  $2^{\circ}4$ . Dasselbe zeigte sich an der Küste von Portugal: überall war eine vom Pole herkommende Ursache der Erniedrigung der Temperaturen der unteren Wasserschichten zu erkennen.

Einen weiteren Beweis für den polaren Ursprung dieser Wassermassen findet man indirect in dem Verhalten der Temperatur des Meeresgrundes und in grösseren Tiefen bei solchen Wasserbecken, welche von den offenen Océanen durch eine Schwelle oder eine Bank, oder durch einen sie umgebenden Wall abgeschlossen sind, und in welchen man in der That wärmeres Wasser vorfindet, weil die Gestaltung des Meeresbodens das Eindringen des kalten Wassers aufhält. So sind z. B. die Küsten und Fjorde Norwegens durch die ihnen vorgelagerten Bänke gegen das Eindringen des kalten Wassers des Eismeers geschützt und ganz von den warmen Gewässern des Nordatlantischen Océans umspült und erfüllt. So sind ferner das Mittelmeer durch die Schwelle bei der Bank von Gibraltar (am Cap Trafalgar und Cap Spartel nur 120—200 Faden tief) und die schon erwähnten Meeresbecken der Melanesian-, Banda-See u. s. w., durch theilweise zerstörte unterseeische Korallenbänke von 600—1500 Faden Tiefe von dem offenen Ocean getrennt und zeigen von gewissen Tiefen ab bis zum Grunde des Meeres eine gleichmässige, von den polaren Zuflüssen unabhängige Temperatur.

Im Mittelmeer herrscht nämlich nach den vielfachen daselbst angestellten Temperaturbeobachtungen an der Oberfläche und in verschiedenen Tiefen bis zu 2000 Faden am Grunde unterhalb der von der Sonne erwärmten Schicht eine gleichmässige

Temperatur von  $12^{\circ}.8$  C., gerade so hoch als die niedrigste durchschnittliche Oberflächentemperatur im Winter beträgt, während sie im Sommer bis zu  $22^{\circ}.2$  steigt, alsdann aber nur 50—100 Faden tief reicht.

Da also das tiefere kalte Wasser des Atlantischen Oceans, welches ausserhalb Gibraltar's in einer Tiefe von 1500 Faden eine Temperatur von nur  $3^{\circ}$  C. hat, abgesperrt ist, so muss die Temperatur des Mittelmeerwassers (und so wie dieses die der ähnlichen vom offenen Oceane abgeschlossenen Meeresbecken) der sogenannten isocheimalen Temperatur oder dem niedrigsten Wintermittel entsprechen.

Die Untersuchungen des „Challenger“ auf seiner Fahrt von Neuseeland durch die Torres-Strasse bis zur China-See vom Juli bis October 1874 haben ferner dargethan, dass die Melanesian-See, westlich vom australischen Continent (zwischen  $18^{\circ}$  und  $20^{\circ}$  Süd-Breite) ein von einem zerbrochenen Barrierenriff bei einer Tiefe von 1350 Faden umschlossenes Wasserbecken ist, über welche Tiefe hinaus keine freie Communication mit dem offenen Ocean stattfindet. Die in dieser Tiefe ausserhalb dieses Beckens beobachtete niedrige Temperatur von  $1^{\circ}.7$  herrschte innerhalb desselben gleichmässig von dieser Tiefe an bis zu 2650 Faden.

Aehnliche Erscheinungen wurden vom „Challenger“ in dem ebenfalls von Barrieren-Riffen umschlossenen Becken der Banda-See, der Celebes-See und Sulu-See gefunden; die erstere zeigte von 900 bis 2800 Faden eine gleichmässige Temperatur von  $3^{\circ}.0$  C., die zweite von 700 bis 2600 Faden eine solche von  $3^{\circ}.7$  und die dritte von 400 bis 2550 Faden von  $10^{\circ}$ , welches letztere Resultat schon früher Chimmo bei seinen Lothungen und Beobachtungen in der Sulu-See gefunden hatte. Auch die in diesem Becken vorkommenden Organismen zeigten die Abgeschlossenheit derselben von dem offenen Ocean, und damit auch von den Einwirkungen der unteren polaren Strömungen.

Am klarsten und anschaulichsten aber wird die Existenz eines polaren Unterstromes durch die Tiefseeuntersuchungen des „Challenger“ und der „Gazelle“ nachgewiesen. Die den Atlantischen Ocean zwischen den Parallelen von  $38^{\circ}$  nördlich und südlich vom Aequator und von der Oberfläche bis zu dem Meeresboden umfassende Erforschung seiner Wärmeverhältnisse durch den „Challenger“ hat dem englischen Physiker William B. Carpenter die hinreichenden Daten geliefert, um seine schon früher entwickelte Theorie der allgemeinen oceanischen Circulation, hervorgerufen durch das untere Zuströmen der polaren (arktischen und antarktischen) kalten Gewässer nach den niederen

Breiten und dem Aequator hin, fester zu begründen; er hat dies in einer grösseren Abhandlung in den „Proceedings of the Royal Geographical Society“ Vol. XVIII. No. IV. (1874 Aug. 17) pag. 301—408 eingehend und erschöpfend durchgeführt, welche der allgemeinsten Beachtung würdig ist. Die Arbeiten der „Gazelle“ haben ebenfalls neue Bausteine zur Begründung dieser Theorie hinzugefügt und sind als die ersten deutschen derartigen Tiefseeuntersuchungen im offenen Ocean (die verdienstvollen Forschungen der Kieler Commission erstreckten sich nur auf die Ost- und Nordsee) in den Annalen der hydrographischen Wissenschaft zu verzeichnen und freudig zu begrüßen. Aus den bisher erlangten Forschungsergebnissen über die Wärmevertheilung in den Océanen, im Besonderen in dem Atlantischen Ocean, ergeben sich zunächst folgende allgemeine Sätze:

1. Die Temperatur jedes Theiles des Tiefseebodens, welcher mit einem der beiden Polargebiete in freier Verbindung steht, ist niedriger als diejenige, welche ihm nach den mittleren niedrigsten Wintertemperaturen an seiner Oberfläche zukäme und ist nur wenig höher, als die des Meeresbodens in den Polargebieten.

2. Diese allgemeine Erniedrigung der Bodentemperatur rührt nicht von den vergleichsweise wenig mächtigen kalten Polar-Oberflächenströmen her, welche aus den Polargebieten, als Ersatz für die durch Driftströme aus niederen Breiten in sie hineingedrängten Wassermassen, nach dem Aequator zufließen, sondern von einer mächtigen aber langsamen Wasserbewegung (creeping flow) der gesammten unteren Meeresschichten von den Polen nach dem Aequator zu, deren Mächtigkeit bis 2000 Faden beträgt.

3. Je grösser und freier die Verbindung mit den Polarmeeren ist, desto niedriger ist an diesen Stellen die Bodentemperatur.

4. Sie ist deshalb im Südatlantischen Ocean niedriger als im Nordatlantischen, mit Ausnahme natürlich derjenigen Stellen, welche unmittelbar dem Einfluss des arktischen Unterstromes ausgesetzt sind, wie z. B. an der Küste von Neu-Schottland.

Im Südatlantischen Ocean ist die Bodentemperatur  $0^{\circ}$  oder wenig darüber, im Nordatlantischen Ocean  $1^{\circ}.7$  oder wenig darunter.

5. Die Wirkung des antarktischen Stromes dehnt sich bis weit nordwärts vom Aequator aus (nach den Untersuchungen der „Gazelle“ bis circa  $36^{\circ}$  N.-Br.), weil er in Folge der freieren Verbindung des Atlantischen Océans mit dem antarktischen Meere kräftiger ist, als der arktische Unterstrom.

6. Unter der von der Sonnenwärme unmittelbar beeinflussten oberen Wasserschicht, welche bis zu 60—80 Faden unter die Oberfläche reicht, ist alles Wasser im Nordatlantischen Ocean bis

zum 40° N.-Br. wärmer als das Wasser in gleichen Tiefen am Aequator, und zwar ist in jenem die mittlere Temperatur der Schichten bis zu 1500 Faden Tiefe um  $2\frac{1}{2}^{\circ}$  wärmer, als in der gleichen Tiefenschicht am Aequator.

7. Das kältere antarktische Wasser mit einer Temperatur von 0° bis 4° C. steigt am Aequator bis zu einer Höhe von 300 Faden unter der Oberfläche und bildet daselbst eine Schicht von über 2000 Faden Dicke, und auch von der Oberfläche bis zu der Tiefe von 300 Faden macht sich eine sehr rasche Temperaturabnahme bemerklich: während nämlich innerhalb der ersten 100 Faden die Temperatur des Wassers von 26° an der Oberfläche bis 13° C. fällt und von da bis zu 300 Faden Tiefe bis zu 4° C., ist im Gegensatz zu der äusserst dünnen Oberflächenschicht mit wärmerem Wasser die ganze Wassermasse bis zu einer Tiefe von 2400 Faden am Boden, also in einer Mächtigkeit von 2100 Faden, von einer sehr niederen Temperatur, welche von 4° bis 0° am Grunde abnimmt.

8. Auch das geringere specifische Gewicht, also auch ein geringerer Salzgehalt des Wassers unter dem Aequator von der Oberfläche bis zum Meeresboden als im Nordatlantischen Ocean gefunden worden ist, auf dessen Boden im Durchschnitt dasselbe specifische Gewicht (1.0263) des Wassers bestimmt wurde, als unter dem Aequator an der Oberfläche, zeigt das Aufsteigen des kalten Bodenwassers bis nahe an die Oberfläche in den äquatorialen Theilen des Atlantischen Oceans deutlich an.

9. Die grössere Wärme des Nordatlantischen Oceans im Vergleich zu dem Südatlantischen in denselben Breitenparallelen und zu den äquatorialen Theilen desselben ergibt sich aus der Betrachtung des Verlaufes der Isotherme von 4° C. (40° F.), welche im Nordatlantischen Ocean innerhalb der Breiten von 20° bis 36° bis zu einer Tiefe von 700—900 Faden hinabreicht, im Südatlantischen Ocean innerhalb derselben Breiten südlich vom Aequator beträchtlich höher liegt, nämlich in einer Tiefe von 360 bis 300 Faden eben sowie in dem tropischen Theile zwischen 20° Süd-Breite und 20° Nord-Breite.

Ebenso steigt die Isotherme von 1° C. oder 35° F. (des kalten Polarwassers) in dem Südatlantischen Ocean an vielen Stellen bis zu 1500 Faden unter der Oberfläche herauf, während sie im Nordatlantischen Ocean nur bis höchstens 2200 Faden hinaufreicht, und auch das nur in dem westlichen Theile desselben, in der Nähe der Bermuda-Inseln.

10. Der wahre Golf- oder Florida-Strom ist nur ein scharf begrenzter Fluss von stark erwärmtem Wasser; er ist in der Nähe von Sandy-Hook ungefähr 60 Seemeilen breit und bei Halifax theilt

er sich in verschiedene Streifen in Gestalt eines Delta. Die vom Challenger gemessenen Tiefen des Golf-Stromes überstiegen nirgends 100 Faden. Er ruht auf einer 200 Faden mächtigen Wasserschicht (von 150—350 Faden Tiefe unter der Oberfläche), welche eine Temperatur von  $15^{\circ}.6$  bis  $18^{\circ}.3$  C. ( $60$ — $65^{\circ}$  F.) besitzt. In den nächsten 300 Faden (bis 650 Faden) nimmt die Temperatur sehr rasch, nämlich um  $11^{\circ}.2$  ab, so dass die Isotherme von  $4^{\circ}.4$  unterhalb des Golf-Stromes 620—650 Faden tief liegt, von da bis zum Meeresgrunde erstreckt sich eine Schicht kalten Wassers von über 2000 Faden Mächtigkeit und eine Bodentemperatur von  $1^{\circ}.2$  bis  $1^{\circ}.6$  C.

11. Zwischen dem Golfstrom und der Küste der Vereinigten Staaten ist bekanntlich ein kalter Wasserstreifen (der „cold wall“), dessen Temperatur eben so viel unter dem der Breite zukommenden Mittel liegt, als die des Golf-Stromes über demselben; man hat ihn bisher als die Fortsetzung des „Grönländischen und Labrador-Stromes“ betrachtet, hat aber als Beweis dafür ausser seiner niedrigen Temperatur, keine nach Süden gerichtete Oberflächenbewegung von New York bis zur Florida-Strasse wahrnehmen können; der Zusammenhang dieses kalten, vom Golfstrom scharf abgegrenzten Wasserstreifens, mit dem unter demselben befindlichen arktischen Wasser ist aber jetzt durch die Untersuchungen des „Challenger“ zwischen Bermuda und Halifax dargethan, indem die Isothermen von  $7^{\circ}.2$  und  $4^{\circ}.4$  ( $45^{\circ}$  und  $40^{\circ}$  F.) desto höher hinaufsteigen, je näher man der Küste kommt, und in der Nähe von Sambre-Island bei Neuschottland das Wasser in einer Tiefe von 83 Faden eine Temperatur von  $1^{\circ}.7$  zeigt, welche südlich nicht weit davon erst bei 2000 Faden Tiefe vorkommt.

12. Das wärmere Wasser der oberen Meeresschichten, welches sich vom Aequator nach den Polen zu bewegt, erhält durch den Einfluss der Rotation der Erde eine mehr östliche Richtung in Folge der ihnen innewohnenden grösseren Rotationsgeschwindigkeit von Westen nach Osten; dagegen werden die kalten, polaren Unterströme durch denselben Einfluss nach Westen abgelenkt, weil sie eine geringere Rotationsgeschwindigkeit mit sich bringen, und machen sich deshalb in den westlichen Theilen des atlantischen Beckens mehr bemerkbar, als in den östlichen; daher rührt auch die im Allgemeinen niedrigere Temperatur des westlichen Atlantischen Océans im Vergleich zu dem östlichen: Es liegen z. B. die Isothermen von  $4^{\circ}.4$  bis  $1^{\circ}.7$  im Westen um 200 Faden höher hinauf, als im Osten und die Bodentemperaturen sind um  $0^{\circ}.5$  bis  $0^{\circ}.8$  niedriger.

13. Das kältere antarktische Bodenwasser fliesst längs der

Westküste von Südamerika durch die schmale Rinne zwischen den Bodenerhebungen, die sich von Pauls Rock aus weiter nach Süden erstrecken, und der Küste von Brasilien weiter nach NW. in den Nordatlantischen Ocean hinein.

14. Wenn aber auch das Wasser im Westatlantischen Ocean im Allgemeinen kälter ist, als das im Ostatlantischen (s. 10—12), so gilt dies nur für die Theile südlich vom nördlichen Wendekreis und nördlich von diesem für die tieferen Schichten desselben; zwischen 24° und 40° Nord-Br. ist dagegen das Wasser in den oberen 300 Faden unter der Oberfläche in der westlichen Hälfte des Atlantischen Oceans wärmer als in der östlichen. Die Frage über die richtige Erklärung dieser Erscheinung bleibt noch eine offene, nämlich ob sie, wie Nares vom „Challenger“ meint, ein Zweig des Golf-Stromes sei oder ob sie, wie Carpenter ausführt, durch die Fortführung des durch fortgesetzte Insolation stärker erwärmten tropischen Wassers unter der Oberfläche in höhere Breiten und die Ablenkung desselben nach NO. (s. No. 12) herzuleiten sei.

Die zur näheren Erläuterung dieser allgemeinen Ergebnisse dienenden speciellen Angaben sind in den officiellen Berichten des Capitain Nares und in Carpenter's eben erwähnter grösserer Abhandlung über die allgemeine Circulation des Oceans niedergelegt, auf welche um so mehr hier verwiesen werden kann, als sie zum Theil in verschiedenen Zeitschriften bereits veröffentlicht sind.

Weniger allgemein bekannt, weil noch ganz neu, sind die Ergebnisse der Temperaturuntersuchungen des westlichen und mittleren Atlantischen Oceans durch die „Gazelle“, welche von Juli bis Ende September 1874 unter der Leitung des Freiherrn von Schleinitz von dem Capitain-Lieutenant Bendemann ausgeführt, und deren Hauptresultate in der zu diesem Vortrage beigefügten Karte\*) graphisch dargestellt sind.

Die vier Diagramme dieser Karte zeigen den Verlauf der Meeresisothermen nach den mit römischen Ziffern bezeichneten Temperaturcurven, welche an Bord der „Gazelle“ durch Beobachtungen von Reihentemperaturen bestimmt worden sind — (und den gleichen Ziffern der unten folgenden Tabelle entsprechen), sowie die verticale Temperatur-Vertheilung bei den einzelnen Curven, endlich die dabei gelotheten Tiefen und danach die ungefähre Gestaltung des von der „Gazelle“ durchforschten Theiles des Atlantischen Oceans, von Plymouth über Madeira, die Cap

\*) Diese Karte ist den „Hydrographischen Mittheilungen“, herausgegeben von dem Hydrograph. Bur. der Kaiserl. Admiralität 1875 No. 5, entnommen.

Verde'schen Inseln, die Westküste von Afrika bei Liberia (Monrovia), ferner über Ascension und die Congo-Mündung (Banana) bis zur Capstadt. Die unter den römischen Ziffern der Temperaturcurven stehenden Zahlenangaben bedeuten die an den betreffenden Stellen gefundenen Oberflächen-Temperaturen. Zur näheren Erläuterung ist in nachstehender Tabelle, welche im Auszuge der Tabelle I der „Hydrographischen Mittheilungen“ 1875 No. 5

Nummer der Lothung.	Temperatur-Curve.	Datum 1874.	O r t.		T i e f e.		Temperatur C° des Meeresbodens.	Temperatur C° an der Oberfläche.
			Breite.	Länge.	Meter.	Faden.		
1. Von Plymouth bis zu den Cap Verde'schen Inseln.								
2	I	Juli 7.	44° 30' N	11° 43' W	4389	2400	2.4	17.5
3	II	„ 9.	42° 9.3' „	14° 38.2' „	5103	2790	2.5	19.2
4	III	„ 11.	38° 48' „	17° 19' „	4663	2550	2.3	20.8
5	IV	„ 13.	35° 43' „	17° 50' „	4614	2523	2.7	21.5
6	V	„ 14.	33° 52.3' „	17° 36.8' „	3700	2023	2.5	22.0
7	VI	„ 18.	31° 12' „	20° 44' „	4618	2525	2.3	22.0
8	VII	„ 20.	27° 41.7' „	23° 23' „	4773	2610	2.3	22.5
9	VIII	„ 22.	23° 19' „	23° 21.1' „	5057	2765	2.3	22.7
2. Von den Cap Verde'schen Inseln bis Ascension.								
16	I	Juli 31.	12° 29' N	20° 16.1' W	4585	2540	2.20	26.6
17	—	Aug. 1.	10° 12.9' „	17° 25.5' „	678	370	6.48	—
18	—	„ 4.	6° 27.8' „	11° 20.2' „	70	38	15.00	—
19	—	„ 7.	4° 40.1' „	9° 10.6' „	111	60	14.44	—
20	II	„ 8.	4° 18.2' „	10° 37.1' „	4755	2600	2.50	25.0
21	III	„ 9.	3° 20.3' „	11° 19.4' „	4838	2640	2.33	25.5
22	IV	„ 10.	3° 30.0' „	10° 2.3' „	—	—	—	—
23	V	„ 10.	3° 55.9' „	10° 20.5' „	—	—	—	—
24	VI	„ 12.	0° 39.0' „	13° 14.7' „	—	—	—	—
25	VII	„ 13.	0° 55.9' S	14° 22.8' „	2999	1640	2.55	21.7
26	VIII	„ 15.	4° 8.6' „	15° 4.4' „	3931	2150	2.30	21.9
27	IX	„ 17.	7° 45.0' „	14° 43.0' „	3768	2060	2.30	23.4
3. Von Ascension bis zur Congomündung.								
28	I	Aug. 21.	6° 15.4' S	12° 0.1' W	2647	1450	2.59	22.0
29	II	„ 24.	4° 42.4' „	7° 17.8' „	4252	2325	2.22	21.9
30	III	„ 27.	2° 42.2' „	0° 57.8' „	—	—	—	—
31	IV	„ 31.	5° 3.6' „	8° 57.9' O	3475	1900	2.39	22.8
32	—	Sptbr. 1.	6° 22.1' „	11° 41.0' „	185	101	13.33	—
4. Von der Congomündung bis zur Capstadt.								
33	V	Sptbr. 10.	10° 56.8' S	10° 33.8' O	3840	2100	2.33	20.6
34	VI	„ 13.	15° 19.5' „	6° 41.1' „	5130	2805	2.33	17.0
35	VII	„ 17.	24° 24.4' „	0° 11.9' „	5167	2825	2.39	17.5
36	VIII	„ 21.	33° 28.5' „	1° 8.9' W	3566	1950	2.06	15.6

entnommen ist, eine Uebersicht der Tieflothungen und Messungen der Bodentemperaturen durch die „Gazelle“ von den Cap Verde'schen Inseln bis zur Capstadt wiedergegeben; sie enthält die Nummern der Lothung und den Ort der Lothung, die gelothete Tiefe in Metern und Faden und die dabei gefundene Temperatur des Meeresbodens, endlich die Temperatur der Oberfläche des Meeres an dem betreffenden Lothungsorte.

Die hauptsächlichsten Resultate der unter der Leitung des Herrn von Schleinitz an Bord der „Gazelle“ angestellten Reihentemperatur-Beobachtungen lassen sich folgendermassen zusammenstellen.

Zunächst deuten die bei den Reihentemperatur-Beobachtungen zwischen Plymouth und den Cap Verde'schen Inseln gefundenen Ergebnisse darauf hin, dass die Temperatur von  $10^{\circ}$  der ungefähr 400 Faden unter Wasser liegenden Isotherme eine Art Mittelwerth ist, d. h. die betreffende Wasserschicht kann als eine neutrale zwischen den kalten Polarströmen und den warmen Oberflächenströmen angesehen werden.

In etwa  $36^{\circ}$  Nordbreite und  $17-18^{\circ}$  Westlänge zeigte sich eine eigenthümliche Senkung der Isotherme von  $10^{\circ}$  C., sowohl von Norden, als von Süden her; dies bedeutet eine allmälige Zunahme der unteren Wassertemperaturen von Norden und von Süden her nach derselben Breite hin unter den Meridianen von  $17-18^{\circ}$  West; hier scheinen sich also die arktischen und antarktischen Bodengewässer zu begegnen, oder vielmehr so weit reicht der Einfluss des kälteren antarktischen Polarstromes. Bei den Temperaturreihen-Beobachtungen zwischen Monrovia, an der Westküste von Afrika, und der Insel Ascension zeigten sich in der Gegend von  $3\frac{1}{2}$  bis  $4^{\circ}$  Nordbreite und  $10-10\frac{1}{2}^{\circ}$  Westlänge eigenthümliche Störungen in dem Gange der Temperatur zwischen 800 bis 1000 Faden (1763—1829 Meter), indem das Wasser in diesen Tiefen wärmer, als weiter aufwärts, gefunden wurde; sie lassen sich durch das in dieser Gegend stattfindende und bis in grosse Tiefen noch bemerkbare Zusammentreffen der zwei mächtigen Wassermassen der Guinea- und der Aequatorialströmung erklären. Auch an der Oberfläche zeigt sich als Folge dieses Zusammentreffens ein Umsetzen der östlichen Stromrichtung des Guineastromes nach Süd zu West und später sogar nach SW. und West. Das an sich leichtere und salzärmere, aber durch Mischung mit dem Wasser des Aequatorialstromes und durch gleichzeitige Verdunstung schwerer gewordene Wasser des Guineastromes sinkt abwärts, behält aber dabei noch eine höhere Temperatur, als das von Süd heraufkommende und wird von diesem nach Norden, an den Ort der Störung ( $4^{\circ}$  nördl. Br. und  $12^{\circ}$  westl. L.) zurück

versetzt. Aber erst 300 Seemeilen weiter südlich zwischen  $0^{\circ} 39'$  Nord- und  $0^{\circ} 56'$  Südbreite und in  $13-14^{\circ}$  Westlänge (von Greenw.) haben sich die Wasser beider Ströme an der Oberfläche wirklich mit einander vermischt, denn hier fand die „Gazelle“ Oberflächen-Temperaturen von  $23^{\circ}.6$  und  $21^{\circ}.7$ , während  $5^{\circ}$  weiter nach Norden sie  $25^{\circ}.7$  betrug. Dieselbe wirkliche Grenze des Guinea- und des Aequatorialstromes wird auch von den specifischen Gewichten des Oberflächenwassers angezeigt.

Der Verlauf der Isotherme von  $12^{\circ}$  C. von  $12\frac{1}{2}^{\circ}$  Nordbreite und  $20\frac{1}{4}^{\circ}$  Westlänge bis zu dieser Grenze der Guineaströmung zeigt, dass das Wasser bis zu einer Tiefe von 200—300 Faden an der Guineaströmung Theil hat, während der Verlauf der Isothermen von  $10^{\circ}$  und darunter die Zugehörigkeit zu der nach Nord setzenden antarktischen Strömung erkennen lässt.

Eine eigenthümliche Erscheinung bietet die Isotherme von  $4^{\circ}$  dar, welche fast ganz parallel den beiden obenerwähnten (s. Seite 126) Bodenerhebungen bei der Insel Ascension verläuft und zu dem Schlusse berechtigt, dass dort, wo einem Strome eine nicht plötzlich ansteigende Bank von grösserer Ausdehnung entgegentritt, die Temperatur des unteren Wassers sich mit der Bank hebt und senkt; hienach dürfte die Bodenformation des Océans einen nicht gering zu schätzenden Einfluss auch auf die unteren Strömungen des Meeres ausüben.

Bei einer Vergleichung der während der Fahrt der „Gazelle“ im Atlantischen Ocean erhaltenen Ergebnisse über die Temperaturvertheilung in demselben stellen sich folgende That-sachen heraus:

1. Für nahezu gleiche Breiten südlich und nördlich vom Aequator findet man erhebliche Temperatur-Differenzen, welche dem Ueberwiegen des kälteren antarktischen Stromes über die arktische Strömung entsprechen:

In  $33^{\circ}$  Südbreite liegt die  $3^{\circ}$  Isotherme in einer Tiefe von 1280 Metern oder 700 Faden, die  $10^{\circ}$  Isotherme 567 Meter oder 310 Faden tief.

In  $34^{\circ}$  Nordbreite liegt die  $3^{\circ}$  Isotherme 2560 Meter oder 1400 Faden, die  $10^{\circ}$  Isotherme 987 Meter oder 540 Faden tief.

2. In derselben Tiefe von ca. 914 Metern oder 500 Faden findet man auf derselben Breite nördlich vom Aequator eine Temperatur von über  $10^{\circ}$  C. und südlich vom Aequator eine solche von  $4^{\circ}$  C., also den auffallenden Unterschied von 6 Grad.

3. Ein ähnliches Resultat ergibt sich aus einem Vergleiche zwischen  $24^{\circ}$  Südbreite und  $23^{\circ}$  Nordbreite, indem in ersterer Breite die Isothermen von  $6^{\circ}$  613 Meter oder 340 Faden, in letz-