

Die Tiefen der See.

Von

PROF. DR. FRANZ TOULA.

Mit einer Kartenskizze und einer Tafel.

Vortrag, gehalten am 16. December 1874.

Obwohl das Meer, von Schleiden mit vollem Rechte „die Geburtsstätte des Lebens“ genannt, fast drei Viertel der ganzen Erdoberfläche bedeckt (6,812.000 □ M. von 9,282.600 □ M.) blieb es doch in Bezug auf die in seinen Tiefen herrschenden physikalischen und biologischen Verhältnisse bis in die jüngste Zeit fast gänzlich unbekannt.

Eine Art von heiliger Scheu scheint den Wissensdurst der Menschen von einem eingehenden Studium der für unergründlich gehaltenen Tiefen zurückgehalten zu haben.

Ein geheimnissvoller Zauber umgab den allumfassenden, landumgürtenden Ocean.

Diese Stimmung kann nicht besser bezeichnet werden als es Schiller gethan hat:

„Es freue sich
Wer da lebet im rosigen Licht!
Da unten aber ist's fürchterlich,
Und der Mensch versuche die Götter nicht,
Und begehre nimmer und nimmer zu schauen!
Was sie gnädig bedecken mit Nacht und Grauen.“

Da liegt des Räthsels Lösung: „Und der Mensch versuche die Götter nicht!“

Das Verdienst, die Basis zu einer erfolgreichen wissenschaftlichen, auf erkannten Thatsachen begründeten Untersuchung der physikalischen Verhältnisse des Meeres geschaffen zu haben, gebührt einem Amerikaner, dem verstorbenen Director des National-Observatoriums zu Washington, M. F. Maury, dessen „Segeldirectionen“ und „physische Geographie des Meeres“ Werke von höchster Bedeutung sind.

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 sie bei alleinigem Gebrauche der Segel nachher in nur 160 Tagen zurückgelegt, also mehr als ein Drittel der Zeitdauer erspart.

Wir wollen das Gebiet unserer Betrachtungen beschränken und nur die Verhältnisse der Tiefen der Oceane ins Auge fassen.

In einer bestimmten Tiefe sollten, so war bis vor Kurzem die allgemeine Meinung, Zustände eigenthümlicher Art bestehen, verschieden von den an allen anderen Theilen der Erde herrschenden. Der Boden des Meeres sollte eine Einöde in vollkommenster Finsterniss sein, einer derartigen Pressung ausgesetzt, dass keinerlei Leben bestehen könne.

Diesbezügliche Untersuchungen wurden erst in diesem Jahrhunderte angestellt.

Edward Forbes, einer der originellsten Naturforscher seiner Zeit, stellte 1843, gestützt auf eine grosse

Reihe von besonders im ägäischen Meere angestellten Beobachtungen, die Ansicht auf, dass in einer Tiefe unter 300 Faden kein organisches Wesen mehr bestehen könne.

Seine hohe Autorität verschaffte dieser Ansicht die allgemeinste Aufnahme bei Zoologen, 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 nur im geringsten widersprach.

Bald tauchten jedoch neuere Beobachtungen auf, wodurch die Anschauungen wesentlich verändert wurden.

Dazu trugen vor Allem die gründlichen Vorarbeiten behufs der Legung der Telegraphenkabel in den verschiedenen Meeren bei.

Die mehr weniger zufälligen Ergebnisse waren derartig auffallend, dass die englische Admiralität auf Ansuchen der Royal Society in immer grossartigerem Masse drei Expeditionen zur systematischen Tiefsee-Untersuchung ausrüstete und zwar im Jahre 1868 den „Lightning“ (der Blitz), in den Jahren 1869 und 1870 den Dampfer „Porcupine“ (das Stachelschwein) und endlich die bedeutendste derartige Unternehmung, die Challenger-Expedition, welche am 21. December 1872 England verliess, gegenwärtig in den chinesischen Gewässern weilt und erst im Jahre 1876 zurückerwartet wird.

Der „Lightning“ untersuchte das Gebiet zwischen Schottland und den Faröer Inseln. Die Untersuchungen

zeigten in allen Tiefen (die tiefste Stelle liegt 650 Faden unter der Oberfläche) ein überreiches animalisches Leben; eine Menge der merkwürdigsten Thiere wurden zu Tage befördert und gefunden, dass ihre Verbreitung hauptsächlich von der Wassertemperatur abhängig sei.

Das merkwürdigste Ergebniss war der Nachweis zweier, der Temperatur nach auffallend verschiedener Wassermassen in derselben Tiefe, dicht neben einander, die warme und die kalte Area genannt, erstere mit 5—6° C., die letztere mit einer Temperatur unter 0° bis zu —1°, 1 C.!

Diese Beobachtungen wurden durch die Porcupine-Expedition vollständig bestätigt, die Untersuchungen aber auch auf das Meer im Süden und Westen von Irland, auf das Meer längs der Küste von Frankreich, Spanien und Portugal, sowie die westliche Hälfte des mittelländischen Meeres ausgedehnt.

In Bezug auf das Mittelmeer wurde die Thatsache constatirt, dass hier das animalische Leben in grösseren Tiefen auffallend rasch abnimmt, so dass der Meeresgrund unter 1400 Faden wirklich azoisch, das heisst ohne thierisches Leben zu sein scheint, was mit den Forbes'schen Angaben aus dem ägäischen Meere bis auf die Tiefen recht gut übereinstimmt, und von Dr. Carpenter, einem der Gelehrten der Expedition, dadurch erklärt wurde, dass das Mittelmeer durch die Bodenschwelle der Meerenge von Gibraltar von der allgemeinen oceanischen Circulation ausgeschlossen sei.

So ziemlich in dieselbe Zeit fallen die Tiefsee-Untersuchungen an der nordamerikanischen Ostküste, welche, durch Agassiz angeregt, vom Grafen Pourtalès ausgeführt wurden, wodurch die geologische Beschaffenheit des Meeresgrundes dieser Küsten bis zu einer Meerestiefe von 700 Faden festgestellt werden konnte.

Eine grosse Menge der interessantesten Thierformen wurde dadurch ans Licht gezogen. Leider ist ein grosser Theil der Sammlungen bei dem fürchterlichen Brande, durch den Chicago in Asche gelegt wurde, mit zerstört worden. —

Der „Challenger“, d. h. der Herausforderer, segelte nach Lissabon und Gibraltar, von hier nach Madeira und die canarischen Inseln, von Teneriffa quer durch den Ocean nach den kleinen Antillen.

Von hier über die Bermuda-Riffinseln nach Halifax, und wieder zurück nach Bermuda, von wo aus der atlantische Ocean ein zweites Mal durchquert wurde bis zu den Azoren, nach Madeira und den capverdischen Inseln. Nun wurde derselbe zum dritten Male durchschifft und dabei der Aequator bei St. Paul überschritten.

Von Bahia aus über Tristan da Cunha nach dem Cap der guten Hoffnung wurde der Atlantic zum vierten Male durchzogen.

Die ganze Reise von England bis zum Cap war eine ununterbrochene Kette der merkwürdigsten und interessantesten Forschungen, auf welche wir noch zurückkommen werden.

Vom Cap ging es über die Marion, Prinz Edwards-Crozet-Inseln und Kerguelenland gegen die antarktischen Eismassen und von dort nach Australien. Von Sidney geht der vorgeschriebene Curs nach Neu-Seeland, Neu-Guinea, über die Sunda-Inseln und die Philippinen nach Japan, sodann 'quer durch den stillen Ocean nach der Vancouver-Insel, längs der amerikanischen Küste, durch die Magelhaensstrasse, und über Rio Janeiro und Ascension nach England zurück, wo die Expedition bis Mitte 1876 zurück erwartet wird.

Bei den Tiefsee-Untersuchungen werden vor Allem die Meerestiefen mit Sondirungswerkzeugen untersucht, ausserdem aber auch die Beschaffenheit des Meeresgrundes selbst, 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.

Für gewöhnliche Schifffahrtszwecke ist diese Vorrichtung sehr von Nutzen, für grössere Tiefen aber unbrauchbar, da das Gewicht (80—120 Pfund) zu gering ist, um das Loth schnell und vertical in die Tiefe zu ziehen und oft von Meeresströmungen weit abgezogen wird; auch erfährt man nicht mit Sicherheit, ob der Boden erreicht worden ist oder nicht.

Man hat alles Mögliche versucht um ein verlässliches Sondirungswerkzeug zu schaffen. Ericson setzte eine Luftsäule der Pressung durch die darüber stehende

Wassermasse aus, Baur in New-York benützte das Princip der Schiffsschraube und bestimmte nach der Anzahl der Umdrehungen die Tiefen. Beim Aufziehen zerriss jedoch in der Regel die Leine. Durch geschickte Auslösung und Zurücklassung der Schraube könnte dieses Instrument immer noch brauchbar werden.

Auch der galvanische Strom wurde angewendet, der Apparat war aber viel zu complicirt.

Ein alter Seecapitän schlug einen Torpedo vor: der bei der Explosion beim Auffallen auf dem Boden erzeugte Schall und die aufsteigenden Gasblasen sollten das Erreichen des Bodens ankündigen, die dabei ver rinnende Zeit aber die Tiefe anzeigen.

Der Amerikaner C. B. Hunt benützte einen mit Luft gefüllten, luft- und wasserdichten Sack der mit Gewichten beschwert hinab gesenkt wird. Die verschieden starke Pressung sollte die Tiefe registriren. Für sehr geringe Meerestiefen ganz vorzüglich, eignet sich der Apparat für grössere leider ganz und gar nicht.

Man kehrte nach allen diesen Versuchen zu der alten Peilungsmethode, die schon im 17. Jahrhunderte geübt wurde, wieder zurück.

Eine 32- oder 64pfündige durchbohrte Kanonenkugel wird an einer dünnen Leine versenkt und nach dem Erreichen des Bodens, um das Aufziehen zu ersparen, die Leine durchschnitten.

Auf diese Weise wurde eine sehr grosse Anzahl von Sondirungen angestellt, welche aber in vielen Fällen noch immer sehr zweifelhaft sind.

Als später das Interesse an der Kenntniss der Bodenbeschaffenheit grösser wurde, musste man darauf bedacht sein, eine genügend grosse Bodenprobe heraufzubringen. Für geringe Tiefen wird das einfache Schalenloth (Fig. 5) mit Vortheil angewendet: unterhalb des prismatischen Bleiloths befindet sich an einer kurzen Stange eine mit der Spitze nach abwärts gerichtete kegelförmige Schale, welche sich beim Erreichen des Bodens mit einer Probe füllt und mit einem ledernen Deckel beim Aufziehen verschliesst; wodurch das Auswaschen der Grundprobe verhütet wird.

Um aus grösseren Meerestiefen Proben zu erhalten wendet man entweder den Brooke'schen Sondirungsapparat oder neuerlich den durch Baillie verbesserten Hydra-Sinker an. Das erstere Instrument (Fig. 3) besteht aus einer durchbohrten 64-pfündigen Kanonenkugel, durch welche ein eiserner am unteren Ende behufs der Aufnahme einer Bodenprobe etwas ausgehöhlter und mit Talg bestrichener Stab hindurchgesteckt wird. Am oberen Ende besitzt er 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.

Daymann ersetzte 1857 die Stange durch eine Röhre mit einem nach oben sich öffnenden Schmetterlingsventil, die Metallkugel aber durch leichter anzufertigende gusseiserne Cylinder.

Der Hydra-Sinker (Fig. 4), so genannt weil er auf dem beim Kabellegen im arabischen Golf thätigen Schiffe gleichen Namens angewendet wurde unterscheidet sich nur wenig von dem so modificirten Instrumente.

Die Auslösungsvorrichtung besteht in einer starken elastischen Feder oder nach Baillie, weil diese mehrmals versagte, aus zwei kleinen Stiften, welche den die Cylinder tragenden Draht beim Berühren des Bodens loslassen. Die $4\frac{1}{2}$ Fuss lange Röhre nimmt am unteren Ende eine Bodenprobe durch ein Schmetterlingsventil auf, ausserdem ist noch eine Vorrichtung angebracht um Bodenwasser herauf zu schaffen. Zu dem Zwecke sind Oeffnungen in der Röhre vorhanden, welche beim Hinabsinken das Wasser frei hindurch lassen, beim Berühren des Bodens und beim Heraufziehen aber, durch Kegelveile sich schliessend, eine Grundwasserprobe zurückhalten. Die Röhre wird mit 3—4 Ctr. Gewicht (in Form von je 50 Pfd. schweren Eisencylindern) beschwert.

Die angewendete Leine besteht aus italienischem Hanf und ist mit Wachs und Oel gut eingelassen, um die Reibung möglichst zu vermindern. Um einen Begriff von der Zeitdauer solcher Untersuchungen zu geben sei als Beispiel erwähnt, dass bei einer Sondirung im Golfe von Biskaya der Sinker schon nach 33 Minuten und 35 Sekunden die Tiefe von 2435 Faden erreichte, während das Heraufwinden der Leine mit der Sondirungsröhre, mit Hülfe einer Dampfmaschine von 12 Pferdekraft, circa vier Stunden in Anspruch nahm.

Hier sei erwähnt, dass auch die Fluthwelle zur Bestimmung der Meerestiefen im Allgemeinen angewendet werden kann, da nach den Untersuchungen J. Scott Russel's die Geschwindigkeit der lunaren Fluthwelle von der Meerestiefe abhängt. Darnach bestimmte man die Tiefe des Canals zwischen Plymouth und Bologne auf 56 Meter, die mittlere Tiefe des atlantischen Oceans würde 15.000 Fuss, die des grossen Oceans aber circa 20.000 Fuss betragen. Beide Angaben dürften nur etwas Weniges zu gross sein.

Durch genaues Studium der grossen Erdbebenfluth im pacifischen Ocean (vom 13.—18. August 1868) konnte Prof. von Hochstetter für eine ganze Reihe von Linien die mittleren Tiefen berechnen; so ergab beispielsweise die Rechnung für die Linie Arica-Honolulu 2882 Faden. Die gefundenen Zahlen stimmen mit den wenigen bisher sicher sondirten Tiefen sehr gut überein und scheint daraus hervorzugehen, dass der pacifische Ocean seine grösste Tiefe in den Aequatorial-Gegenden haben dürfte, und dass diese Tiefe sowohl gegen Norden, wie gegen Süden hin abnimmt.

Im vorigen Jahrhunderte 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 erkennen lassen.

Der Phantasie war freier Spielraum 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 trocken gelegte Oberfläche der Erde die meisten ihrer Erscheinungsformen verdankt.

Es fehlte jede positive Angabe und Humboldt konnte im Kosmos noch mit vollem Rechte schreiben: „Die Tiefen des Oceans 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 in Bezug auf seine geologische Beschaffenheit genauer bekannt, als es weite Districte der festen Erde zur Stunde sind.

Unzählige Tiefsee-Sondirungen setzen uns in den Stand Schichtenlinien (Linien gleicher Meerestiefen) zu verzeichnen und uns in grossen Zügen ein Bild von der Oberflächengestaltung zu entwerfen. (Siehe die Karte). Die mittlere Tiefe des nordatlantischen Oceans beträgt etwas über 12.000 Fuss (circa 3800 Meter), eine Tiefe gleich der höchsten Höhe des bedeutendsten Hochlandes von Asien, aber von fast 30mal so grosser Fläche!

Das atlantische Becken ist eine ungeheure Längenfurche, welche in nordsüdlicher Richtung in die feste Erdkruste eingegraben ist und sich von Pol zu Pol erstreckt,

eine uralte Depression, die im mittleren und südlichen Theile vielleicht schon seit der Juraformation ununterbrochen von den Fluthen des Weltmeeres erfüllt ist.

In der arktischen See wurden westlich von Spitzbergen Tiefen über 2000 *) Faden gemessen; südlich davon erhebt sich ein weites Plateau bis circa 500 Faden unter dem Meeresspiegel gelegen, durch welches Spitzbergen, Island, die Faröer-, Shetland- und übrigen britischen Inseln mit Norwegen und Frankreich verbunden sind.

Westlich von Irland sinkt der Meeresboden im Allgemeinen bis zu 2000 Faden, eine Tiefe, welche nach Westen hin bis nach Neufundland anhält und nur an wenigen Punkten übertroffen wird.

Es ist dies das sogenannte Telegraphen-Plateau.

Ein circa 130 Meilen weites und 2000 bis 2500 Faden tiefes Thal zieht sich, nahe an der Südwestküste von Irland beginnend, längs der Küsten von Europa und Afrika bis gegen die capverdischen Inseln, wo es sich mit einem, aus dem südatlantischen Becken nach Norden streichenden, viel breiteren Thale vereinigt. Das letztere, fast den ganzen südlichen und äquatorialen Theil der Kolossalfurche erfüllend, wendet sich nach Norden, zieht sich in einem ungeheuren Bogen an der amerikanischen Küste hin, erreicht hier nördlich von den Inseln Sombrero und St. Thomas die grösste bisher sicher sondirte Tiefe von 3875 Faden und lässt sich bis nach Grönland hin verfolgen.

*) Torell fand als grösste Tiefe 2650 Faden oder 15900 Fuss!

Hier zeigt sich eine Gabelung: ein Ast dringt in die Baffinsbai, der andere immer noch mit Tiefen von 1500 Faden zieht sich an der Ostküste von Grönland in das arktische Becken.

Zwischen diesen beiden Abgründen erhebt sich ein weiter, fast ebener, von 20⁰ nördl. Breite bis in die Breite von Irland reichender submariner Rücken, fast überall 1500 Faden unter dem Meeresniveau. Seine Culmination bildet die Vulcangruppe der Azoren, deren höchster Berg, der Pico, 2405 Meter hoch in die Wolken ragt, sich also circa 4000 Meter über die unterseeische Plateaufläche erhebt.

Unmittelbar südlich von den Azoren befindet sich ein mächtiger Einsturz, der wohl vulcanischen Ursprunges sein dürfte.

Ob auch im südlichen Theile des atlantischen Oceans zwei Thäler sich befinden ist nicht sicher bekannt.

Die später zu besprechenden Temperaturverhältnisse der Meerestiefen machen es aber wahrscheinlich, dass sich von St. Paul eine zusammenhängende Boden-erhebung bis Ascension und St. Helena hin ausdehnt. —

Viel spärlicher sind die Mittheilungen über Sondirungen im indischen, antarktischen und pacifischen Ocean.

Eine Anzahl höchst werthvoller Angaben aus dem südlichen Theile des indischen Oceans verdanken wir dem Challenger. Es sind verhältnissmässig nur geringe Tiefen gefunden worden, welche mit den Tiefen in gleichen nördlichen Breiten ziemlich übereinstimmen, wodurch

die Annahmen von ganz aussergewöhnlichen Meeres-tiefen auf der südlichen Hemisphäre auf ein bescheideneres Mass zurückgeführt werden.

Auch dem grossen Ocean rückt man allgemach auf den Leib.

Im vorigen Jahre wurde durch den amerikanischen Dampfer Tuscavora die Linie von der Vancouver-Insel bis Unalaskha, einer der Aleuten, sondirt und in diesem Jahre die Untersuchungen bis nach Japan ausgedehnt. (Es handelt sich um eine neue Telegraphenlinie.) Dabei wurden die grössten Tiefen, 4000 bis gegen 5000 Faden (4655 Faden) nahe bei Japan selbst gefunden, also ebenfalls nördlich vom Aequator wie im atlantischen Ocean, wieder in der Nähe der Ostküste eines Continentes und in der Nachbarschaft eines ausgezeichnet vulcanischen Gebietes, so dass man versucht wird, an ungeheure Einstürze, in Folge der Thätigkeit der unterirdischen Mächte, zu denken.

Man gab sich nicht zufrieden damit, die Tiefen der Oceane zu bestimmen und kleine Proben herauf zu bringen. Nachdem man gefunden hatte, dass das animalische Leben in den Tiefen nicht erloschen sei, sondern in einer sogar ungeahnten Ueppigkeit bestehe, wollte man mehr davon ans Licht bringen.

Zu diesem Zwecke versuchte man das zuerst von Forbes bei grösseren Untersuchungen benützte Schleppnetz oder Scharnetz, auch Dragge, Dredge oder Dredsche genannt, für die grössten Tiefen anzuwenden. Dasselbe besteht aus einem eisernen Gestänge und einem mit

scharfen Rändern versehenen eisernen Rahmen, an dem das feinmaschige innen ausgefütterte Netz befestigt ist. (Fig. 2.)

Um auch zartere Thiere unzerbrochen herauf zu befördern, wendete man bei der Porcupine-Expedition eine Anzahl von Hanfbündeln mit Erfolg an, welche an einer langen Stange am Schleppnetz befestigt sind. (Fig. 1.) Auf diese Weise wurden auch die zartesten Gebilde wie Seesterne und Seelilien, Kieselschwämme und Krebse vollkommen unverletzt herauf gebracht.

„Die Plünderung des Meeresbodens mit dem Schleppnetz (sagt Haeckel) ist ein Jagdvergnügen von ganz eigenem Reize, wenn auch oft Geduld und Kräfte stark auf die Probe gestellt werden. Die Aufregung und der Eifer des dredschenen Zoologen sind nicht geringer wie die eines Goldgräbers.“

Dabei wird manchmal die Erwartung bitter getäuscht. Diess ist schon für geringe Tiefen nicht erfreulich, bei grossen aber, wo die Arbeit stundenlang andauert, um so unangenehmer.

Auf dem Challenger wird die Dredschung vom grossen Raa aus vorgenommen. An diesem ist eine Rolle befestigt, über welche ein starkes Zugseil läuft, das an dem einen Ende die für das Schleppnetzseil bestimmte Rolle trägt, an dem anderen Ende aber mit dem sogenannten Accumulator oder Ansammler in Verbindung steht.

Dieser besteht aus einer grösseren Anzahl starker Kautschukschnüre, an deren veränderter Ausdehnung

man den Moment erkennt, wenn das Netz den Boden berührt.

Das Schleppnetz wird über Bord geworfen und sinkt unter seinem eigenen Gewichte; nachdem 300 Faden abgelaufen sind befestigt man ein entsprechendes Gewicht von zwei bis drei Centner (am besten einen Hydra-Sinker), um das Sinken zu beschleunigen. Das Netz wird sodann längere oder kürzere Zeit hinter dem Schiffe nachgezogen.

Bei einer Tiefe von 2740 Faden währte z. B. das Wiedereinziehen des $2\frac{1}{2}$ Zoll dicken Seiles vier und eine halbe Stunde, das Netz war mit Schlamm gefüllt, der nach mehrstündigem aufmerksamen Sieben drei, sage drei kleine Muschelschalen und zwei winzige Moosthierchen-Colonien lieferte!

Sie werden zugeben, dass ein gutes Stück selbstverleugnender Hingabe nothwendig ist, um nicht entmuthiget zu werden. Dafür kommen aber wieder Züge zu Tage, überreich an Schätzen aller Art, die Herzen der Forscher erfreuend und für Schleppzüge schlimmerer Art entschädigend.

Die zahlreichen zu Tage beförderten Bodenproben haben die Mittel geboten Karten nach Art der geologischen Karten des Festlandes zu entwerfen.

Delesse, ein hervorragender französischer Geologe, hat die Resultate der Tiefsee-Untersuchungen zuerst zu einer „Lithologie des Bodens der Meere“ verarbeitet und uns mit einer neuen Art von Karten bekannt gemacht, auf welchen durch verschiedene Farben die ver-

schiedenartige mineralogische Beschaffenheit der submarinen Felsgebilde und der modernen Ablagerungen auf dem Meeresgrunde bezeichnet ist. Dabei wurden hauptsächlich nur die Küsten berücksichtigt.

Ich habe es versucht (siehe beiliegendes Kärtchen), die von Delesse gegebenen Darstellungen mit den neueren Untersuchungsergebnissen auf der offenen See sowohl wie an den Küsten zu verbinden.

An dieser Stelle soll auch eines, wenn auch negativen Resultates der Tiefsee-Sondirungen gedacht werden.

Es betrifft die von Herrn Dr. Möhr aufgestellte Ansicht über die Entstehung der Steinkohlen aus Seetangen, welche Vielen von Ihnen, meine hochverehrten Anwesenden, bekannt geworden sein dürfte. *)

Den abgestorbenen Tangpflanzen, der in verschiedenen Theilen der Océane, so z. B. mitten im grossen Wirbel des Golfstromes nördlich vom Aequator vorkommenden, weitausgedehnten Tangwiesen, sowie verschiedenen anderen durch Strömungen herbeigeführten Pflanzen wurde eine Anlage zu Steinkohlenbildung zugemuthet.

Bedenkt man, dass unter den 800 bis jetzt aus der productiven Steinkohlenformation bekannt gewordenen Pflanzenarten keine einzige Meerespflanze vorkommt, nie auch nur eine Spur einer solchen gefunden worden ist, dass die spärlichen Thierreste nur Süsswasserthiere

*) Prof. K. Engelhard: Die Entstehung der Steinkohlen. XIV. Bd. d. Vereinsschriften, pag. 29—77.

und nie und nimmer Meeresthiere sind, so sieht man klar, dass es zum mindesten etwas gewagt war, ohne jede thatsächliche Begründung eine neue Hypothese aufzustellen; dass dies auch unnöthig war, werde ich vielleicht ein anderes Mal näher zu erörtern Gelegenheit haben.

Dadurch dass die Tiefsee-Sondirungen sowie die zahlreichen Schleppnetzzüge bis jetzt an keiner Stelle des atlantischen Oceans auch nur eine Spur einer Ansammlung des mit so grosser Sicherheit angenommenen Tangmoders geliefert haben, dürfte die Haltlosigkeit der Hypothese für's erste gezeigt worden sein. —

Zu den wichtigsten und zur Lösung der verschiedensten Fragen unentbehrlichsten Untersuchungen gehören die der Temperaturverhältnisse in den verschiedenen Meerestiefen. Auch in dieser Beziehung wurde erst durch die neueren Untersuchungen Licht verbreitet.

John Herschel sprach noch im Jahre 1861 die Meinung aus, das Meerwasser müsse unter einer gewissen Tiefe durchaus die Temperatur von 4^0 C. zeigen.

Ueber die wirklich bestehenden diesbezüglichen Verhältnisse der Meerestiefgründe konnten uns wieder nur zahlreiche, möglichst verlässliche Untersuchungen belehren.

Dazu werden in neuerer Zeit bei den englischen Unternehmungen Thermometer angewendet, deren Verlässlichkeit nichts zu wünschen übrig lässt.

Es sind von Casella, nach dem Plane W. A. Miller's, construirte Maximum- und Minimum Instrumente,

welche vor ihrer Benützung einem Drucke von 4 Tonnen, d. h. 80 Ctr. pr. □“, ausgesetzt werden.

Das durch den Lightning erzielte merkwürdige Resultat habe ich schon erwähnt. Die beiden so verschiedenen temperirten Wassermassen stehen einander sehr nahe, und ist das kalte Wasser offenbar arktischen Ursprunges, während das warme von Süden stammt.

Interessant sind die im Mittelmeerbecken herrschenden Temperaturverhältnisse: Es zeigt sich hier auf das Bestimmteste das Bestehen eines auffallenden Gegensatzes zwischen dem atlantischen Oceane und dem Mittelmeer. Während man in Letzterem von 100 Faden abwärts bis zu 1500 Faden, fast constant $12\frac{1}{2}^{\circ}$ C. fand, zeigt das atlantische Meer eine allmälige Temperaturabnahme bis zu 750 Faden, sodann ein schnelleres Sinken um je einen Grad Celsius für 100 Faden bis zu 1000 Faden Tiefe, wo $3\cdot6^{\circ}$ C. angetroffen wurden, am Grunde aber, in 2450 Faden Tiefe, fand man weithin gleichbleibend $2\cdot4^{\circ}$ C., so dass die weitaus grössere Hälfte des Meerwassers als durch Beimischung von kaltem polaren Wasser abgekühlt erscheint.

Ganz ähnliche Gegensätze fanden sich zwischen dem arabischen und rothen Meere, und zwischen dem chinesischen Meere und der von einem Insel- und Klippenwalle umgebenen Sulu-See.

Durch die Strasse von Gibraltar strömt oben warmes Oberflächenwasser aus dem atlantischen Ocean in das Mittelmeer, während in der Tiefe kälteres und dichter Wasser hinausströmt.

Ganz ähnliche Gegenströmungen finden sich auch im „Quellgebiete des Golfstromes“, dieses merkwürdigsten unter den Strömen der Oceane. Am Grunde fließt ein kalter Strom über das Wehr von Bimini in den mexikanischen Golf, während näher der Oberfläche die warme Wassermasse hinausstürzt.

Die Challenger-Expedition hat auch in dieser Beziehung bisher die gründlichsten Aufschlüsse gegeben.

Man befestigt an der Sondirungsleine 7—10 Miller-Casella'sche Thermometer in gleichen Abständen. Dabei misst man nur bis zu 1500 Faden und am Meeresgrunde, weil die Erfahrung ergeben hat, dass die Abnahme der Temperatur in den tiefsten Schichten eine ausserordentlich langsame und geringe ist.

Das Hauptresultat ist, dass das Meer fast seiner ganzen Masse nach kalt ist, dass nur der oberflächliche Theil von der Sonne durchwärmt ist, dass der südatlantische Ocean kälter ist als der nordatlantische und dass unter dem Aequator die erwärmte Wasserschichte der Oberfläche dünner ist als irgendwo sonst.

Die genauen Bestimmungen der Grundwassertemperaturen haben den Capitain des „Challenger“, Nares, zu der Ueberzeugung gebracht, dass aus dem südlichen atlantischen Ocean das kalte Wasser über den Aequator bis zu den Azoren und in den Golf von Biskaya sich ausdehnt, dass also das kalte Grundwasser auch eines grossen Theiles der nördlichen Hälfte des atlantischen Oceans antarktischen Ursprunges ist, wodurch (wie schon im Off. Berichte über die Porcupine Exp. angeführt wurde) die

Uebereinstimmung der Tiefseetemperaturen des nördlichen pacifischen Oceans mit jener des nordatlantischen Meeres sich erklären lässt.

Diese Beobachtungen wurden an Bord des deutschen Expeditionsschiffes „Gazelle“ auf der Fahrt nach Kerguelenland vielfach ergänzt.

Die Beobachtungsreihen führten zu der Annahme, dass die Grenzen zwischen den arktischen und antarktischen Kaltwassermassen unter 35⁰ n. Br. (wenigstens für den 17⁰ bis 18⁰ w. L.) liegen müsse, womit die auf dem Challenger angenommene Grenzlinie zwischen Bermuda und den Azoren ganz gut übereinstimmt.

Dadurch wurde eine neue wichtige Beobachtungsweise erfolgreich eingeleitet, durch deren Verfolg noch viele, bis zur Stunde nicht scharf und genau genug bekannt gewordene Erscheinungen ihre sichere Erklärung finden werden.

So wird z. B. die Frage nach der Ursache der Meeresströmungen im Grossen und Ganzen wohl durch den Hinweis auf Temperaturverschiedenheiten und die in Folge dessen unaufhörlichen Ausgleichsbestrebungen und den Einfluss der Erdrotation beantwortet, genaue Feststellungen werden aber erst durch fortgesetzte genaue Temperaturbeobachtungen ermöglicht werden.

Die Grössenverhältnisse zwischen den kalten und den erwärmten Wassermassen zeigen, dass die letzteren, trotz der ungeheuren Ausdehnung der Meere, in den Aequatorial-Gegenden gegen die ersteren in einem argen Missverhältnisse stehen.

Dass die kalten Wassermassen nicht in viel auffallenderer Weise auftreten können, danken die warmen Ströme und mit diesen auch wir den glücklichen Dichtigkeitsverhältnissen des Meerwassers, das sich wohl oberflächlich sehr bedeutend erhitzen, aber nur wenig abkühlen lässt, indem, wenn auch das unter dem Gefrierpunkte liegende Dichtigkeitsmaximum (nach C. v. Neumann bei -4° , 7364 C. nach Despretz bei -3° , 67 C.) erreicht werden kann ohne dass die schützende Eisdecke sich bildet, diese denn doch ein zu arges Abgekühltwerden stets erfolgreich verhütet.

Die abgekühlten Wassermassen sammeln sich in den tieferen Regionen an, und diese dürften überall eine nur mässige Kälte zeigen, wie die bisherigen Untersuchungen deutlich beweisen.

Natürlich ist wieder, dass die kalten Wassermassen auf der südlichen Hemisphäre, bei der viel grösseren der Abkühlung dargebotenen Wasserfläche, viel grösser sein müssen als auf der nördlichen Erdhälfte, weshalb auch der Einfluss des antarktischen Wassers sich bis weit über den Aequator, bis gegen, oder über den 35° nördl. Breite geltend macht.

Die überwiegende kalte Wassermasse wird aber jedenfalls im Grossen und Ganzen in einem ungemein langsamen longitudinalen Fortschreiten begriffen sein und ihre Hauptäusserung in einem allmäligen Ausgleichen mit den obersten, warmen Schichten bestehen.

Nur in den oberen Partien aber, in den über der sogenannten „neutralen Region“ gelegenen Theilen des

Wasserkörpers, dürften die schnelleren Ausgleichungen vor sich gehen, welche wir als Strömungen bezeichnen.

Lassen sie uns nun auch das **Thierleben** und die Bedingungen welche in den Meerestiefen regulirend auf dasselbe einwirken etwas näher betrachten.

„Aeusserlich minder gestaltenreich als die Oberfläche der Continente,“ so sagt Humboldt im Kosmos (I. 330), „bietet das Weltmeer bei tieferer Ergründung seines Innern vielleicht eine reichere Fülle des organischen Lebens dar, als irgendwo auf dem Erdenraum zusammen gedrängt ist.“

Und Darwin sagt in der Beschreibung seiner See-reisen: „Die Wälder des Festlandes sind lange nicht so sehr von Thieren belebt wie die Wälder des Meeres“.

„Man muss selbst am Meere gewesen, selbst zwischen den von der Ebbe entblösten Klippen umhergekrochen sein und das Gewimmel der buntesten und seltsamsten Thiere, das dichte Gebüsch der Seetange gesehen haben, deren Oberfläche zum Theil dicht mit Muscheln, Bryozoen und Polypen bedeckt ist, zwischen denen sich die zahllosen kleinen Fische, Würmer, Mol-lusken und Andere durchwinden, um den Lebensreichthum des Meeres begreifen zu können.“

Was das Meer dem Forscher versprach, hat es wahrlich reichlich gehalten.

Freilich ist es, wie wir gesehen haben, noch nicht so lange her, dass man auch in die Tiefen drang und

ausser den an der Oberfläche hausenden, auch die, die Abgründe der Oceane bevölkernden Lebewesen in Betracht zog.

Edward Forbes, von dessen Verdiensten um die Kenntniss der Meerestiefen wir schon gesprochen haben, wies nach, dass sich die Bevölkerung der Meere nach der Tiefe hin zonenweise ändere, ähnlich so wie wir dies beim Aufsteigen an Gebirgen beobachten können.

Forbes unterschied vier solche Tiefenzonen:

1. die Littoralzone zwischen den Grenzen von Ebbe und Fluth;

2. die Laminarienzone von der unteren Grenze der Ebbe bis zu 15 Faden Tiefe. Die verschiedensten Tange bilden oft grandiose unterseeische Wälder in denen sich das üppigste Thierleben findet;

3. bis zu 50 Faden Tiefe, die sogenannte Korallenzone, und

4. die Zone der Tiefsee - Korallen in noch grösseren Tiefen.

Die Zahl und Mannigfaltigkeit der Lebewesen nimmt rasch ab; je weiter man in die Tiefe vorschreitet, um, wie Forbes annahm, einer weiten Region, ohne jede Spur von Lebenserscheinungen Platz zu machen.

Die ungeheure Pressung durch die mächtige Wassersäule, der Mangel an Licht und der damit im Zusammenhange stehende Mangel an vegetabilischer Nahrung, die beständige Ruhe des Wassers in grossen Tiefen und die dort herrschende niedere Temperatur, sollten jedes Leben ausschliessen. (Der Druck beträgt schon in

1000 Fuss Tiefe 31·3 Atmosphären, d. h. 434 Pfund auf einen Quadrat-Zoll!)

Trotz alledem aber müssen die Verhältnisse in den Tiefen der Meere ganz ähnliche sein, wie bei uns am Grunde des Luftoceans. Wir ertragen ein Steigen des Barometers um einen Zoll, d. h. eine Druckzunahme um fast 10 Ctr. auf unseren Körper ohne eine Beschwerde zu empfinden.

Die in den Geweben der Tiefseethiere enthaltene Luft wirkt ebenfalls erfolgreich der Pressung entgegen.

Der Mangel an Licht bedingt aber auf jeden Fall das Aufhören des pflanzlichen Lebens.

Schon in 50 Meter Tiefe macht das Tageslicht einer sanft rothgelben Dämmerung Platz, in 200 Meter Tiefe herrscht für unsere Augen vollständige Nacht. Bei 400 Meter Tiefe fehlt in Folge dessen das vegetabilische Leben vollständig.

Da nun in diesen Tiefen, trotz des Mangels an vegetabilischer Nahrung ein überreiches animalisches Leben besteht, so muss es auch dafür eine Erklärung geben.

Wallich nahm daher an, dass gewisse Thiere die Kraft haben müssen, unorganische Substanzen (Wasser, Kohlensäure und Ammoniak) zu zersetzen und daraus organische Substanzen zu erzeugen, also zu assimiliren, welcher Ansicht auch Haeckel beipflichtet und nur noch einen Schritt weiter geht, indem er logisch schliesst, dass die einfachsten jener Wesen aus unorganischer

Substanz, also auf ungeschlechtlichem Wege durch Urzeugung entstehen dürften.

W. Thomson dagegen nimmt an, dass die Unmenge von zersetzter organischer Substanz in Form unsichtbar kleiner Theilchen vertheilt, eine, wie sich Haeckel ausdrückt, „homöopathisch verdünnte Brühe“ bilde, welche durch den ganzen gallertartigen Körper der niederen Organismen der Tiefe fortwährend aufgenommen und zum Aufbau ihres Körpers verwendet würde.

In Tiefen unterhalb 3000 Meter scheint das Leben für das unbewaffnete Auge erstorben zu sein. Mit Zuhilfenahme des Mikroskopes enthüllt sich uns jedoch ein ganz anderes Verhalten.

Eine mächtige Decke überzieht den Meeresboden. In dieser finden sich niedrig organisirte Wesen in solcher Menge, dass der ganze Boden als lebendig bezeichnet wurde.

Das Ganze ist ein, nun schon in allen Meeren nachgewiesener feinkörniger Brei von blass graubrauner Farbe, zäh, klebrig „wie dickflüssiger Honig“.

Es ist der von Huxley sogenannte Bathybius-schlamm (Fig. 6. Bathybius von „in der Tiefe lebend“), ein, wie er annimmt, lebendiger Schlamm. Huxley, Wallich, Carpenter, W. Thomson und Haeckel studierten ihn und überzeugten sich von seiner wahren organischen Natur.

Es ist eine vollkommen strukturlose Schleimmasse. Ein Viertel bis ein Drittel des ganzen Schlammes besteht aus dieser organischen, eiweisshältigen, an den Urschleim

Oken's erinnernden Substanz. Sie stimmt in ihren Eigenschaften vollkommen mit dem Protoplasma, dem Inhalte der lebensfähigen Pflanzenzellen überein. In derselben vertheilt finden sich kleine, oft sehr zierliche und mannigfaltig geformte Körperchen in ungeheurer Anzahl.

Meist sind es winzige Scheibchen aus kohlensaurem Kalk, Kernkörperchen, Coccolithen genannt, Ausscheidungsproducte des Bathybius, davon unterschied ihr Entdecker Huxley die Scheibensteine oder Discolithen (Fig. 9), das sind concentrisch geschichtete einfache Kalkscheibchen, und die Napfsteine oder Cyatholithen (Fig. 10, 11) aus zwei innig verbundenen Scheibchen bestehend, von Haeckel recht treffend mit Manschettenknöpfchen verglichen. Neben diesen einzelnen Kalkkörperchen fand Wallich hin und wieder kugelförmige aus vielen Scheibchen bestehende Kernkugeln oder Cocosphären. (Fig. 8.)

Ausserdem finden sich die etwas grösseren Kalk- und Kieselgerüste, der ebenfalls der Hauptmasse nach aus gallertartigem Protoplasma bestehenden, Wurzelfüßer oder Rhizopoden.

Diese scheiden entweder ein- bis vielkammerige, von unzähligen kleinen Oeffnungen siebartig durchbrochene Kalkschalen ab und werden Mono- und Polythalamien, auch Foraminiferen genannt, oder bilden aus Kieselerde bestehende, oft überaus zierliche Gerüste zum Schutze und zur Unterstützung der weichen Körpermasse. Letztere werden Strahlrhizopoden oder Radio-

larier genannt, z. B. die aus einer doppelten Gitterkugel bestehende und mit sechs radialen Stacheln besetzte *Haliomma* (Fig. 20).

Auch einzelne Kieselzellen von Diatomeen finden sich im Bathybiusschlamm eingebettet.

Die Letzteren sowie die Radiolarier dürften ausschliesslich an der Oberfläche des Meeres leben und ihre Schalen erst nach dem Absterben auf den Meeresgrund gelangen. Vom Bathybius und den Foraminiferen aber wurde bis vor Kurzem ziemlich allgemein angenommen, dass sie wirkliche Meeresgrundbewohner seien.

Wir wollen auf diese Frage bald zurückkommen. Unter den Polythalamien ist besonders die Gattung *Globigerina* weit verbreitet. Viele kugelförmige, spiralig um eine Axe angeordnete Kammern charakterisiren sie (so die aus allen Meeren bekannte ungemein häufige *Globigerina bulloides*. Fig. 13).

Durch die zahlreichen feinen Poren werden von dem lebenden Thiere kleine Schleimfäden, die sogenannten Scheinfüsschen oder Pseudopodien hindurchgestreckt, mittelst welcher es sich kriechend bewegt, sich durch erfassen der Nahrungstoffe ernährt und — empfindet.

Neben den *Globigerinen* finden sich, freilich seltener, die *Textilarien* (Fig. 14) mit zweizeiligen Kammern, die spiralgige *Cornuspira* (Fig. 15), die scheibenförmigen, mit einem scharfen Kamme umsäumten *Cristellarien* (Fig. 16), die vielgestaltigen *Polymorphinen* (Fig. 17), ausserdem *Rotalinen* (Fig. 18), *Truncatulinen* und die dreikammerigen *Triloculinen*. (Fig. 19).

Als häufigstes Beispiel der Monothalamien sei die kugelförmige *Orbulina universa* d'Orb. (Fig. 12) erwähnt.

Haeckel bezeichnet alle diese Gebilde als Urwesen (Protisten) und stellt sie als Zwischenglieder zwischen die Thiere und Pflanzen. Am tiefsten in dieser Reihe stellt er die Moneren, wohin er z. B. den *Bathybius* rechnet.

„Die Moneren,“ sagt Haeckel, „liefern den unwiderleglichsten Beweis dafür, dass die Lebenserscheinungen nicht an einen maschinenartigen Körper gebunden sein müssen, sondern an eine bestimmte chemische Constitution der Materie, das formlose Protoplasma.“

In neuester Zeit ist in Bezug auf diese niedersten Lebewesen eine Beobachtung von höchster Bedeutung von Wyville Thomson mitgetheilt worden.

Herr Murray, einer der Gelehrten am Bord des *Challenger*, machte es sich zur Aufgabe das Meer in verschiedenen Tiefen (bis zu 150 Faden), mit eigens eingerichteten Schleppnetzen, nach seinen Bewohnern zu durchforschen.

Er kam dabei zu der Ueberzeugung, dass die, die Hauptmasse des Tiefseeschlammes zusammensetzenden Globigerinen und Orbulinen alle nur nahe an der Oberfläche oder doch nur in geringen Tiefen leben, und erst nach ihrem Tode langsam zu Boden sinken.

Ein Vergleich der in den oberen Schichten schwimmend in grossen Mengen angetroffenen Globigerinen mit den aus dem Kalkschlamm heraufgebrachten zeigte die bestimmtesten Unterschiede und liess keinen weiteren

Zweifel bestehen, dass die Letzteren obwohl häufig noch mit Gallerte erfüllt — alle todt sind!

Für einige weniger häufige Gattungen ist dies jedoch noch nicht ausgemacht und ist immer noch möglich, dass gewisse Foraminiferen wirklich am Meeresboden leben, wie dies für so viele andere Thierformen sicher bekannt ist.

Hier sei auch an eine höchst interessante Entdeckung erinnert, welche Haeckel im Jahre 1867 in der Nähe von Lanzerote (einer der canarischen Inseln) gemacht hat.

Er fischte dort eine neue Radiolarier-Gattung in grösserer Anzahl auf, welche er *Myxobrachia*, d. h. Schleimarm, nannte. Es sind $\frac{1}{2}$ Zoll lange, nahe an der Oberfläche schwimmende Gallertklümpchen mit einem oder vielen herabhängenden, aus Gallerte bestehenden Armen, in deren knöpfchenförmigen Enden sich bei stärkerer Vergrösserung Kalkconcretionen entdecken liessen, welche den Cocolithen und Cocosphären des *Bathybius* derartig ähnlich sind, dass eine Unterscheidung unmöglich ist.

Dieses merkwürdige Wesen ist (Fig. 7) neben dem *Bathybius Haeckeli* abgebildet.

Diese Uebereinstimmung könnte immerhin die Frage aufwerfen lassen, ob nicht etwa der *Bathybius* doch nichts Anderes sei als eine Ansammlung todter Protoplasmamasse, von ähnlichen Organismen stammend wie die *Myxobrachia Haeckel's*?!

Doch lassen Sie uns nun auch andere interessante Lebewesen betrachten, denen wir am Grunde der See begegnen.

Vor allen sind die Spongien oder Schwämme zu besprechen.

Darunter ist die zu den Kiesel- oder Glas-Schwämmen gehörige *Hyalonema lusitanicum* B. d. Bor. (Fig. 25) die merkwürdigste.

Dieser Spongit besteht aus 200 bis 300 30—40 Cm. langen, spiralig gedrehten Glasfäden, deren oberer Theil in eine lederbraune Schwammmasse eingebettet ist, während die unteren Enden im Schlamm stecken und so den Schwammkörper tragen dürften. Dadurch, dass die Glasfäden mit kleinen schmarotzenden Polypen bedeckt sind, wurde die richtige Erklärung dieses Gebildes sehr erschwert. Zuerst wurde es von Siebold an der Küste von Japan gefunden, neuerlich aber auch an der portugiesischen Küste entdeckt, wo es die Fischer die Seegeisel nennen.

Von den Tiefsee-Korallen sei die *Lophohelia prolifera* (Fig. 24), eine vielfach verästelte, auch aus den Tertiär-Gebirgen fossil bekannte Form, genannt, weil sie sich an so vielen Punkten vorgefunden hat. (Von 150 bis 500 Faden Tiefe, von den schottischen und irländischen Küsten, den Faröer-Inseln, von der Porcupinebank und aus dem mittelländischen Meere.)

Viel interessanter sind noch die Stachelhäuter der Tiefe und unter diesen wieder die Crinoiden oder Seelilien, welche seit den ältesten Formationen der

Erde in den Meeren häufig waren. Sie wurden im Mittelalter der Erde (der Mesozoischen Epoche) im Kampfe ums Dasein besiegt und in Folge dessen immer seltener, fristeten aber trotzdem in der Abgeschlossenheit der „schwarzen“ Abgründe ihr einsames Dasein. Bis vor Kurzem waren nur zwei Arten aus den westindischen Meeren bekannt.

Dazu gesellen sich nun schon einige neue Arten.

So der schöne *Pentacrinus Wyville Thomsoni* Gw. Jeffr. Jede Seelilie besteht aus einem Stiel und der, aus dem Kelch und den meist nach der Fünzfzahl angeordneten Armen, bestehenden Krone.

Der Stiel ist aus vielen einzelnen Gliedern zusammengesetzt, welche bei unserer Form deutlich fünfkantig sind. An demselben sind von Stelle zu Stelle fünf bewegliche Ranken angebracht.

Eine sehr schöne Form entdeckte der Norweger Sars (der Jüngere) bei den Lofoten in 300 Faden Tiefe und nannte sie *Rhizocrinus lofotensis*. (Fig. 22.) Der Stiel ist lang, die Stengelglieder würfelbecherartig, am unteren Ende treten wurzelartige Verzweigungen auf, woher auch der Name Wurzelcrinoid stammt; damit ist das Thier am Grunde festgeankert. Der Kelch ist trichterförmig, die Arme einfach mit gegliederten Anhängen versehen.

Die Bewegungen dieses Liliensternes wurden an einem Exemplare beobachtet, welches bei Barbadoes gefunden wurde.

Agassiz beschreibt sie als ungemein langsam, auf ein allmähiges Auseinanderbreiten und wieder Zusammenlegen der gefiederten Arme beschränkt.

Die Tiefsee-Untersuchungen werden uns gewiss noch mit gar vielen merkwürdigen Thierformen bekannt machen.

An dieser Stelle soll auch der wichtigen Untersuchungen des Meerwassers in grossen Tiefen in Bezug auf die Vertheilung der Gase gedacht werden. Von der Vertheilung der Gase ist ja die Möglichkeit des thierischen Lebens mit abhängig.

Im Allgemeinen nimmt mit der Tiefenzunahme der Sauerstoffgehalt ab, der Kohlensäuregehalt aber zu.

Der Kohlensäurereichthum und die Sauerstoffabnahme stehen in einem innigen Zusammenhange mit der stärkeren oder schwächeren Bevölkerung der Meeres-tiefen, so dass die Chemiker der Porcupine-Expedition aus dem Kohlensäure-Ergebnisse des Grundwassers mit Sicherheit die Quantität der durch das Schleppnetz heraufgeholtene Thiere voraussagen konnten.

Da bei dem Mangel jeglicher Vegetation ein Kreislauf der Gase, ähnlich so wie er an der Erdoberfläche stattfindet, nicht vor sich gehen kann, müssten die am Meeresgrunde sich häufenden Kohlensäuremengen den Respirationsprocess der Thiere endlich unmöglich machen, wenn nicht eine Diffusion der Kohlensäure nach aufwärts und des Sauerstoffes nach abwärts vor sich gehen würde.

Zum Schlusse erlauben Sie mir noch einen Vergleich zwischen der Beschaffenheit des Kalk- oder Globigerinenschlammes der Tiefseeegründe und der allbekannten Schreibkreide vorzuführen:

Wenn wir eine kleine Menge von reiner weisser Schreibkreide fein im Wasser vertheilen und ein Tröpfchen der entstandenen milchig trüben Flüssigkeit unter dem Mikroskope betrachten, so sehen wir im Gesichtsfelde neben einer Menge formloser winziger Kalkpartikelchen und vielen Bruchstücken von Globigerinenschalen zahlreiche kleine ovale oder kreisrunde Scheibchen, die mit den uns schon bekannten Coccolithen des Tiefseeschlammes auf das Vollständigste übereinstimmen.

Die Aehnlichkeit ist so gross, dass es auch einem geübten Mikroskopiker nicht leicht würde, eine Probe getrockneten Tiefseeschlammes davon zu unterscheiden.

Die chemische Untersuchung hat uns nun wol einige auffallende Unterschiede gezeigt. Während nämlich die Schreibkreide beinahe ausschliesslich aus kohlen-saurem Kalke besteht, finden wir im Tiefseeschlamm, neben verschiedenen anderen Beimengungen, einen bedeutenden Gehalt an Kieselerde.

Dieser Unterschied ist jedoch ebenfalls nicht stichhaltig.

Denn erstens sind die Kreideablagerungen nicht überall so rein wie z. B. auf der Insel Rügen oder auf der Südküste von England, und zweitens findet sich der Kieselerdegehalt reichlich in den, zwischen den Kreideschichten abgelagerten Feuersteinlagern aufgestapelt.

Die weisse Schreibkreide muss sich unter ganz ähnlichen Verhältnissen gebildet haben wie der Kalkschlamm in den Tiefen der Oceane.

Ganz ähnlich so verhalten sich auch viele andere noch viel ältere Ablagerungen.

Was müsste mit den unermesslichen Schlamm-massen, die den Meeresgrund bedecken, geschehen, um uns neue Kreidefelsen zu schaffen?

Denken wir uns, dass der Meeresboden sich im Laufe der Jahr-Millionen erhebe bis der Schlamm zu Tage trete, so wird dann in Folge der geologischen Vorgänge die Masse zu festem Gestein erhärten, und ein vorwiegend aus Polythalamischalen bestehendes Gebirge das Resultat sein.

Freilich kann der Gedanke an solche Vorgänge einigermassen kühn erscheinen, doch: müssen nicht auch die bis zu 16.500 Fuss Höhe gehobenen Nummuliten-Kalke von Tibet ebenfalls einmal unter den Fluthen des Meeres entstanden sein?

Die grosse Aehnlichkeit, welche zwischen den Ablagerungen in den Abgründen, besonders des atlantischen Oceans, und der weissen Schreibkreide besteht, führte schon im Jahre 1858 den hochberühmten englischen Naturforscher Huxley dahin, den Tiefseekalkschlamm geradezu als die „moderne Kreide“ zu bezeichnen.

W. Thomson führte diese Frage in seinem herrlichen Buche über „die Tiefen der See“ in eingehender Weise durch.

Er nimmt dabei an, dass in den Abgründen des atlantischen Oceans schon seit der Kreideformation, ja vielleicht schon von viel früher her, im Allgemeinen dieselben physikalischen Verhältnisse herrschen und deshalb die Ablagerungen im Grossen und Ganzen denselben Charakter haben dürften, von damals bis auf den heutigen Tag, so dass die Kreideformation auf dem Meeresgrunde eigentlich noch immer fortbesteht und auch noch so lange fortbestehen wird, als sich die gegenwärtig herrschenden Umstände nicht wesentlich verändern.

Die zwei Kolossalthalfurchen, welche den nordatlantischen Ocean durchziehen, müssten sich ja vorübergehend in trockenes Land verwandelt haben, was nicht leicht angenommen werden kann, sind sie doch circa 12.000 bis 15.000 Fuss tief. Wenn auch Oscillationen oder wenigstens Bodenhebungen seit jener Zeit nicht gefehlt haben, — haben doch Alpen, Karpathen, und Pyrenäen, obwohl sie schon während der Kreideperiode als Kettengebirge auf Inseln im Kreidemeere bestanden noch mächtige Erhebungen erfahren — so haben doch solche mehr oder weniger locale Veränderungen wenig zu bedeuten gegenüber den ungeheuren Räumen des Oceans.

Alpen, Karpathen und Pyrenäen in das nordatlantische Becken gestürzt, würden dessen Boden kaum um zwei Meter erhöhen.

Mehr als 2000 solche Massen wären erforderlich um das riesige Becken auszufüllen!

Eine einfache Rechnung ergibt, dass die ganze Festlandmasse von Europa und Nordamerika hineingestürzt, den Boden nur um 217 Meter erhöhen würde.

Um Vieles anders dürften die Verhältnisse sich vor und zum Theile während der mittleren und jüngeren Kreide gestaltet haben.

Ein Band von Kreidefelsen zieht sich nördlich vom Aequator über die Continente hin. Vor ihrer Erhebung über das Niveau des Meeres waren die Fluthen des atlantischen Oceans von jenen des pacifischen Oceans nicht getrennt. Der äquatoriale warme Wasserstrom konnte frei passiren, ohne eine Ablenkung nach Norden und Süden zu erfahren.

Dadurch ist auch für die längstbekannte Uebereinstimmung der Thierformen an beiden Seiten des amerikanischen Continentes die Erklärung gegeben.

Durch das Emporsteigen der aus Kreideschichten aufgebauten Landenge von Panama aber wurden im Grossen und Ganzen die bis zu dieser Stunde herrschenden physikalischen Verhältnisse eingeleitet.

Mit Wyville Thomson müssen wir annehmen, dass die jüngeren Tertiär-Ablagerungen, welche das Mittelmeerbecken umsäumen, im Seichtwasser an den Ufern eines fortdauernden Kreidemeeres entstanden seien und durch Hebung über den Spiegel desselben kamen.

Die Ränder des tertiären Meeres, welches einst in unserer Gegend, über unserem geliebten Wien fluthete, haben gegenwärtig eine Höhe von circa 400 Meter über dem Spiegel des mittelländischen Meeres und leben die

bei uns als „Versteinerungen“ sich so zahllos vorfindenden Thierarten zum grossen Theile noch heute, unter ähnlichen Umständen wie sie bei uns damals herrschten, in der Adria und den anderen Mittelmeerbecken fort.

Es muss also eine Hebung des Landes in diesem Betrage stattgefunden haben.

Eine abermalige Senkung des Landes in gleichem Ausmaasse vor sich gehend gedacht und — wo wir Freude und Leid in so mannigfaltigem Wechsel erfahren — herrschen wieder die Verhältnisse von damals, das Meer brandet am Kahlengebirge und ähnliche licht- und lautlose Vorgänge spielen sich auf unserem Grund und Boden ab (der sich dann wieder circa 250 Meter unter dem Meeresniveau befände), wie schon einst, oder wie noch heute am Grunde des Mittelmeeres.

Erklärung der Tafel.

1. Das Dretschnetz mit den Hanfbündeln.
2. Das gewöhnliche Austernnetz.
3. Der Brooke'sche Sondirungsapparat.
4. Die „Hydra“-Sondirungsmaschine („Hydra-Sinker“).
5. Das Schalenloth.
6. *Bathybius* mit eingebetteten Coccolithen. „Das Protoplasma, welches viele Discolithen und Cyatholithen enthält, bildet ein Netzwerk mit breiten Strängen“. (600 mal vergrössert).
7. *Myxobrachia pluteus*. Der an Echinodermlarven erinnernde „Schleimarm“ von Lanzerote (5malige Vergr.)
8. *Coccosphaera*, Kernkugel bei 650facher Vergrösserung.

9. *Discolith*, „Scheibensteinchen“ von der Fläche gesehen (1000malige Vergrößerung).
10. 11. *Cyatholithen*, „Napfsteinchen“, 10. halb von der Fläche der kleinen Scheibe, 11. von der Seite gesehen. (Vergrößerung: 1000.)
12. *Orbulina universa* d'Orb. $\frac{1}{2}$ Mm. im Durchmesser.
13. *Globigerina bulloides* d'Orb. $\frac{1}{2}$ Mm. im Durchmesser.
14. *Textilaria*, Foraminifere mit zweizeilig angereihten Kammern.
15. *Cornuspira*, spiralig gewundene Foraminifere.
16. *Cristellaria calcar var. cultrata* d'Orb. 3 Mm. im Durchmesser.
17. *Polymorphina lactea*. Walker und Jacob sp.
18. *Rotalia Soldanii* d'Orb. $\frac{1}{4}$ Mm. im Durchmesser.
19. *Triloculina gibba* d'Orb. $\frac{1}{2}$ " " "
20. *Polystomella crispa* Lam. 1 " " "
21. *Haliomma*, ein Radiolar mit gegitterter Kieselschale und radialen Stacheln.
22. *Rhizocrinus lofotensis*, M. Sars. In natürlicher Grösse.
23. *Pentacrinus asteriä*, Lin. $\frac{1}{4}$ natürlicher Grösse.
24. *Lophohelia prolifera*, Poll sp. $\frac{3}{4}$ natürlicher Grösse.
25. *Hyalonema lusitanicum*, Barb. d. Bor. $\frac{3}{4}$ natürl. Grösse.

Fig. 1 bis 5 und Fig. 22 bis 25 nach W. Thomson („the Depths of the Sea“. 1873).

Fig. 6 bis 11 nach Haeckel. (Beiträge zur Plastidentheorie, 1870.)





Skizze einer
SEEBODEN KARTE
 des
NORD ATLANTISCHEN BECKENS
 von
 Franz Toula.
 1875.



