

Die Tiefsee-Untersuchungen und ihre wichtigsten Resultate.

Von Prof. Dr. Franz Toula.

(Mit Tafel und Karte.)

Obwohl das Meer, von Schleiden mit vollem Rechte die Geburtsstätte des Lebens genannt, fast drei Viertheile der ganzen Erdoberfläche bedeckt (6,812.000 □ M. von 9,282.600 □ M.), blieb es uns doch in Bezug auf die in seinen Tiefen herrschenden physikalischen und biologischen Verhältnisse bis in die jüngste Zeit fast gänzlich unbekannt. Ein geheimnisvoller Zauber umgab seit Jahrtausenden den allumfassenden, landumgürtenden Ocean. Eine Art von heiliger Scheu scheint den Wissensdurst der Menschen von einem eingehenden Studium der für unergründlich gehaltenen Tiefen zurückgehalten zu haben.

Das Verdienst, die Basis zu einer erfolgreichen wissenschaftlichen, auf anerkannten Thatsachen gegründeten Untersuchung der physikalischen Verhältnisse des Meeres geschaffen zu haben, gebührt einem Amerikaner, dem verstorbenen Director des National-Observatoriums zu Washington, M. F. Maury. Er war es, der zuerst in der amerikanischen Flotte erreichte, dass die Reisejournale (Logbücher) regelmässig an das Washingtoner Observatorium eingesendet wurden. Er war es, der die Anregung gab, dass diese Einrichtung allmählig bei allen Seehandel treibenden Staaten eingeführt wurde; er war es auch, der als Resultat des Studiums von mehr als 200.000 solchen Logbüchern zwei Epoche machende Werke: „Die Segeldirectionen“ (Explanations and sailing directions etc.) und „Die physische Geographie des Meeres“ (The physical Geography of the Sea and its Meteorology) herausgab. Welch hohen praktischen Werth seine Bestrebungen hatten, möge folgendes beweisen: Während vor der Herausgabe der Segeldirectionen die Fahrt zwischen England und Australien hin und zurück 250 Tage währte wurde diese Reise mit alleinigem Gebrauche der Segel nachher, bei richtiger Benützung der Strömungs- und Windverhältnisse, in nur 140 Tagen zurückgelegt, also mehr als ein Drittheil der Zeit erspart, woraus für die indischen Linien angewendet, sich für den englischen Handel eine Ersparung von mehr als einer Million Dollars jährlich berechnet. Wir wollen das Gebiet unserer Betrachtungen beschränken und nur die Verhältnisse der Tiefen der Oeane ins Auge fassen.

In einer bestimmten Tiefe sollten, so war bis vor kurzem die allgemeine Meinung, Zustände so eigentümlicher Art bestehen, so verschiedenen von den an allen anderen Theilen der Erde herrschenden, dass der Boden des Meeres eine Einöde in vollkommener Finsternis sei, einer derartigen Pressung ausgesetzt, dass keinerlei Leben bestehen könne.

Die für die Erkenntnis der Verhältnisse der Meerestiefen wich-

tigsten Unternehmungen im Fluge betrachtet, wie sie im Verlaufe dieses Jahrhunderts (denn von früher her ist keine zu notiren) auf einander folgen, sind folgende:

Im Jahre 1819 veröffentlichte Sir John Ross die Beobachtungen während seiner Erforschungsreisen („Voyage of Discovery“). In der Baffinsbay (73° 37' n. Br. 75° 25' w. L.) fand man das Meer in grösserer Tiefe vollständig ruhig, und brachte aus dem grünlichen weichen Schlamm aus einer Tiefe von 1830 Metern mehrere Röhrenwürmer (*Lumbricus tubicola*) und ein prächtiges Exemplar eines Medusensternes (*Asterophyton Linkii* M. u. Tr.) empor. (Bd. II, pag. 178.)

Dieser eine Beweis für ein Leben in grossen Tiefen wurde nicht beachtet, und durch eine Reihe der genauesten Untersuchungen für lange Zeit vollständig vergessen gemacht. Edward Forbes, einer der originellsten Naturforscher seiner Zeit, hatte Gelegenheit, auf einer Reihe von Reisen das Thierleben der Tiefe zu studieren und die Verbreitung der Seethiere in Bezug auf Raum und Zeit systematisch festzustellen.

Die genaue Untersuchung des Meeresbodens der britischen See und des Mittelländischen- (besonders des Aegäischen-) Meeres im Jahre 1841 freilich nur bis zu Tiefen von 420 Metern, zeigte ihm eine stete Abnahme des animalischen Lebens, und führten ihn zu der Behauptung, dass in einer Tiefe unter 550 Meter überhaupt kein organisches Wesen mehr bestehen könne. Der Mangel an Licht sowohl und noch viel mehr der kolossale Wasserdruck, der schon in diesen Tiefen herrscht (circa 52 Atmosphären, oder 785 Pfd. per □ Zoll), sollten es unmöglich machen. Seine hohe Autorität verschaffte den von ihm ausgesprochenen Ansichten die allgemeinste Aufnahme sowohl bei Zoologen als auch bei den Geographen und Geologen.

Es ging so weit, dass die Forbes'sche Hypothese, wohl sehr gegen den Willen des Autors selbst, als Axiom betrachtet, und alles bei Seite geschoben wurde, was im Geringsten widersprach. Diese Aufnahme lässt sich um so eher erklären, als sich durch die Annahme lebenseerer Tiefseeregionen gar viele bis dahin räthselhaft gebliebene Thatsachen, so das Vorkommen weitausgedehnter vollkommen petrefactenleerer Ablagerungen, in den verschiedenen geologischen Formationen, leicht und natürlich erklären liessen.

Sehr bald tauchten verschiedene widersprechende Angaben, ebenfalls auf guten Beobachtungen fussend, auf, wodurch die Anschauungen wesentlich geändert wurden. So wurde auf der antarctischen Expedition Sir James Clarke Ross's (1839 — 1843) in 73° 3' südl. Breite und 175° 6' östl. Länge, also in der südlichsten Region, die bis nun erreicht wurde, in einer Tiefe von 270 Faden (494 Meter) eine grosse

Anzahl der verschiedensten Thiere im Schleppnetz gefunden. (Corallium, Flustra, Pycnogonum, Idotea baffini, Chiton, Bivalven und Gastropoden, Gammarus und Serpula, an Steinen und Schalen klebend). James Ross spricht in seinem 1847 erschienenen Reisewerke (Voyage of Discovery and Research in the Southern and antarct. Regions etc. Bd. I., pag. 217) die Meinung aus, dass der grosse Druck den Thieren denn doch nicht zu schaden scheine; auch bemerkt er, dass einige der gefundenen Formen mit arctischen aus gleichen Breiten, übereinstimmend seien.

Heinrich Goodsir (ein Mitglied der unglücklichen Franklin'schen Expedition) erhielt im Jahre 1845 in der Davisstrasse aus einer Tiefe von 550 Metern (300 Faden) eine Sammlung von Weichthieren, Krebsen, Seeigeln (Spatangus) und Corallinen.

Im Jahre 1854 brachte Midshipman Brooke mit Hilfe seines später näher zu besprechenden Sondirungs-Apparates aus mehr als 1000 Faden Tiefe (circa 2000 Meter) eine Probe von Kalkschlamm herauf, der bei mikroskopischer Untersuchung zeigte, dass er fast ganz und gar aus den Kalkschalen von Globigerina bulloides (Fig. 13) und Orbulina universa (Fig. 12) bestand (daneben Kieselschildchen von Diatomaceen und Kieselgerüste von Radiolarien).

Dieser Schlamm wurde allmählig an vielen anderen Punkten ebenfalls gefunden, und es entstand nun die Frage, ob die Thiere, deren Schalen denselben hauptsächlich zusammensetzen, auf dem Grunde leben, oder erst nach ihrem Tode dahin gelangen, wovon wir an einem anderen Orte noch ausführlicher sprechen werden.

Nun beginnt die Zeit der systematischen Meeresboden-Untersuchungen. Es handelte sich darum, England mit Nordamerika durch ein Telegraphen-Kabel zu verbinden. Zu diesem Behufe mussten die Natur der Bedeckung des Meeresbodens und dessen orographischen Verhältnisse genau untersucht werden. Capitän Dayman wurde im Sommer 1857 zur Ausführung der Sondirung auf der Linie Irland-Neufundland beordert. In Tiefen von 1700—2400 Faden (3111 bis 4392 Meter) fand er allenthalben denselben Kalkschlamm, wie ihn Brooke gefunden hatte, und sandte die Proben davon an Huxley, der daran seine denkwürdigen Untersuchungen über den lebenden Meerestiefenschleim (Bathybius) anstellte, von denen wir ebenfalls noch mehr sprechen werden.

Hierauf folgen die Untersuchungen Dr. Wallich's, der im Jahre 1860 den Capitän Sir Leopold Mac. Clintock mit I. M. Schiff „Buldogg“ auf der Sondirungsfahrt nach Island, Grönland und Neufundland begleitete. Auf dieser Reise wurden Proben aus 600 bis 2000 Faden Tiefe (1098 — 3660 Meter) heraufgebracht. Sie bestehen theils

wieder aus dem Globigerinen- (Kalk-) Schlamm, sodann aber auch aus vulkanischer Asche von Island, aus Thonschlamm und Sand, sowie aus kristallinischen Schieferen. Auf der Rückreise brachte man zwischen Cap Farewell und Rockall aus 1200 Faden (2196 Meter) Tiefe 13 Seesterne (Ophiocomen) herauf, in deren Magen man Globigerinen fand. Dr. Wallich vertheidigte mit grösstem Erfolge die Ansicht, dass die Verhältnisse, die in grossen Tiefen Platz greifen, obschon sie wesentlich von den an der Oberfläche herrschenden abweichen, nicht unvereinbar seien mit dem Bestehen des animalischen Lebens.

Er fand sehr bald eine kräftige Unterstützung durch die Beobachtungen, welche Prof. Fleming Jenking bei Gelegenheit der Reparaturarbeiten an dem submarinen Kabel zwischen Sardinien und Algier anzustellen Gelegenheit hatte. Auf demselben fanden sich eine grössere Anzahl von Korallen und Weichthieren angeheftet in einer Tiefe von 2000—2800 Meter (1093—1577 Faden). Fünfzehn verschiedene Thierarten konnten durch Prof. Allman bestimmt werden. Es waren zum Theile bekannte lebende, aber sehr seltene, und zum Theile für ausgestorben gehaltene, bisher nur im fossilen Zustande aus den jüngeren Tertiärschichten bekannte Formen (*Grantia*, *Plumularia*, *Gorgonia*, *Caryophyllia*, *Alcyonium*, *Cellepora*, *Retepora*, *Eschara*, *Ascidia*, *Lima* und *Serpula*). So z. B. die sehr schöne, aus 1800 Metern Tiefe stammende *Caryophyllia borealis* Flem. In demselben Jahre gab auch M. Edwards eine Liste dieser Thiere.

In diese Zeit (1861) fallen auch die zahlreichen Tiefgrund-Untersuchungen einer schwedischen Expedition, welche unter Torell's Leitung stand. In Tiefen von 1900 bis 2700 Metern fand man überall noch thierisches Leben; wenn auch meist nur mikroskopische kleine Urthiere gefunden wurden, so fehlten doch auch Würmer, Krebse, Sternthiere und Schwämme nicht ganz.

Untersuchungen dieser Art wurden mit ausgezeichneten Erfolgen auch an der norwegischen Küste von dem verstorbenen bewährten Prof. Michael Sars und dessen Sohn angestellt, welcher besonders bei der Inselreihe der Lofoten Studien machte und hier den zierlichen Wurzelkrinoiden (*Rhizocrinus lofotensis* Fig. 22) entdeckte. Die Schleppnetz-Untersuchungen wurden in Tiefen von 200—450 Faden (366—823 Meter) vorgenommen, und ergaben als Resultat die Kenntniss einer Fauna von nicht weniger als 427 verschiedenen Arten, von welchen 42 Arten in der Tiefe von 450 Faden lebend gefunden wurden. (Die bemerkenswertesten Formen sind ausser dem schon genannten *Rhizocrinus* die seltene und schöne *Lima excavata* mit schneeweisser, zierlich gerippter Schale und elegant gefranstem Mantelrand und ein prachtvoller Seestern von einer Elle im

Durchmesser, die *Brisinga endecacnemus* mit korallenrothen Armen, perlfarbigen Rippen und orangerother Scheibe.)

Nun, nachdem so viele interessante Thatsachen aufgefunden waren, wurde das Verlangen nach einer systematischen Sondirung des Meeresgrundes ausgesprochen, nach planmässiger, alle Verhältnisse möglichst berücksichtigender Untersuchung der Grenzen des organischen Lebens, der Zusammensetzung und der Temperatur des Seewassers in den verschiedenen Tiefen, bis in die tiefsten Abgründe.

Das Verdienst, zuerst dieses Verlangen ausgesprochen zu haben, dart Professor Wyville Thomson, der wissenschaftliche Leiter der Challenger-Expedition, für sich in Anspruch nehmen. Dr. Carpenter stellte den diesbezüglichen Antrag, und die englische Admiralität gewährte auf Ansuchen der Royal Society die zur Ausführung nöthigen Mittel. — Das Küstenwachtschiff „Lightning“, ein kleines Fahrzeug, das in Bezug auf seine Schnelligkeit seinem Namen „Der Blitz“ wenig Ehre machte, wurde mit einer Baggemaschine, Sondirungsapparaten und Thermometern versehen, und verliess mit Dr. Carpenter und W. Thomson an Bord, am 11. Aug. 1868 Stornoway (auf der nördlichsten Insel der Hebriden gelegen). Das Wetter war dem Unternehmen wenig günstig; während der ganzen sechswöchentlichen Dauer der Kreuzung war es nur an 10 Tagen möglich, Untersuchungen anzustellen. Die grössten sondirten Tiefen betragen nicht mehr als 650 Faden (1189 Meter). Die Ergebnisse waren trotz der nicht entsprechenden Ausrüstung und des schlechten Wetters höchst überraschende.

Die Schleppnetzzüge zeigten auch in den grössten Tiefen ein überreiches animalisches Leben. Eine Menge der merkwürdigsten Thierformen wurden zu Tage befördert, und zeigte es sich, dass deren Verbreitung hauptsächlich von der Temperatur der Wassermassen abhängig sei. Die thermometrischen Untersuchungen ergaben nämlich das wunderbare Resultat, dass zwischen den Faröer-Inseln und Schottland innerhalb einer Entfernung weniger Seemeilen in derselben Tiefe zwei Wassermassen von ganz verschiedenen Wärmegraden unmittelbar aneinander grenzen. Während die eine Masse, die der sogenannten „kalten Area“ eine Temperatur von 0° C., ja selbst — 1° C. zeigte, beträgt die Temperatur des Wassers in der warmen Area 5 bis 6° C. und darüber; wohl betont: in derselben Tiefe und bei der gleichen an der Oberfläche herrschenden Temperatur. Damit geht die Verschiedenheit in Bezug auf das Thierleben Hand in Hand. Während auf der kalten Area der Boden sandig und das animalische Leben arm ist, und die vorkommenden Formen der borealen und arctischen Fauna (*Fusus despectus* L. *Tellina calcarea*, fossil im englischen Glacial Lehm,

Mya truncata, *Saxicava norwegica*, *Pecten islandicus*, *Asteropecten tenuispinus* und zahlreiche sandige, große Rhizopoden) angehören, ist die warme Area mit einem zähen grauen Kalkschlamm bedeckt und zeigt die mannigfaltigsten Thierformen (Globigerinen, Kieselschwämme, Korallen, Seeigel und Seesterne, auch die merkwürdige Wurzel — seelilie *Terebratula cranium* u. dgl.)

Wäre die kalte Area (sagt Carpenter in seinem vorläufigen Berichte an die Royal Society. Proceedings 1868, Nr. 107) einst trocken gelegt und die jetzt darauf stattfindende Ablagerung Gegenstand der Untersuchung eines Geologen, so würde dieser finden, dass derselbe aus einem versteinungsarmen Sandsteine besteht, welcher viele vulkanische Gesteinsstückchen und Fragmente älterer Gesteine einschliesst (von Schottland herstammend), dessen sämtliche Fauna einen arctischen oder glacialen Charakter an sich trägt. Daneben würde der untersuchende Geologe zu seiner nicht geringen Verwunderung reiche Kreidebildungen finden mit Spongien und vielen anderen Thieren der wärmeren gemässigten Zone. Dass diese beiden Bildungen vollkommen gleich alterlich sind und nur verschieden temperirten, neben und über einander sich bewegenden Strömungen ihre Entstehung zu danken haben, würde er ohne Kenntnis der Vorgänge kaum auszusprechen wagen.

Da sich in Mitte der kalten Area eine weniger tiefe (170 Faden = 311 Meter) Partie befindet, über welcher eine viel höhere Temperatur herrscht (5° C.) und die Thiere der warmen Area darauf vorkommen, würde der Geologe der Zukunft in der Mitte des durch Hebung der kalten Area erzeugten Festlandes einen circa 600 Meter hohen Hügel finden, bedeckt mit einem gleichen Sandsteine wie das Festland, aus dem er sich erhebt, aber reich an animalischen Resten einer gemässigten Region, wodurch er in den Irrthum verfallen könnte, dass er es mit Ablagerungen aus zwei ziemlich weit von einander abstehenden Perioden zu thun habe.

Es ist klar und einleuchtend, dass die Geologie solchen Thatsachen sich nicht verschliessen konnte und dass diese neue Art der Auffassung viele schwierige, bisher kaum lösbar scheinende Verhältnisse noch ent-räthseln wird.

Von solchen Räthseln sei nur eines hier als Beispiel erwähnt, J. Barrande, einer der hervorragendsten Palaeontologen, der sich das Studium der in der Mitte von Böhmen in der Umgebung von Prag entwickelten Silurformation zur Lebensaufgabe gemacht hat, fand inmitten von Schichten der älteren Abtheilung linsenförmige Kalk-Einlagerungen, welche eine Menge von bezeichnenden Fossilien einer jüngeren Abtheilung eingeschlossen enthalten. Barrande nannte diese Vorkommnisse die „Co-

lonien“ und stellte sich vor, dass zur selben Zeit, wo an gewisser Stelle die betreffenden untersilurischen Schichten sich ablagerten, anderswo die für die jüngere Abtheilung bezeichnenden Thiere bereits gelebt haben müssen, die dann durch irgend welche Vorgänge wiederholt zum vorübergehenden Auswandern gezwungen, sich in Gebiete mit untersilurischem Charakter begeben hätten, bis endlich die Verhältnisse im allgemeinen so weit geändert worden seien, dass überall die jüngeren Schichten zur Ablagerung kommen konnten. Und diese Ansicht stellte Barrande auf, lange bevor man ein irgendwie ähnliches Verhältnis in den gegenwärtigen Meeren kennen gelernt hatte.

In demselben Jahre (1868) untersuchte eine schwedische Expedition unter der Leitung Nordenskiöld's den Meeresgrund in der Umgegend von Spitzbergen bis in Tiefen von 3800 Meter, und constatirte das Vorkommen des merkwürdigen Bathybius-Kalkschlammes in diesen hohen Breiten.

Während so in Europa fast ausschliesslich die Engländer und Schweden thätig waren, legten auch die Amerikaner ihre Hände nicht in den Schoss. Auf Anregung des Professors Agassiz ordnete Professor B. Peirce, Vorstand der nordamerikanischen Küstenvermessung (Coast-Survey), welche seit dem Jahre 1844 der Untersuchung der Meeres-Verhältnisse an den Küsten alle Aufmerksamkeit zuwendete, den Gebrauch des Schleppnetzes an und wurde nach dem Tode Prof. Bailey's, der früher diese Untersuchungen geleitet hatte, Graf Pourtalès mit der Ausführung der betreffenden wissenschaftlichen Arbeiten beauftragt.

Bis zum Jahre 1870 wurden von Pourtalès nicht weniger als 9000 Proben gesammelt. Die Ergebnisse der Untersuchungen erlaubten die Beschaffenheit des Meeresgrundes längs der Küsten der vereinigten Staaten bis zu einer Meerestiefe von 1280 Meter (700 Faden) festzustellen (siehe die Karte). Es zeigte sich, dass längs der Küste bis gegen die Südspitze von Florida sich ein mit der Grenze des von Norden kommenden kalten Meeresstromes (Labradorströmung) nahezu übereinstimmender „Kieselboden“ ausdehnt, der sich bis zur 100 Faden-Kurve, dieser eigentlichen Grenze der Continentalmassen, erstreckt und aus Quarzsand, Feldspath und Hornblende-Körnern besteht.

Der Boden fällt bis zur 100 Faden-Kurve allmählig ab, dann aber zeigt sich eine viel steilere Abdachung ganz ähnlich so wie es Delesse an den westl. Küste von Frankreich beobachtet hat. Pourtalès konnte eine gewisse Reihenfolge der im Sande lebenden Foraminiferen *) aufstellen, die nicht ohne Interesse ist, da sie dem Schiffer

*) Pourtalès schreibt die erste Entdeckung des Polythalamien-schlammes den Herren Craven Maffit zu (1853).

mit einiger Sicherheit Schlüsse auf die Nähe des Landes zu ziehen erlaubt.

In der Tiefe von 10—12 Faden (18—22 Meter), in der dem Wellenschlage ausgesetzten Zone, fanden sich nur wenige sehr kleine Polystomellen (Fig. 21), weiterhin bis zu 40 Faden (73 Meter) finden sich Milioliden freilich nie sehr häufig, von 25 bis 70 Faden (46—128 Meter) kommt die *Truncatulina adversa* d'Orb. oft in ziemlicher Menge, von 35 Faden bis über 100 Faden hin, grössere *Cristellaria*- (Fig. 16) und *Marginulina*-Arten vor; von 60 Faden ab stellen sich die Globigerinen ein und werden allmählig so häufig, dass sie in der Tiefe von 100 Faden (183 Meter) die Hälfte des Bodenmaterials ausmachen.

Im Osten von Long Island liegt eine grosse Lehmlagerung (Block Island sounding), welche für die im Nebelwetter anfahrenenden Schiffe von grosser Wichtigkeit ist. Im Lehmboden finden sich wenige Polymorphinen (Fig. 17). Interessant ist auch das Vorkommen einer Grünsandbildung an der Küste von Süd-Carolina und Georgia in einer Tiefe von 50—100 Faden, auf der Grenze zwischen dem Sand und der in der Tiefe folgenden Kalkschlamm und Polythalamienkalk, finden sich an mehreren Punkten Massen von Polythalamien-schalen theils angefüllt mit einer röthgelben Substanz, theils in Form von grünlichen Steinkernen.

Von dem Kieselsandboden unterscheidet sich der blaugrau gefärbte Kalkboden, der wieder in den Korallenkalkboden (nur an der Südspitze von Florida, von hier sich gegen S. W. erstreckend, und im Bereiche der Bahama Riffinseln) und den Polythalamien- oder Globigerinen Kalkschlammboden unterschieden werden muss. Letzterer bildet eine kreideartige fast nur aus Globigerinen bestehende Schichte und wurde über den grössten Theil des atlantischen Oceans ausgebreitet gefunden. Ausser der *Globigerina bulloides* d'Orb. findet sich noch *Rotalina calcarea* var. *cultrata*, *Textilaria* (Fig. 14) *Marginula*, Pteropoden und Fischzähne, Würmer, Krebse und Korallen, im ganzen 48 verschiedene Arten; die interessanteste Form aber ist der Wurzelkrinoid (*Rhizocrinus lofotensis* Sars), den wir schon oben erwähnt haben und der nun schon aus den verschiedensten Theilen des Nord-Atlantic bekannt geworden ist. (Lofoten, Florida, englische Küste und unweit von den Azoren auf der Josephinbank). Noch eine andere Seelilie sei hier erwähnt: Der *Bourguetticrinus* d'Orb von welchem bisher nur einzelne Stengelglieder aus recenten Ablagerungen auf Guadeloupe bekannt waren.

Was den Korallenkalkboden anbelangt, so fand man vor Allem, dass

die Area der Korallenriffe scharf begrenzt ist und eine von den tieferen Stellen völlig verschiedene Fauna besitzt. Die Rifffzone zieht sich in verschiedener Breite (von wenigen bis zu 15 ja selbst 20 englischen Meilen) längs der Küste von Florida hin. An ihrer Grenze beginnt eine an animalischem und vegetabilischem Leben arme oder selbst sterile Region, deren Boden aus einer schlammigen Masse besteht, die zerriebenen Muschelschalen und Korallen-Fragmenten ihre Entstehung verdankt. Eine dritte Region beginnt in einer Tiefe von 50—60 Faden und erreicht 200—250 Faden Tiefe. Sie stellt ein 8—20 Meilen breites circa 100 Meilen (engl.) langes abschüssiges Plateau vor, an dessen Grenze der Meeresgrund plötzlich in grössere Tiefen von 400—800 Faden abstürzt. Agassiz nannte es das Pourtales-Plateau. Der Boden ist ein Kalkconglomerat, durch Anhäufung von Resten der daselbst lebenden Thiere gebildet. — Es sind kleine Korallen, die mit Typen der Tertiär- und Kreideformation übereinstimmen. Die hier gefundenen Seeigel erinnern an die kleinen Scheibenigel der Kreideformation, und waren bis dahin im lebenden Zustande nicht gekannt. Auch die sehr häufigen Brachiopoden (*Terebratula cubensis* Pourt. und *Waldheimia floridana* Pourt.) gaben der Fauna den Charakter höheren Alters. In den benachbarten Tiefsee-Partien befindet sich der klebrige Foraminiferenschlamm, den Agassiz mit den Kalkmergeln der Kreide-Formationen vergleicht. Er spricht dabei die Meinung aus, dass der Golfstrom bis zum Ablaufe der Kreidezeit mit dem grossen pacifischen Strome zusammengehangen haben müsse, wie diess auch durch die übereinstimmende Fauna an beiden Seiten des amerikanischen Continentes bestätigt wird.

Ein grosser Theil der reichen Sammlungen war Herrn Dr. Stimpson in Chigago zur Bearbeitung übergeben worden und wurde bei dem fürchterlichen Brande, der diese Stadt in Asche legte, mit zerstört. Nur ein ganz kleiner Theil, Duplicate, welche der Engländer Gwyn Jeffreys glücklicherweise vorher erhalten hatte, um sie mit den von den englischen Expeditionen gedredhten zu vergleichen, blieben erhalten.

Die trotz der ungünstigen Witterungsverhältnisse und der noch mangelhaften Ausrüstung vom „Lightning“ heimgebrachten merkwürdigen Ergebnisse hatten zur erfreulichen Folge, dass im Sommer des Jahres 1869 das Untersuchungsschiff „Porcupine“, (das Stachelschwein,) zu weiteren gründlicheren und ausgedehnteren Untersuchungen ausgesendet wurde, und diese den Herren Dr. Carpenter, Gwyn Jeffreys und Wyville Thomson übertragen wurden. Ausserdem war noch ein Sohn Dr. Carpenter's als Chemiker beigegeben. In diesem Jahre wurden während der Zeit vom 18. Mai bis 8. September drei Krenzungen unternommen.

Die erste erstreckte sich über das Meer im Westen von Irland bis zur Rockallbank und umfasste 34 Stationen mit Tiefen bis 1476 Faden (2700 Meter). Man fand ein sehr reiches Thierleben, darunter hochnordische Formen. Eine derselben (*Montacuta Dawsonii*, ein Zweischaler) bestätigte Jeffreys Ausspruch, dass bei Arten, welche sowol im Norden wie im Süden in gleichen Tiefen vorkommen, die nördlichen die größeren seien und dass sie bei ihrer Wanderung nach Süden allmählig verkümmern. Auch Kreide- und Tertiär-Arten fanden sich in Menge lebend vor. Aus einer Tiefe von 1230 Faden (2250 Meter) wurde eine neue riesige Foraminiferen-Art von der Größe eines 20-Kreuzerstückes ans Licht gebracht (*Orbitulites tenuissimus* Carp.). Merkwürdig ist, dass viele der aus den Tiefen gezogenen Thiere wolorganisierte Augen und lebhaftere Farben zeigten.

Die zweite Kreuzung war nach dem Süden von Irland gerichtet. 13 Stationen wurden gemacht und mit circa 2500 Faden (4575 Meter) die größte bisher in dieser Gegend sondirte Tiefe erreicht. Hier wurden auch Untersuchungen über die Verschiedenheit der Dichte des Seewassers in verschiedenen Tiefen angestellt und ergab sich, dass die Dichte, in Folge der Verdunstung, an der Oberfläche größer sei als in tieferen Partien, dass sie von 50 Faden (= 91 Meter) Tiefe constant zunehme, um 50 Faden vom Meeresboden entfernt wieder eine Abnahme zu zeigen.

Die dritte Kreuzung bezog sich auf das vom Lightning im Vorjahre studirte, classische Gebiet der kalten und warmen Area. An 45 verschiedenen Punkten wurden in Tiefen von 400—600 Faden (circa 700—1100 Meter) mit der Maximal-Tiefe von 767 Faden (1404 Meter) Untersuchungen angestellt. Die Untersuchungen über die Vertheilung der Wärme ergaben, dass sich nach einer schnellen Wärme-Abnahme an der Oberfläche bis zu 50 Faden, hierauf bis zu 200 Faden eine hohe und gleichbleibende Temperatur zeigt, diese aber von 200—300 Faden sehr rasch bis zu 0° C. abnehme, sodann aber bis zur größten Tiefe hinab kaum um 1° C. weiter. Als Minimaltemperatur wurde —1°4 C. erhalten.

„Die ganze Wassermasse in dem Canal zwischen den Faröer und der Hebriden, zerfällt in zwei fast gleich große Wassermassen: eine untere, über 600 Meter mächtige kalte Masse, einen Strom mit südwestlicher Richtung, darüber eine langsam nach Nordosten fließende warme Wassermenge, deren untere Hälfte eine durch die kalte untere Schichte modificirte Temperatur zeigt.“

Der Reichtum an Thieren wurde sowol auf der kalten, wie auch auf der warmen Area außerordentlich groß gefunden.

Auf der ersteren fand man eine neue, sandige Gehäuse besitzende Foraminiferen-Gattung von bedeutender Größe (bis 1" Länge) nach ihrer Form *Botellina* Carp. genannt, welche überraschend mit einer von Prof. Reuss aus der böhmischen Kreide beschriebenen Form übereinstimmt. Mollusken wurden nur einige gefunden, darunter *Platydia* (*Anomioides*) doppelt so groß als sie im Süden gefunden wurden (siehe oben) und *Terebratula septata* Phill (identisch mit *Ter. septigera* Lovén, *Waldeheimia Peloritana* Seg. in *W. Floridiana* Pourt.). Krebsthiere und Seeigel fanden sich in Menge und zwar meist norwegische und arctische Formen. Auch der herrliche *Anteodon Eschrichti* fand sich in großer Anzahl mit derselben Farbenpracht wie seine litoralen Verwandten. Von der reichen Ausbeute innerhalb der warmen Area sei nur erwähnt, dass eine ganz neue, große Seeigelart (*Calveria hystrix* W. Th.) gefunden wurde, dessen Kalktafeln nicht fest verwachsen, sondern nur durch Membrane verbunden sind, wodurch sein Körper eigentümliche Weichheit und Biegsamkeit erhält. Sein nächster Verwandter lebte während der Bildung der Schreib-Kreide und wurde von Woodward als *Echinothuria floris* beschrieben.

Es dürfte kein Zweifel obwalten, dass das Wasser der „kalten Area“ einem Zweige des kalten Stromes entspricht, welcher von Spitzbergen gegen die Nordsee gerichtet ist. Bedenkt man nun aber die Thatsache, dass auch unter dem Aequator in großer Tiefe geringe Temperaturgrade gefunden wurden, dass die arctische und antarctische Fauna viele Formen gemeinsam haben, dass diese auch unter dem Aequator in den größeren Tiefen gefunden wurden, ja dass dieselben Formen auch in den Abgründen des großen Oceans gefunden wurden, so dürfte nun auf einen unmittelbaren Zusammenhang der arctischen und antarctischen Fauna in den Tiefen des Oceans geschlossen werden. Dies ist aber nicht für alle Formen der Fall. Viele der für die kalte Area bezeichnenden Arten findet man außerhalb derselben nicht wieder, wonach von Wyville Thomson auf ein Verschwinden des arctischen Stromes als solchen zwischen der Faröerbank und der Hebriden geschlossen wurden.

Im Sommer des Jahres 1870 wurde unter der Leitung von Dr. Carpenter und Gwyn Jeffreys die vierte Kreuzung unternommen und zwar längs der französischen, spanischen und portugiesischen Küste bis Gibraltar, längs der Nordküste von Africa über Algier und Tunis nach Malta und der Ostküste von Sicilien, durch die Meerenge von Messina bis zum Stromboli. Auf den ersten Theil der Reise bis Gibraltar entfallen 38 Sondirungen in Tiefen von 300 bis 1095 Faden, wobei viele neue Thierarten aufgefunden wurden, sowie solche, die bis dahin nur fossil aus den jüngeren Tertiärablagerungen von England, Sicilien und Calabrien bekannt waren.

Einer der interessantesten Schleppnetzzüge wurde unter dem 40^o. nördl. Breite nahe der portugiesischen Küste gemacht (in einer Tiefe von 994 Faden), er förderte eine gar mannigfaltige Gesellschaft zu Tage. Es waren im Ganzen nicht weniger als 186 verschiedene Arten, davon waren 91 als lebend bekannt, 24 stimmten mit fossilen Formen überein, 71 Arten aber waren vollständig neu. Von den 186 Arten waren 34 als nordische zu bezeichnen. Einer der schönsten Funde war der *Pentacrinus Wyville Thomsoni* Jeffr, der in mehreren Exemplaren frei im Schlamme liegend gefunden wurde.

Während des zweiten Theiles der Reise (im Mittelmeere) wurden an 24 verschiedenen Punkten Untersuchungen angestellt und bis 1700 Faden tief sondirt und gedredht. Das merkwürdigste Ergebnis der Forschungen im Mittelmeer ist die auf das beste constatirte Thatsache, dass im Mittelmeer in größeren Tiefen das animalische Leben auffallend rasch abnimmt, so dass Tiefen über 1400 Faden wirklich vollkommen azoisch zu sein scheinen. Diese auffallende Thatsache, welche bis auf die Tiefenangabe vollkommen mit der Forbes'schen Untersuchung im ägäischen Meere im Einklange stünde, suchte Carpenter durch den Umstand zu erklären, dass der Boden des Mittelmeerbassins tiefer liege als die Bodenschwelle an der Straße von Gibraltar und in Folge dessen die tieferen Wasserschichten des Meeres, von der allgemeinen Circulation ausgeschlossen, eine stagnirende Wassermasse darstelle. Uebrigens scheinen die Verhältnisse nirgends vollkommen unvereinbar mit der Existenz von thierischen Wesen zu sein, da von allen Punkten einige lebende Organismen heraufgebracht wurden. (So selbst aus 1412 Faden Tiefe eine große Menge von Mollusken: *Nucula quadrata* und *pumila*, *Leda* sp. *Verticordia granulata*, *Trochus gemmulatus*, *Rissoa subsoluta*, *Natica affinis*, *Pleurotoma carinatum*, *torquatum* und *decussatum* und einige andere.)

Unter allen Expeditionen, welchen die Untersuchung der Meeres-tiefen zur Aufgabe gestellt war, ist die nach dem Namen des Expeditionsschiffes sogenannte „Challenger-Expedition“ weitaus die bedeutendste.

Der „Challenger“ oder Herausforderer, eine Schraubencorvette von 2300 Tonnen, wurde von der englischen Admiralität ausgerüstet und stand bis vor Kurzem unter dem Befehl des Capitäns Nares, während die wissenschaftliche Leitung in den Händen des Professors Wyville Thomson liegt. Die wissenschaftliche Ausstattung lässt in keiner Beziehung etwas zu wünschen übrig.

Indem man 16 von den 18, 68pfündigen Geschützen entfernte, wurde Raum für zoologische und chemisch-physikalische Laboratorien geschaffen und ein Dunkelraum für einen Photographen hergestellt. Das

Hauptdeck wird von den Schleppnetz- und Sondirungs-, sowie photometrischen und thermometrischen Apparaten, einem Aquarium und verschiedenen größeren Maschinen, Winden u. dgl. vollauf eingenommen.

Nachdem der Challenger am 21. December 1872 nicht unter den günstigsten Witterungsverhältnissen Portsmouth verlassen hatte, segelte er nach Lissabon und Gibraltar, von hier nach Madeira und den Canarischen Inseln, von Teneriffa quer durch den atlantischen Ocean nach den kleinen Antillen (Sombbrero und St. Thomas). Von hier über die Bermuda-Riffinseln nach Halifax und wieder zurück nach Bermuda, von wo aus die Atlantis ein zweites Mal und zwar längs der projectirten Kabel-Linie durchquert wurde bis zu den Azoren, nach Madeira und den Cap Verdischen-Inseln. Dieser Theil der Reise erforderte die Zeit bis August 1873. Nun wurde der Ocean zum dritten Mal in südwestlicher Richtung durchschifft und hiebei der Aequator bei der Insel St. Paul überschritten und Bahia (in Brasilien) berührt. Von hier über Tristan da Cunha nach dem Cap wurde die Atlantis zum vierten Male durchzogen.

Die ganze Reise von England bis zum Cap ist eine ununterbrochene Kette der merkwürdigsten und interessantesten Forschungen, welche ich, soweit sie sich unmittelbar auf das Meer und seine Abgründe beziehen, berücksichtigen werde.

An der Südwestspitze der pyrenäischen Halbinsel unweit vom Cap St. Vincent senkte man ein großes Netz bis in die Tiefe von 600 Faden und brachte einige Fische herauf (zu *Macrourus* und *Mugil* gehörig), die durch die Ausdehnung der, in ihrem Körper eingeschlossenen, dem hohen Druck entzogenen Luft aufgebläht waren, dass sie zu platzen drohten; die Augen waren wie große Kugeln hervorgetrieben.

Auch in größeren Tiefen (1090, 1525 und 2125 Faden) wurde mit Erfolg das Schleppnetz angewendet.

Bei dieser Gelegenheit wurde aus 1090 Faden Tiefe auch ein gigantischer (zu den Amphipoden gehöriger) Krebs (aus der Familie *Hyperina* verwandt mit *Phronima*) heraufgebracht, dessen Augen bemerkenswert waren: zwei große facettirte Lappen erstreckten sich über den ganzen vorderen Theil des Kopfbruststückes, wie die Augen von *Aeglina* unter den silurischen Trilobiten. Das Exemplar war $3\frac{1}{2}$ “ lang und erinnert an die alten Eurypteriden.

Aus 2125 Faden Tiefe wurden mehrere Kieselchwämme emporgebracht, darunter auch zwei von *Euplectella aspergillum*, dem Venus-Blumenstrauss von den Philippinen, kaum zu unterscheidende Kieselgerüste. Die spanische Form ist nur weicher als die aus Asien stammende. Im Bereiche der Tangwiesen wurde auf der Fahrt nach Sombbrero aus

einer Tiefe von 1900 Faden (3477 Meter) ein höchst merkwürdiger Krebs zu Tage befördert. Er heißt *Deidamia leptodactyla* R. v. S. und besitzt auch nicht eine Spur von Augen, ja nicht einmal die Stiele derselben, die bei anderen blinden Krebsen meist vorhanden sind, so bei der *Ethusa granulata* aus dem Seichtwasser von 110—370 Faden Tiefe. Aus der Mammuthhöhle in Kentucky kennt man gleichfalls einen blinden Kruster (*Astacus pellucides*), doch sind auch hier die Stiele vorhanden. Die Sache gewinnt dadurch an Interesse, dass man aus gleich großen Tiefen auch Krebse mit vollkommen entwickelten Augen kennt. Das ist bei der *Munida* der Fall. Wozu besitzt dieses Thier in den dem Sonnenlichte vollkommen entzogenen Tiefen die Augen? Hier haben wir es wol wieder mit einem Falle von Anpassung an die Verhältnisse zu thun, vielleicht dass bei allmählicher Abnahme des Lichtes und Anpassung an immer kleinere Lichtmengen die Augen endlich wirklich empfindlich werden für das mild dämmerige märchenhafte Licht der phosphorescirenden Meeresbewohner?

Wenige Tage nach diesem Funde fischte man viele eigenthümliche Tangbündel auf; sie zeigten sich durch eine leimartige Substanz verbunden und enthielten Eier von Fischen; es waren die Nester eines grotesk gestalteten kleinen Fisches (*Antennarius marmoratus*) eines der wenigen Beispiele für eine Art von Brutpflege bei den Fischen.

Nördlich von St. Thomas wurde in $19^{\circ} 41'$ n. Br. und $65^{\circ} 7'$ W. L. die grösste bisher sicher gemessene Tiefe mit 3875 Faden gefunden. Der Sondirungsapparat (Hydrasinker) war mit 3 Ctr. beschwert. Beide mitgegebenen Thermometer waren zerbrochen, das eine vollkommen zersplittert, das zweite nur zersprungen. Und doch waren es Instrumente, welche auf einen Druck von 80 Ctr. (4 Tonnen) pr. \square “ geprüft waren. Unweit St. Thomas wurde auch zum ersten Male auf dieser Reise der merkwürdige Wurzelkrinoid (*Rhizocrinus lofotensis*) gefunden.

Doch lassen Sie uns nun dem Challenger auf seiner Forschungsreise weiter folgen.

Vom Cap der guten Hoffnung ging es, nachdem die Agulhasbank (Tiefe 100 bis 150 Faden) vielfach untersucht und die Uebereinstimmung vieler häufiger Thierformen mit solchen im nordatlantischen Ocean, an den Küsten von Britanien und Scandinavien festgestellt war, nach Südosten in ein unwirtlicheres Gebiet. Die Marion-, Prinz-Edward-, Crozet-Inseln und Kerguelen-Land wurden untersucht (bei Prinz-Edward's-Insel 1375 Faden, zw. dieser Insel und Crozet 1600 Faden). Der Meeresboden ergab die schönste Uebereinstimmung mit der Nordatlantis, der reinste Kalkschlamm Boden wurde constatirt, der überhaupt jemals gefunden worden ist. Ueber die Macdonald-Inseln wurde die Eisgrenze

des südlichen Eismeereres erreicht und trotz wiederholtem Herantreten der Gefahr, von den antarktischen Eisbergen ¹⁾ zerdrückt oder zertrümmert zu werden, wurden Sondirungen und Schleppnetz-Arbeiten nicht unterlassen. Dabei sank die Temperatur derart, dass Metall-Werkzeuge vor Kälte nicht benützt werden konnten.

Am Wege nach Australien wurde ebenfalls Kalkschlamm gefunden, in 1800 Faden Tiefe. Australien wurde im März 1874 erreicht und Sydney in der Mitte des Monates Mai verlassen. Für die weitere Reise, über welche uns nur wenige Nachrichten zugegangen sind, ist folgender Weg vorgeschrieben: über Neu Seeland, Neu-Caledonien und Neu-Guinea in die Sunda-See (Arufura, Timor, Java und Celebes sollen berührt werden). Manilla soll im November verlassen werden, um über Neu-Britannia, den Salomon- und Palau-Inseln nach Japan zu gelangen, von wo im März 1875 quer durch den stillen Ocean nach der Vancouver Insel (Nord-Amerika) und von hier bis Ende 1875 nach Valparaiso gestrebt werden soll. Von hier würde durch die Magelhaens-Strasse über die Falklands-Inseln, Rio Janeiro und Ascension nach England zurückgekehrt, wo für Mitte 1876 die Ankunft erwartet wird.

Am Schluß dieser historischen Ueberschau sollen auch die deutschen Unternehmungen nicht übersehen werden. Wie es bei uns eine Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der Adria gibt, so besitzt Deutschland eine solche für die deutschen Meere. Dieselbe hat ihren Sitz in Kiel und hat sich die Untersuchung der Ost- und Nordsee, sowie der verbindenden Meeresstrassen zur Aufgabe gemacht und eine Reihe höchst wichtiger Untersuchungen angestellt. Als jüngstes Unternehmen Deutschlands in Beziehung auf das Studium der Meere seien die hydrographischen Arbeiten der „Gazelle“ auf ihrer Fahrt nach Kerguelenland erwähnt, des Schiffes, welches die Expedition zur Beobachtung des Venusdurchganges nach dem Ort ihrer Bestimmung brachte, auf ihrem Wege es aber nicht unterliess, eine Anzahl höchst wichtiger Untersuchungen anzustellen, auf welche ich noch bei einer anderen Gelegenheit zurückkommen werde.

¹⁾ Hier sei erwähnt, dass Capitän Nares berichtet, die Eisberge seien alle frei von Steinen und Schutt gefunden worden, obwohl das Schleppnetz Massen von Steintrümmer heraufbrachte, welche offenbar aus südlichen Breiten stammen müssen. — Die einzige diese Erscheinung erklärende Annahme wäre wol die, dass die Schuttmassen in den unteren Theilen der Eisblöcke eingeschlossen sein müssen, es wurde sogar die Meinung ausgesprochen, dass es wahrscheinlich sei, dass viele der beladenen Eisberge in Folge des schwereren Stein-Materiales sich im Wasser umdrehen und die ursprünglich obere Seite nach abwärts kehren.

Bei den Tiefsee-Untersuchungen wurden vor Allem die Meerestiefen mit Sondirungswerkzeugen untersucht, außerdem aber auch die Beschaffenheit des Meeresgrundes selbst, sowie die daselbst vorkommenden organischen Wesen, und die am Grunde, sowie in den verschiedenen Tiefen herrschenden Wärmeverhältnisse in Betracht gezogen.

Das einfachste Sondirungswerkzeug ist das Senkblei, ein an einem graduirten Faden hängendes Gewicht, der Zug desselben hört in dem Augenblicke des Aufstoßens auf den Boden auf. Man wendet dabei für Tiefen bis zu 1500 Meter einen circa 60 cm. langen und 80—120 Pfd. schweren prismatischen Bleiblock an, den man, um zugleich eine Probe des erreichten Bodens heraufzubringen, mit einer dicken Talgschichte überzieht. Für die gewöhnlichen Schiffahrtszwecke ist diese Vorrichtung sehr von Nutzen, für größere Tiefen aber unbrauchbar, da das Gewicht viel zu klein ist, um das Loth schnell und vertikal in die Tiefe zu ziehen, und oft von Meeresströmungen weit abgezogen werden kann, auch erfährt man nicht ob das Loth den Boden erreicht hat oder nicht. Alle die älteren Tiefenangaben leiden unter diesen Fehlerquellen und sind deshalb höchst verdächtig. So berichtete Lieutenant Berryman in der Mitte des atlantischen Oceans bei 39000' (12360 Meter) keinen Grund gefunden zu haben. Denham will im südatlantischen Ocean bei 46000' (14588 Meter) und Parker in derselben Gegend selbst bei 50000' (15923 Meter) keinen Grund erreicht haben.

Alles Mögliche und Erdenkliche wurde versucht: Ericson construirte ein Loth, in dem eine Luftsäule dem Wasserdruck ausgesetzt wurde, um aus der Grösse des Druckes die Tiefe zu bestimmen. In größeren Tiefen aber wurde das Instrument entweder zerbrochen oder zeigte nur höchst unsicher. Bauer in New-York benützte das Princip der Schiffschraube. Eine Schraube wurde als Loth verwendet und mit einem Uhrwerk versehen, welches die Umdrehungen markirte. Für geringe Tiefen ganz trefflich; aus größeren Tiefen aber ist es nie heraufgebracht worden, die Leine zerriss: durch geschickte Auslösung und Zurücklassen der Schraube am Meeresboden könnte dieses Instrument auch noch für größere Tiefen verwendbar werden. Auch der galvanische Strom wurde vorgeschlagen, die Tiefe sollte in 100 Faden Angaben telegraphisch gemeldet werden. Der sinnreiche Apparat erwies sich leider viel zu complicirt. Ein alter Seecapitän schlug einen sogenannten Torpedo vor, der beim Berühren des Bodens explodiren sollte, aus der Schallgeschwindigkeit und der Erscheinung der Gasblasen an der Oberfläche sollte die Tiefe ausgerechnet werden. Für ganz geringe Tiefen hat der Amerikaner C. B. Hunt einen sehr sinnreichen Tiefenbestimmer erdacht.

Ein starker luft- und wasserdichter Schlauch oder Sack wird mit Luft gefüllt und mit Gewichten beschwert in die Tiefe gesenkt und hinter dem Schiffe hergezogen. Die Luftmasse wird im Sacke in verschiedenen Tiefen verschieden stark zusammengepresst, der Druck pflanzt sich durch einen engen langen Schlauch fort, dessen oberes Ende mit einem Manometer derartig in Verbindung gesetzt wird, dass man die Tiefe unmittelbar ablesen kann. Durch Uebertragung wurde die Tiefe vom Apparate aus selbst auf Papier verzeichnet und so das Relief des Bodens förmlich portrairt. „Dieses non plus ultra von einer Sondirungsmethode,“ wie J. G. Kohl sagt, ist wie erwähnt nur für sehr geringe Tjefen verwendbar.

Nach solchen vergeblichen Versuchen kehrte man immer wieder zur alten, schon im 17. Jahrhunderte geübten Methode zurück, 32—64-pfündige Kanonenkugeln an einer dünnen Leine in die Tiefe zu senken. Nach Erreichen des Grundes wird die Leine abgeschnitten, um das zeitraubende und mühsame Heraufziehen zu ersparen. „Jedes Schiff der amerikanischen Flotte wird auf Verlangen des Capitäns mit einer hinreichenden Quantität Sondirleine versehen; diese ist genau von 100 zu 100 Faden mit Marken versehen und zu 10000 Faden (18300 Meter) auf eine Rolle gewunden.“ Das Auswerfen der Kugel muss von einem stillstehenden Boote aus geschehen, damit die Leine vertikal niedergezogen wird. Auf diese Weise wurde eine große Anzahl von Tiefseesondirungen vorgenommen, sie blieben aber zum Theile noch immer zweifelhaft. Durch die Reibung des Wassers an der Leine wird die Geschwindigkeit des Ablaufens allmählig und gesetzmässig vermindert, wodurch dem mit der Secundenuhr in der Hand beobachtenden Officier ein Mittel gegeben ist, den Moment, in dem die Kugel den Boden erreicht, an dem gleichmässig oder wenn Strömungen mit ins Spiel kommen schnelleren Ablauf der Leine zu bestimmen. In einer gewissen Tiefe aber kann der Fall eintreten, dass die Bewegung des Lothes vollständig aufgehoben wird. Bei 3000 Faden (5790 Meter) wird, wenn nicht ein viel bedeutenderes Gewicht angewendet wurde, die Sondirung unsicher. Die Einwirkung der Reibung suchte der Amerikaner Towbridge zu vermeiden, indem er auf das Loth ein längliches Hohlgefäss setzte, in welchem die Leine in Knäueln aufgewickelt ist, und sich beim Hinablassen in die Tiefe selbst abwickelt. Es gibt aber auch hier der Uebelstände noch immer genug.

Als später das Interesse an der Kenntnis der Bodenbeschaffenheit größer wurde, mußte man darauf bedacht sein, mehr heraufzuschaffen als an der Talgschmiere des Lothes haften blieb. Auch in dieser Beziehung wurden vielerlei Instrumente ersonnen, doch ist eine Vorrich-

tung, um eine Probe von einem Pfund Gewicht aus 2000 Faden herauf zu bringen, noch immer ein frommer Wunsch geblieben. Wir wollen nur die einfachsten und darum auch verwendbarsten Formen dieser Sondirungsapparate erwähnen:

Für geringe Tiefen wird das Schalenloth (Fig. 5) vortheilhaft angewendet, unterhalb des prismatischen Bleiloth's befindet sich an einer kurzen Stange eine mit der Spitze nach abwärts gekehrte, spitzkegelförmige Schale; beim Erreichen des Bodens füllt sie sich mit einer Probe; ein lederner scheibenförmiger Deckel verschließt die obere Oeffnung beim Heraufziehen des Apparates und verhindert dadurch das Auswaschen der Probe.

Um auch aus größeren Tiefen Proben heraufzubringen, wendet man entweder den Brooke'schen Sondirungsapparat oder neuerlich den von Baillie verbesserten „Hydra Sinker“ an. Das erstere Instrument (Fig. 3) besteht aus einer durchbohrten 64pfündigen Kanonenkugel, durch welche ein eiserner, am unteren Ende behufs der Aufnahme einer Probe etwas ausgehöhlter und mit Talg angestrichener Stab hindurch gesteckt wird. Derselbe besitzt am oberen Ende zwei bewegliche Arme, an welchen die Leine befestigt ist, während die Kugel durch eine Schnur oder ein Metallband an entsprechend angebrachten Einschnitten derselben aufgehängt ist. Sobald der Stab den Boden berührt, löst sich das Band los und die Kugel wird abgeworfen.

Dayman, der im Jahre 1857 behufs der Kabellegung den nordatlantischen Ocean sondirte, ersetzte die Eisenstange durch eine Röhre und brachte am unteren Ende derselben eine nach rückwärts sich öffnende Klappe an. Anstatt der Kugel verwendete er leichter herzustellende gußeiserne Cylinder, dadurch konnte er auch das Gewicht mit Leichtigkeit vergrößern oder verringern. Der Hydra Sinker (Fig. 4), so genannt, weil er auf J. M. S. Hydra beim Legen des Kabels durch den arabischen Golf verwendet wurde, unterscheidet sich nur wenig von dem so modificirten Apparate. Die Röhre ist $4\frac{1}{2}$ Fuß lang, misst $2\frac{1}{2}$ “ im Durchmesser und ist in mehrere, durch nach aufwärts sich öffnende Ventile getrennte Abtheilungen getheilt. Die untere mit einem Schmetterlingsventil versehene, dient zur Aufnahme der Bodenprobe, die anderen bringen das im Momente des Aufziehens enthaltene Grundwasser zu Tage. Die Auslösung erfolgt durch eine elastische Feder oder nach Baillie, weil die Feder wiederholt versagte, dadurch, dass der die Eisencylinder tragende Draht nur an zwei kleinen Stiften hängt und sobald die Röhre den Grund berührt, ausgehoben wird. Wird mit diesem Instrumente eine Sondirung in tiefer See vorgenommen, so beschwert man es in der Regel mit 4 Ctr. Gewicht (d. s. 8 gußeiserne Cylinder). Die jetzt in Anwendung

kommende Leine wird aus dem besten italienischen Hanf gemacht und ist um 15 % leichter als die früher gebrauchten. Hundert Faden (183 Meter) haben ein Gewicht von 23 Pfunden. Sie wird mit einem Gemenge von Wachs und Oel (zu gleichen Theilen) wohl eingeschmiert, wodurch, wegen verminderter Reibung, wie die Versuche ergaben, 17 bis 20 Procent der Zeit erspart werden. Als Beispiel sei erwähnt, dass bei einer Sondirung im Golf von Biskaya der Sinker schon nach 33 Min. 35 Sec. die Tiefe von 2435 Faden (4456 Meter) erreichte, während das Heraufziehen der Leine mit der Sondirungsröhre mit Hilfe einer Dampfmaschine von 12 Pferdekraft circa 4 Stunden in Anspruch nahm. Man sieht hieraus, wie viele Zeit solche Untersuchungen in Anspruch nehmen. Es gibt auch einige andere Sondirungswerkzeuge, so z. B. noch das Fitzgerald'sche Instrument, welches bei der Lightning-Expedition in Verwendung kam, in grösseren Tiefen aber nicht angewendet wird.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass uns auch die Bestimmung der mittleren Meerestiefen auf einem ganz anderen Wege wenigstens annähernd möglich ist. Nach den Untersuchungen von J. Scott Russell („Report on Waves 1845“) hängt nämlich die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der lunaren Fluthwelle von der Tiefe ab. Darnach berechnete man die Tiefe des Canals zwischen Plymouth und Bologne auf 180 Fuß (56 Meter), die mittlere Tiefe der Atlantis beträgt nach der ungeheuren Geschwindigkeit der Fluthwelle von circa 600 Kilometer pr. Stunde, 4800 Meter, also gegen 15000 Fuß, was etwas größer ist als die genauen Sondirungen ergeben haben. Für den pacifischen Ocean fand man auf gleiche Weise 6400 Meter oder circa 20000 Fuß. Auch diese Angabe dürfte etwas zu gross angenommen sein. Durch genaues Studium der großen Erdbebenfluth im pacifischen Ocean vom 13.—18. August des Jahres 1868 konnte Prof. von Hochstetter für eine ganze Reihe von Linien die mittleren Tiefen berechnen. *) Diese wurde z. B. für die Linie Arica-Honolulu auf 2882 Faden = 5274 Meter berechnet. Die

*) v. Hochstetter gibt auf Seite 47 seiner Abhandlung (LVIII. Bd. der Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissensch. November Heft) folgende Daten: Auf dem Wege

von Arica nach Valdivia (längs der Küste	1190 Faden =	2178 Meter
„ „ „ Chatam in einer Entfern. von	5520 Seemeil.	1912 Faden = 3499 Mt.
„ „ „ Lyttelton (Neu-Seeland)	6120 „	1473 „ = 2695 „
„ „ „ Rapa in einer Entfernung	4057 „	1933 „ = 3537 „
„ „ „ Newcastle (Austalien) „ von	7380 „	1501 „ = 2747 „
„ „ „ Apia (Samoa Arch.) „	5760 „	1891 „ = 3260 „
„ „ „ Honolulu (Sandw. Arch.)	5580 „	2882 „ = 5274 „

(1 Seemeile = 6075·6 engl. Fuß = 1·853 Kilometer.)

gefundenen Zahlen stimmen mit den vorigen bisher sicher sondirten Tiefen *) auf das beste überein und „scheint aus diesen Zahlen hervorzugehen, dass der Pacifiche Ocean seine größte Tiefe in den Aequatorialgegenden hat, und dass diese Tiefe sowohl gegen Norden, wie gegen Süden hin abnimmt.“

Im vorigen Jahrhundert galt die Ansicht des geistreichen französischen Geographen Buache ziemlich allgemein: dass die Gebirge der Continente unter dem Wasser auf der Sohle der Oceane fortstreichen und durch Inseln, Klippen und Untiefen die Richtung ihrer Kämme zu erkennen geben, dass also das Meer gerade ebenso Berg und Thal besitze wie das Land. Der Phantasie war freies Spiel gegeben. Man dachte an steil aufragende Gebirgssysteme und Tafelländer mit Thälern, Abgründen und Klüften aller Art und vergaß ganz, dass der Boden des Oceans nicht Gegenstand der kämpfenden Kräfte ist, deren unausgesetzter Thätigkeit die trockene Oberfläche alle ihre Erscheinungsformen verdankt. Es fehlte jede positive Angabe, und Humboldt konnte im Kosmos noch mit vollem Rechte schreiben: „Die Tiefen des Ocean's und des Luftmeeres sind uns beide unbekannt.“ Wie bald hat sich dies geändert! Heute können wir schon getrost und ohne Uebertreibung sagen: der Boden des nordatlantischen Beckens ist uns in Bezug auf seine orographische Gestaltung, die daselbst herrschenden physikalischen Vorgänge, die Verbreitung des animalischen Lebens, ja selbst der streng geologischen Beschaffenheit genauer bekannt, als es weite Districte der Festländer bis zur Stunde sind.

(Fortsetzung folgt.)

*) In derselben Abhandlung sind Seite 47 und 48 folgende sondirte Tiefen angegeben:

In 31° N., 131° W. v. Gr.	2600 Faden
„ 28° 30' N., 133 W. v. Gr.	2000 „
„ 21° 30' N., 144 W. v. Gr.	2500 „

Aus Herschel's Phys. Geographie:

in 58° 46' N., 168° 18' Oe. v. Gr.	2700 Faden
„ 13° S., 162° Oe. v. Gr.	2150 „

Nach Petermann (der grosse Ocean etc. 1857 pag. 27):

in 30° 25' S., 161° 58' Oe. v. Gr.	919 Faden	(Denham)
„ 33° 32' „ 167° 40' „	400 „	(Ross)
„ 52° 10' „ 135° 55' „	1440 „	(Ross)
„ 63° 47' „ 151° 34' „	1700 „	(Ross)



