

## Einleitung.

---

Ähnlich, wie die Tiefen des Himmelsraumes uns erst dann erschlossen und die physische Beschaffenheit der fernsten und fernsten Sterne und Nebelflecke in ihren Grundzügen erforscht werden konnten, als die raumdurchdringende Kraft der Fernröhre, Dank der erfolgreichen Verbindung der Theorie mit der Praxis, immer mächtiger wurde, und als die Spektralanalyse die Mittel an die Hand gab, die stoffliche Beschaffenheit jener den Retorten und Reagenzgläsern unzugänglichen Himmelskörper zu ergründen, — so konnten auch die früher für unergründlich gehaltenen Tiefen der Ozeane erst durch die in den letzten Jahren erreichte Vervollkommnung der für ihre Erforschung nöthigen Apparate und Methoden in erfolgreicher Weise untersucht werden.

Die Tiefseeforschung, dieser jüngste Zweig der physischen Geographie, ist in überraschend kurzer Zeit aus ihren ersten Anfängen bereits zu hoher Entwicklung gelangt und verspricht, innerhalb ihres jetzt über alle Meere sich erstreckenden Forschungsgebietes, bei ihrem weiteren Ausbau für die Physik der Erde, die Zoologie und die Geologie wichtige Ergebnisse zu liefern,

aus welchen diese Wissenschaften, jede für sich, für ihre eigene Entwicklung bedeutungsvolle Schlüsse ziehen können.

Bis noch vor einigen Jahrzehnten blieb die Erforschung der Meere lediglich an der Oberfläche derselben haften und war auch hier nur meist auf die Küstenstrecken längs der Continente und größeren Inseln, auf die Nähe der oceanischen Inseln und auf die von den Seefahrern fast ausschließlich durchsegelten Routen beschränkt. Die eigentliche Masse des Meeres, in dem Sinne des das Erdganze allumfassenden Oceanes, des „Ogen“ der alten Phönicier, genommen, blieb uns in Bezug auf die in seinen Tiefen herrschenden physikalischen und biologischen Verhältnisse bis in die jüngste Zeit fast gänzlich unbekannt.

Wie im Laufe dieses Jahrhunderts so mancher weiße Fleck aus unseren Landkarten, Dank der erfolgreichen Forschung unserer Reisenden, 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 nivellirende Meeresoberfläche die über ihr liegenden Wasserschichten und den Meeresgrund gleichmäßig verhüllt. Bis noch vor wenigen Jahren hat der menschliche Scharfsinn und Forschergeist vergebens danach gestrebt, die Geheimnisse der Meerestiefen zu enthüllen, die Räthsel der steten Bewegungen der Meeressgewässer zu lösen und den Reichthum ihres organischen Lebens zu überschauen.

Während aber auf anderen naturwissenschaftlichen Gebieten der theoretischen Wissensweiterung in vielen Fällen erst die praktische Nutzenanwendung, gefolgt ist, — als die allmählich heranreifende Frucht der theoretischen Forschung, — ist die physische Geographie des Meeres und namentlich die Tiefseeforschung

vorzugsweise durch bestimmte Forderungen des praktischen Lebens veranlaßt und angeregt worden. Die gesteigerten Handels- und Verkehrsbedürfnisse der neueren Zeit verlangten einerseits eine möglichst schnelle und zugleich sichere Reise über die Oeane und ließen andererseits eine, die Unterschiede zwischen Raum und Zeit aufhebende telegraphische Vermittelung zwischen den entferntesten Theilen der Erde über die sie trennenden Oeane hinweg durch die unterseeischen Kabel anstreben und endlich die in den letzten Jahren in den einzelnen Meeren zum Theil sehr beeinträchtigten Erfolge des Großfischereibetriebes wieder zu beleben und zu vermehren suchen.

Wie ganz anders, gegen früher, ist unsere jetzige Vorstellung von den Tiefen, der Gestaltung und Beschaffenheit des Bodens der Meere, von der Temperaturvertheilung in denselben von der Oberfläche bis zum Meeresgrunde, endlich von dem Thierleben in den Meeren bis zu den, früher als alles organischen Lebens entbehrend gehaltenen Tiefen der Meere! Mit Recht kann man aber, besonders bei der Neuheit und großen Jugend der Tiefseeforschung fragen, ob die Fundamentirung der durch die neueren Forschung entstandenen Ansichten über die Tiefseeverhältnisse wirklich so fest und sicher ist, daß sie uns berechtigt, die früher gehegten und von den damals in ihrem Fache bewährtesten Autoritäten aufgestellten und als erwiesen betrachteten Anschauungen fallen zu lassen und den neueren größeres Anrecht auf Vertrauen zu gewähren? Wir sind nun glücklicher Weise allerdings im Stande, diese Fragen bejahend beantworten zu können: die sichere Grundlage der neueren Tiefseeforschung ist uns durch die immer größer gewordene Vervollkommnung der bei derselben angewendeten Methoden und Instrumente gegeben. Diese beruht auf dem Principe der exacten Naturwissenschaft, die

Untersuchung der vorliegenden Gegenstände von allen Beobachtungsfehlern möglichst zu befreien und danach auch die angewendeten Hülfsmittel der Untersuchung möglichst zu vervollkommen und zuverlässiger zu machen. Dies gilt besonders von denjenigen Apparaten, welche zur Messung der Tiefen, der Temperaturen und des specifischen Gewichtes des Meerwassers in verschiedenen Tiefen, sowie zur Herausholung von Wasserproben und von Organismen aus den Meerestiefen und endlich von Grundproben vom Meeresboden dienen.

Man mißt die Tiefen des Wassers mittels eines Lothes; für kleine Tiefen hat man das gewöhnliche Handloth, ein an einer dünnen Leine befestigtes Stück Blei, welches in das Wasser eines Flusses, See's oder des Meeres hinuntergelassen wird. Sobald das Loth den Boden berührt, vermindert sich das Gewicht, und derjenige, welcher die Leine durch die Hand gleiten läßt, bemerkt hieran, daß das Loth aufstößt: die straff senkrecht gehaltene Leine ist in Faden (à 6 Fuß) oder Meter eingetheilt und giebt, falls sie nicht durch Strömungen seitlich verschoben wird, die Tiefe des Wassers von der Oberfläche bis zum Boden desselben an. Für größere Tiefen genügt aber dieser einfache Apparat nicht, da das Gewicht der ausgelaufenen Leine im Verhältniß zum Gewichte des Lothes so bedeutend ist, daß das Berühren des Bodens durch das Loth nicht mehr fühlbar ist. Man hat daher für große Tiefen verschiedene andere Apparate angewendet, welche fast alle auf dem von dem Amerikaner Brooke, einem Schüler Maury's, i. J. 1854 zuerst angegebenen Princip der Loslösung des Gewichtes am Boden des Meeres beruhen und mehr oder weniger nur Verbesserungen — aber wesentliche — des Brooke'schen Apparates sind.

Die jetzt hauptsächlich in Anwendung kommenden Tiefsee-

lothe bestehen aus einem eisernen hohlen Stabe, welcher mit einer dünnen Lothleine (gewöhnlich von der Stärke eines kleinen Fingers, — die Amerikaner bedienen sich eines noch dünneren eisernen Pianodrahtes) in die Tiefe herabgelassen wird. Diese Lothleine ist in der für die meisten Lothungen ausreichenden Länge von 4000—6000 Faden (also 1—1½ geogr. Meilen oder 4—6 Seemeilen) auf einer großen Rolle auf dem Hintertheile des Schiffes aufgerollt und läuft von da über einen sogen. Patentblock (ein Gehäuse mit einer sich drehenden Metallscheibe darin) an der großen Raa. Um die durch die Schiffsschwankung veranlaßte ruckweise Anstrengung und damit das Zerbrechen der Lothleine zu verhindern, ist der oben erwähnte Block an einem sogen. Accumulator angehängt, welcher aus zwei Scheiben und einer Reihe von Gummibändern besteht, die, wenn das Gewicht der herabgelassenen Leine plötzlich zunimmt, sich dehnen und dadurch die stoßweise Anstrengung der Leine beseitigen. Diese selbst muß bei ihrer Dünne doch so stark sein, daß sie eine Zugkraft von 13 bis 14 Ctr. (650—700 kg) aushalten kann. Um das Gewicht des hohlen Stabes (des eigentlichen Lothes) zu vermehren und dadurch die größere Reibung, welche eine längere Leine bei dem Durchbrechen des Wassers ausübt, zu überwinden und demgemäß die Fallzeiten zu beschleunigen, werden ihm eine Anzahl gußeiserner Scheiben aufgestreift, welche eine solche Aufhänge-Einrichtung haben, daß sie sich bei dem Aufstoßen des Lothes auf den Meeresboden abstreifen und die eiserne Hülle allein an der Leine hängen bleibt. Ueber dem Lothe selbst werden an der Leine ein Wasserschöpf-Apparat und über diesem einige Thermometer, welche die Bestimmung haben, die Temperatur des Bodenwassers anzugeben, befestiget. Dieser ganze Apparat hängt an der Schiffseite senkrecht über dem Meere, so

daß das Loth frei in das Wasser fallen kann, sobald auf das Commando „Fallen“ die bis dahin festgehaltene Rolle losgelassen wird. Zuerst fällt das Loth mit sehr großer Geschwindigkeit durch das Wasser dem Meeresboden zu; in Folge der Reibung der Leine im Wasser vermindert sich aber nach und nach diese Geschwindigkeit nach einem durch die Erfahrung und viele Versuche bestimmten Verhältniß. Die Leine selbst ist eingetheilt von 25 zu 25 Faden (à 6 engl. Fuß oder 1,83 m) und hat bei je 100 Faden (183 m) eine besondere Marke. Die Zeit, wann das Loth zu fallen beginnt, wird nach Minuten und Sekunden notirt und die Zeit, wann je eine dieser Marken in das Wasser eintaucht, ebenfalls nach Sekunden. Aus der so gefundenen Geschwindigkeit des ablaufenden Lothes und aus dem empirisch hergeleiteten Verhältniß der Abnahme der Geschwindigkeit mit der Tiefe in Folge der Reibung im Wasser kann man die Tiefe des Wassers bestimmen. Sobald nun das Loth den Boden berührt, lösen sich die Gewichte von der Leine und bleiben auf dem Meeresgrunde liegen; die Leine hört aber noch nicht zu gleicher Zeit auf abzulaufen, weil ihr eigenes Gewicht bei größeren Tiefen die Reibung im Wasser und auf den Rollen zu überwinden hat; es tritt aber, sobald die Gewichte nicht mehr wirken, ein Sprung in der Abnahme der Geschwindigkeit ein, und dieser Sprung giebt, genau nach Sekunden notirt, den Augenblick an, wann die Gewichte auf dem Boden angekommen sind. Das mechanische Moment bei dem Aufstoßen des Lothes, welches mit den aufgestreiften Gewichten bis zwei Centner schwer ist, genügt, um den hohlen Lothcylinder, an dessen unterem Ende sich ein sogen. Schmetterlings-Ventil befindet, 30 bis 60 cm tief in den meist weichen Meeresboden einzutreiben. Bei dem Emporwinden des Lothes schließt sich das Ventil wieder

von selbst und die Bodenprobe kommt, als Gegenstand für eine spätere Untersuchung, mit dem Lothcylinder herauf. Das Aufwinden der Lothleine erfolgt langsamer, als das Herunterlassen und nimmt bei einer Tiefe von 2000 Faden mehrere Stunden in Anspruch. Mit dem Lothe kommen auch die Thermometer (s. S. 43) und der Wasserichöpf-Apparat herauf; aus letzterem wird das Wasser durch einen Hahn in ein Gefäß abgelassen, um das specifische Gewicht zu bestimmen und, für eine spätere Analyse, in Flaschen gefüllt.

Borzugsweise sind es drei größere wissenschaftliche See-Expeditionen der neuesten Zeit, welchen wir die wichtigsten Ergebnisse der neueren Tiefseeforschung verdanken und welche den festen Grund für die künftigen Untersuchungen gelegt haben, auf welche diese, weiter bauend, so manche bisher noch nicht gelöste Probleme der Entscheidung nahe bringen können und werden. Diese Expeditionen sind die des englischen „Challenger“, der deutschen „Gazelle“ und der amerikanischen „Tuscarora“.

Der „Challenger“ (deutsch „Herausforderer“), eine Schraubenkorvette von 2000 tons, wurde im Jahre 1872 von der britischen Admiralität lediglich zu wissenschaftlichen Zwecken ausgerüstet, nachdem die Erfolge der Tiefsee-Expeditionen der „Lightning“ und der „Porcupine“ (in den Jahren 1868—1870) in der Nordsee und im atlantischen Ocean von den Färöern bis zum Meerbusen von Biskaya die Anregung zu einem größeren derartigen Unternehmen gegeben hatten. Hauptzweck der Challenger-Expedition war die Erforschung der physikalischen und biologischen Zustände der großen Oceanbecken der Erde. Der „Challenger“ stand bis zum Januar 1875 unter dem Commando des Capitän Sir George Nares, nach dessen Abberufung als Leiter der letzten großen englischen Nordpolar-Expedition mit den beiden

Schiffen „Alert“ und „Discovery“, unter dem des Capitän Frank Thomson. Der Chef des wissenschaftlichen Stabes war der bewährte Zoologe Sir Wyville Thomson, rühmlichst bekannt als Verfasser der kurz vor der Entsendung der Challenger-Expedition erschienenen „Depths of the Sea“. Mit ihm arbeiteten der, leider zu früh, während der Expedition am 13. September 1875, zwischen den Sandwich-Inseln und Tahiti, verstorbene, junge deutsche Zoologe Dr. v. Willemöes-Suhm, der Zoologe Moseley, der Geologe Murray und der Chemiker Buchanan. Die Tiefseelothungen und die Temperaturmessungen von der Oberfläche bis zum Meeresboden führten die Capitäne Nares und Thomson und der Commander Tizard aus.

Am 7. Dez. 1872 verließ der „Challenger“ den Hafen von Sheerness in England; die eigentlichen wissenschaftlichen Arbeiten begannen aber erst im Februar 1873 mit der ersten Durchkreuzung des Atlantischen Oceans von Ost nach West, nämlich von Teneriffa bis St. Thomas (14. Febr., bis 16. März 1873). Bis zum 28. Oktober 1873 durchforschte der „Challenger“ auf seiner Ausreise den Atlantischen Ocean, welchen er dabei viermal zwischen Europa, Afrika und Amerika durchkreuzte, in seinen Tiefen-, Temperatur- und Bodenverhältnissen. Von der Kapstadt aus bis Melbourne durchschnitt der „Challenger“, vom 17. Dezember 1873 bis 13. März 1874, den südlichen Indischen Ocean und drang dabei bis zur Grenze des antarktischen Polarkreises vor. Sodann erforschte das Schiff (von Juni bis November 1874) die physikalischen Verhältnisse des südlichen Stillen Oceans und des Indischen Archipels von der Ostküste Australiens aus bis Neuseeland, von da bis zu den Freundschafts- und Fidji-Inseln, und von diesen wieder westwärts über die Neuen Hebriden durch die Torres-Straße, die Banda-, Celebes- und

Sulu=See nach Manila und von da nach Hongkong, wo der „Challenger“ vom 16. November 1874 bis 6. Januar 1875 verweilte. Von hier aus wurden von Januar bis April 1875 Tiefseelothungen über die Philippinen bis zur Humboldt-Bai bei Neu-Guinea und von dort über die Admiralitäts=Inseln nach Japan ausgeführt. Am 16. Juni 1875 trat der „Challenger“ von Yokohama aus die Rückreise nach Europa an und untersuchte (Juni 1875 bis Januar 1876) die physikalischen und biologischen Verhältnisse des westlichen und mittleren Theiles des nördlichen Stillen Oceans und des mittleren und östlichen Theils des südlichen Stillen Oceans auf der Strecke zwischen Japan, Honolulu (Sandwich=Inseln), Tahiti (Gesellschaftsinseln), Juan Fernandez (die Robinson=Insel), Valparaiso bis zur Magellan=Strasse. Von dieser aus durchkreuzte der „Challenger“ abermals in verschiedenen Richtungen den Atlantischen Ocean und langte am 26. Mai 1876, nach einer Abwesenheit von 2 Jahren 5 Monaten und 20 Tagen, wobei er im Ganzen 68,930 Seemeilen oder 17,232½ geographische Meilen, also mehr als den dreimaligen Umfang der Erde am Aequator zurückgelegt hatte, wieder in den Hafen von Sheerness zurück. Enthusiastischer Empfang und Ehrenbezeugungen aller Art wurden den Theilnehmern der Expedition von allen Seiten in hohem Maß gespendet, und wahrlich nicht ohne Verdienst.

Nicht minder haben solche aber auch die deutschen Offiziere und Gelehrten der deutschen Kriegskorvette „Gazelle“ verdient, welche im Sommer 1874 unter dem Commando des Capitäns zur See, Freiherr v. Schleinitz, zunächst damit beauftragt war, die zur Beobachtung 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 der in der That glücklich und mit Erfolg gelösten Aufgabe, wieder zurück nach Mauritius zu führen. Während dieser Fahrt im Atlantischen und Indischen Ocean, wobei sie den letzteren im Süden desselben drei Mal durchkreuzten (von September 1874 bis März 1875) und während des Aufenthaltes bei den Kerguelen selbst (Oktober bis Dezember 1874 und Januar 1875), haben die Offiziere und Gelehrten der „Gazelle“, mit allen nöthigen Instrumenten und Anweisungen ausgerüstet, ganz ähnliche Tiefseeforschungen und wissenschaftliche Untersuchungen der Meere, wie der „Challenger“ ausgeführt, und dabei für die physische Geographie und Nautik in hohem Grade erfolgreiche Ergebnisse erzielt. Mit dieser rein wissenschaftlichen See-Expedition eines deutschen Kriegsschiffes, trat unsere deutsche Nation zum ersten Mal auf den Schauplatz der gemeinsamen, internationalen Thätigkeit zur Erforschung der physikalischen und biologischen Verhältnisse der Meere, und zwar als erfolgreicher Mitarbeiter. Vor allem haben hierzu beigetragen: der Commandant der „Gazelle“, Kapitän v. Schleinitz, welcher die Tieflothungen und Bestimmungen der Temperaturen und des specifischen Gewichtes des Seewassers in verschiedenen Tiefen ausführte, und der Schweizer Zoologe Dr. Studer, welcher als Naturforscher die „Gazelle“ begleitete und die zoologischen und geologischen Untersuchungen übernommen hatte. Von Mauritius durchkreuzte die „Gazelle“ (von März bis Mai 1875) den Indischen Ocean bis zur Westküste von Australien und hat dabei zum ersten Male mit den Hilfsmitteln der neueren Tiefseeforschung diesen Ocean in seinen physikalischen Verhältnissen näher untersucht. Die „Gazelle“ ging alsdann über Timor und Amboina durch die Molukken-See nach der Nordwestküste von Neu-Guinea und von da durch die bisher noch ziemlich unbe-

kannte Galevo-Straße in den Stillen Ocean. Die Tiefseeerscheinungen desselben, sowie mehrere der noch wenig oder gar nicht bekannten Inseln und Inselgruppen, zwischen dem Norden von Neu-Guinea und Brisbane in Australien, waren von Juli bis October 1875 der Gegenstand häufiger und erfolgreicher Untersuchungen, wobei außer naturwissenschaftlichen und geographischen Forschungen, noch wichtige anthropologische und ethnologische Beobachtungen und Sammlungen angestellt wurden. Von Brisbane aus segelte die „Gazelle“ über Auckland nach Neu-Seeland nach den Fiji-, Tonga- und Samoa-Inseln, und wendete von den letzteren aus, am 28. Dezember 1875, ihren Kiel wieder heimwärts. Am 1. Februar 1876 erreichte die „Gazelle“ die Magellan-Straße, traf am 16. Februar, mit dem ebenfalls auf der Heimreise begriffenen „Challenger“ zu Montevideo zusammen und erreichte endlich am 28. April den heimathlichen Hafen Kiel, nach fast zweijähriger Abwesenheit von Europa und nach einer in jeder Beziehung erfolgreichen Reise.

Der Vereinigte Staaten Dampfer „Tuscarora“ hat im Jahre 1874 unter dem Commando des Capitain George Belknap, die Tiefen-, Boden- und Temperaturverhältnisse des nördlichen Stillen Oceans zwischen Californien und Japan zu dem Zwecke, eine für ein unterseeisches Kabel zwischen den Vereinigten Staaten und Japan ausführbare Linie zu finden, näher untersucht, sowohl auf seiner südlichen Route von San Diego in Californien, über die Sandwich- und Bonin-Inseln bis Yokohama auf der Insel Nipon, als auch auf der nördlichen Route zwischen San Francisco über die Aleuten und Kurilen nach Japan. Im November 1874 wurde die „Tuscarora“ unter dem Capitain Erben zum zweiten Mal ausgesendet, um die oben erwähnte südliche Route, die sich als die vortheilhaftere

erwiesen hatte, nochmals zu untersuchen. Zu dem Zweck einer weiteren Kabellegung zwischen den Sandwich-Inseln und Australien hat Capitain Miller auf derselben „Tuscarora“ von December 1875 bis Februar 1876 gleichfalls Lothungen ausgeführt.

Außer diesen drei Schiffen, haben noch andere, deutsche, englische, schwedische, norwegische Schiffe, in Meeresgebieten von allerdings geringerer Ausdehnung wirkend, ihren Namen und die ihrer Führer und der Gelehrten an Bord derselben in die Annalen der Tiefseeforschung in ehrenvoller Weise eingeschrieben; sie werden bei dieser Darstellung der Ergebnisse der neuesten Tiefseeforschungen an geeigneter Stelle erwähnt werden.

### 1. Meerestiefen und Gestaltung des Meeresbodens.

Die älteren, mit noch unvollkommenen Apparaten angestellten Tieflothungen ergaben höchst übertriebene Tiefen der Océane. So wollte z. B. Capitän Denham während seiner Kreuzfahrten im Südatlantischen Océane im Jahre 1852 in  $36^{\circ} 49'$  Süd-Breite und  $37^{\circ}$  West-Länge, zwischen Tristan d'Acunha und Südamerika die Tiefe von 14100 m (7706 Faden oder 43382 par. Fuß) gelothet haben und Lieutenant Parker auf dem Schiffe „Congreß“, etwas westlich von dieser Stelle, in  $35^{\circ} 35'$  Süd-Breite und  $45^{\circ} 10'$  West-Länge sogar 15180 m (8300 Fad.). Schon Maury hat diese Tiefen auf 4000 bis 6000 Faden, oder 9300—11000 m reduciren wollen. Diese Angaben sind aber auch noch zu hoch gegriffen, denn wir besitzen gerade in der Nähe dieser beiden Lothungsstellen (nördlich und südlich von ihnen) Lothungen des „Challenger“ und der

(834)