

Die Tiefsee-Untersuchungen und ihre wichtigsten Resultate.

Von Prof. Dr. Franz Toula.

(Mit Tafel und Karte.)

(Fortsetzung und Schluss.)

Die allmälige stärkere Erwärmung des Wassers bis zu circa 200 Faden (377 Meter) Tiefe ist eine Folge der erhöhten Lufttemperatur. Die Zufuhr wärmeren Wassers muss übrigens von Norden und Westen herkommen (eine Abzweigung des Golfstromes), da die Temperaturzunahme zwischen 36° und 23° nördl. Breite nur $1^{\circ} 4$ C. beträgt.

„Challenger“ und „Gazelle“ leiteten eine neue hochwichtige Beobachtungsweise ein, durch deren Verfolg noch viele, trotz allem Bemühen bis zur Stunde nicht scharf und genau genug bekannt gewordene Erscheinungen ihre sichere Erklärung finden werden. Die Frage nach der Ursache der Meeresströmungen z. B. dürfte wohl im Grossen und Ganzen beantwortet werden können, durch Hinweis auf die Temperaturverschiedenheiten und in Folge dessen auf die unaufhörlichen Ausgleichungsbestrebungen und deren Beeinflusstwerden durch die Bewegungserscheinungen der Erde selbst; genaue Feststellungen aber werden nur durch viele Beobachtungsreisen nach Art der Beschriebenen 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 letzteren nicht in einer noch auffällenderen Weise auftreten können, ist eine Folge der besonderen Dichtigkeitsverhältnisse des Meerwassers, das sich wohl oberflächlich sehr bedeutend erwärmen, aber nur wenig abkühlen lässt, indem das unter dem Gefrierpunkte liegende Dichtigkeits - Maximum **) wohl nicht erreicht werden kann, ohne dass die schützende Eisdecke sich bildet. Die abge-

*) Ein vielversprechendes Material lieferten die Tiefsee-Sondirungen des U. S. S. Tuscarora im nördpazifischen Ocean. (U. St. Hydr. Office Nr. 54. 1874.)

**) Dieses wird angenommen: von Marcet bei $-5^{\circ},25$ C. von Horner bei $-5^{\circ},56$ C. von C. v. Neumann bei $-4^{\circ},74$ C. und von Despretz bei $-3^{\circ},67$ C.

Es beträgt nach C. v. Neumann (Poggendorff Bd. 113, pag. 382) $1^{\circ}281$, nach Despretz (Annales de Chimie tome 70, 1833. pag. 57) aber $1^{\circ}0273$. Den Gefrierpunct des Meereswassers fand C. v. Neumann bei $-2^{\circ},6$ C.

Die Dichtigkeits-Verhältnisse des Meerwassers wurden in neuester Zeit mehrfach in Betracht gezogen. Die Beobachtungen ergaben fast überall an der Oberfläche des Meeres grössere Dichten als am Meeresgrunde und wurde das von Neumann gefundene Dichtigkeits-Maximum an einigen Puncten nahezu erreicht, an einem sogar übertroffen. Am Challenger fand man in 1890 Faden Tiefe (unweit

kühlten Wassermassen sammeln sich in den tieferen Regionen an und diese dürften überall eine nur mässige Kälte zeigen. Natürlich ist es wieder, dass die kalten Wassermassen auf der südlichen Hemisphäre, bei der viel grösseren, der Abkühlung dargebotenen Wasserfläche, viel grössere sein müssen als auf der nördlichen Erdhälfte, weshalb auch der Einfluss der antarktischen Wassermasse sich bis weit über den Aequator, bis gegen oder über den 36°. nördliche 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 Aufsteigen und Ausgleichen mit den obersten, warmen Schichten bestehen. Nur in den oberen Partien aber, in den über der „neutralen Region“ gelegenen Theilen des Wasserkörpers, dürften die schnelleren Ausgleichungen vor sich gehen, welche wir als Strömungen bezeichnen. *)

Lassen Sie uns nun das Thierleben und die Bedingungen, welche in den Meerestiefen regulirend auf dasselbe einwirken, etwas eingehender betrachten.

„Aeusserlich minder gestaltenreich als die Oberfläche der Continente, so sagt Humboldt (Kosmos I. 330), bietet das Weltmeer bei tieferer Ergründung seines Innern, vielleicht eine reichere Fülle des organischen Lebens dar, als irgendwo auf dem Erdenraum zusammengedrängt ist.“ Und Darwin in der Beschreibung seiner Seereisen sagt: „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 ganz mit Muscheln, Bryozoen und Polypen bedeckt ist, zwischen denen sich die zahllosen kleinen Fische, Mollusken und andere Thiere durchwinden, um den Lebensreichthum des Meeres begreifen zu können. Was sind die Mückenstänze und Heuschreckenschwärme gegen die oft Meilen breiten und viele Meilen langen Medusenzüge mit ihren Billionen von

Teneriffa) die Dichte = 1.02584, an der Oberfläche bei 18.5° C. aber = 1.02648. Eine zusammenhängende Beobachtungsreihe verdanken wir der „Gazelle“ (vom 47° n. Br. bis zu den Capverdischen Inseln), so ergab sich beispielsweise in 4915 Meter Tiefe (27° 41.7 n. Br. 23° 23 W. L. v. Gr.) bei 17° C. die Dichte = 1.0275, an der Oberfläche aber = 1.0283. (Hydrograph. Mitth. II. Jahrg. Nr. 22, Seite 258.)

*) Ueber die verticale Vertheilung der Temperatur im Meere hat Herr J. G. Buchanan (Chemiker an Bord des Challenger) eine sehr interessante Note an die Royal Society übersandt. (Proc. of the R. Soc. Vol. XXIII, Nr. 157; deutsch im Naturforscher 1875, Nr. 16.)

Individuen!“ — Und Humboldt weiter: „Hier schwärmen, jede Welle in einen Lichtsaum verwandelnd und durch eigene Witterungsverhältnisse an die Oberfläche gelockt, die zahllosen Schaaren kleiner funkelndblitzender Leuchtthiere: Mammarien aus der Ordnung der Acalephen, Crustaceen, Peridiniën und kreisende Nereidinen.“

Doch ist es, was das Thierleben anbelangt, gar nicht so lange her, dass man ausser den an der Oberfläche lebenden und die Uferländer bevölkernden Thierformen auch noch die in den Tiefen hausenden in Betracht zog. Erst in unserem Jahrhunderte begann das Studium der Meeresbewohner. Und wie sehr wurde es belohnt! Von den sieben Hauptabtheilungen, in welche die neuere Zoologie das Thierreich eintheilt, leben vier hauptsächlich und eine ausschliesslich im Meere und nur zwei (Wirbelthiere und Gliederthiere) sind überwiegend Landbewohner. „Für die wissenschaftliche Zoologie aber, welche nach einem wahren Verständniss der Erscheinungen und nach den bewirkenden Ursachen der geologischen Thatsachen strebt, muss die Kenntniss gerade der niederen Seethiere um so höhere Bedeutung beanspruchen, als diese letzteren vorzugsweise geeignet sind uns zur Lösung der grössten biologischen Räthsel zu führen“. (Hæckel). Was das Meer versprach, hat es bisher wahrlich gehalten. In reichem Maasse haben hunderte von Forschern Material für ihre Beobachtungen aus dem Meere geholt und das Meer ist bis zur Stunde die Sehnsucht der Naturforscher geblieben und alljährlich wallfahren Botaniker und Zoologen an's geliebte Meer, „die Quelle alles Lebendigen.“

Die neueren grösseren Forschungsreisen haben unsere Kenntnisse von dem Leben in den Meerestiefen um vieles bereichert, ja sie haben völlig umgestaltend auf unsere Anschauungen in dieser Richtung eingewirkt. Was wir früher für vollkommen lebenslos, für azoisch hielten, der tiefste Meeresgrund hat sich uns nicht als die trostlose Wüstenei ergeben, die wir dort vermuthet, sondern uns gezeigt, dass auch dort unten das Thierleben noch besteht.

Edward Forbes, von dessen Verdiensten um die Kenntniss der Meerestiefen wir schon früher gesprochen, wies nach, dass sich die Bevölkerung des Meeres, sowohl Fauna als Flora, nach der Tiefe hin zonenweise ändere, ähnlich so wie dies beim Ansteigen in Gebirgen der Fall ist, wo auch in verschiedenen Höhen andere organische Wesen auftreten. Forbes unterschied vier um alle Küsten zu verfolgende, scharf unterscheidbare Tiefenzonen und zwar:

1. Die Littoral-Zone zwischen den Grenzen von Ebbe und Fluth. Hier erreichen die Seegräser ihre üppigste Entfaltung (Lichina und Fucus herrschen vor). Die Strömungen der Luft, das Sonnenlicht

und der Wellenschlag äussern ihre directe Einwirkung. Das Thierleben ist verhältnissmässig gering, kleine Flohkrebse (*Gammarus, Talictrus*), Seepocken (*Balanus*), Muschelthiere und Schnecken sind vertreten. Unter Steinen bergen sich die aus tieferen Regionen zeitweise heraufkommenden Herumstreicher, wenn sie von der Ebbe überrascht werden.

2. Die Laminarienzonen, von der unteren Grenze der Gezeiten (dem tiefsten Ebbestande) bis zu 15 Faden (27 Meter) Tiefe. Hier erreicht die Flora des Meeres die vollste Entfaltung. Die Meeresalgen sind es, deren Mannigfaltigkeit in Form und Farbe eine ganz wunderbare ist, trotz ihrer tiefen Stellung in der Reihenordnung der organischen Wesen, trotz der einfachen anatomisch-physiologischen Verhältnisse. Die breitblättrigen zuckerreichen Laminarien (*Laminaria saccharina* Agardh, *Lam. digitata*) und Alarien, die baumartigen Lessonien, die mit blasig abgetriebenen Stengeln oder Blattstielen (wenn man hier von Stengel und Blatt sprechen darf) versehenen gigantischen *Macrocystis*-Arten und viele andere, bilden die grandiosen unterseeischen Wälder, in denen sich Thiere meist durch ihre Farbenpracht ausgezeichnet, in Unmassen tummeln. In den tieferen Partien dieser Region finden sich die herrlichen scharlachrothen Florideen.

3. Die Korallinen-Zone reicht bis zur Tiefe von 50 Faden (circa 90 Meter). Die korallenartigen Milleporen und pflanzenähnlichen Hydroiden und Moosthierchen (Bryozoen) herrschen vor. In diesen Tiefen befinden sich hauptsächlich die Fischereibänke. Aber auch die grossen Krebse und zahlreiche Stachelhäuter (Echinodermen) kommen vor, sie finden ja Nahrung genug. Von Mollusken leben hier: *Buccinum, Fusus, Ostrea, Pecten*; von Echinodermen: *Asterocanthion glaciale* und *rubens, Ophiothrix fragilis, Ophioglypha lacertosa* und *albida*.

4. Der letzte Gürtel ist die Zone der Tiefsee-Korallen, tiefer als 50 Faden. Hier finden sich nur wenige bezeichnende Thiere; viele Formen aus den höheren Zonen treten noch als Colonisten auf. Die Zahl und Mannigfaltigkeit der Lebewesen nimmt rasch ab, je weiter man in die Tiefe vorschreitet, um endlich einer weiten Region der öden lebenslosen Abgründe Platz zu machen. Forbes sprach auch den Grundsatz aus, dass die für die einzelnen Zonen bezeichnenden Thierformen für alle Meere bezeichnend seien und dass die Untersuchung einer Sammlung von Thieren derselben Oertlichkeit annähernd wenigstens erkennen lasse, aus welcher Tiefe sie stammen. Wir haben schon früher gesehen, dass diese Ansichten über die Verbreitung der Lebewesen in den Meerestiefen vielfach modificirt werden mussten, dass es im allgemeinen keine das Leben entbehrende Tiefe gebe. Freilich sahen wir auch, dass den Forbes'schen Annahmen local eine Berechtigung bis zu einem gewissen

Grade nicht abgesprochen werden kann. Worauf stützte Forbes seine Annahme von den das animalische Leben entbehrenden Abgründen?

Mehrere Momente kommen dabei in Betracht: Die ungeheure Pressung durch die mächtige Wassermasse, der Mangel an Licht und der damit im Zusammenhange stehende Mangel an vegetabilischer Nahrung, die beständige Ruhe des Wassers in grossen Tiefen und die niedere dort herrschende Temperatur. Der Druck beträgt in 1000 Fuss Tiefe 31·3 Atmosphären, d. h. 434 Pfd. auf einen Quadratzoll, bei 20.000 Fuss aber schon 626 Atmosphären oder 8764 Pfd. auf einen Quadratzoll! Die Dichte des Wassers wird dadurch nur sehr allmählig verändert, da es nur höchst wenig zusammendrückbar ist (nach Jamin unter einem Drucke von 139 Atmosphären, d. h. in einer Tiefe von einer englischen Meile [= 1608 Meter] um $\frac{1}{144}$ und in 20mal so grosser Tiefe um $\frac{1}{7}$ seines Volumens an der Oberfläche). Die Verhältnisse in der Tiefe des Meeres dürften ganz ähnliche sein, wie bei uns am Grunde des Luftoceans, wo wir ein Steigen des Barometers um einen Zoll, d. h. eine Druckzunahme um fast 10 Ztr. auf unseren Körper ertragen, ohne davon eine Beschwerde zu fühlen. Die in den Geweben der Tiefseethiere enthaltene Luft wirkt auf jeden Fall erfolgreich entgegen, ja die Beobachtungen ergaben; dass die Thiere, welche aus grösseren Tiefen zu Tage gebracht wurden, in Folge der Druckverminderung sterben mussten, z. B. die an der portugiesischen Küste gefangenen Fische.

Der Mangel an Licht bedingt auf jeden Fall das schnelle Aufhören des pflanzlichen Lebens. Schon in 50 Meter Tiefe macht das Tageslicht einer sanft rothgelben Dämmerung Platz; bei circa 200 Meter Tiefe herrscht für unsere Augen vollkommene Nacht. Die Folge davon ist, dass das vegetabilische Leben schon in 100 Meter Tiefe ein sehr spärliches ist, bei 400 Meter Tiefe aber vollkommen fehlt; trotzdem aber brachte man aus viel bedeutenderen Tiefen (wie wir oben gesehen haben) noch Thiere mit höchst entwickelten Augen zu Tage. Da nun in der Tiefe trotzdem das animalische Leben besteht und zwar mit einer ganz wunderbaren Ueppigkeit (freilich meist Organismen auf der tiefsten Stufe der Entwicklung stehend), so muss es auch dafür eine Erklärung geben. Wallich nahm an, dass gewisse Thiere die Kraft haben müssten, unorganische Substanzen (Wasser, Kohlensäure und Ammoniak) zu zersetzen und daraus organische Substanz zu erzeugen, also zu assimiliren, welcher Ansicht auch Hæckel beipflichtet, und nur noch einen Schritt weiter geht, indem er sagt, dass die einfachsten jener Wesen, deren Existenzbedingungen uns nur stückweise bekannt seien, aus unorganischer Substanz, also auf ungeschlechtlichem Wege durch Urzeugung entstehen dürften. W. Thomson dagegen ist anderer

Meinung: Das Seewasser, so schliesst er, enthält eine gewisse Menge von zersetzter organischer Substanz in Lösung oder in Form von unsichtbar kleinen Theilchen vertheilt, deren Quelle er in den zahllosen Thieren und Pflanzen sucht, welche tagtäglich im Meere sterben (sind doch die Küsten von einem circa 1600 Meter breiten Gürtel von Seegräsern umsäumt, dehnt sich doch z. B. eine circa 140.000 □ M. weite Tangwiese in Mitten des Atlantic aus, in fortwährendem Wachsen und Zerfallen begriffen), wodurch also eine, wie sich Hæckel ausdrückt, „homöopathisch verdünnte Brühe“ entstünde, welche durch den ganzen gallertartigen Körper der niederen Organismen der Tiefe fortwährend aufgenommen und zum Aufbau ihres Schleimkörpers verwendet würde, gerade so wie auch die, zur Ausscheidung der stützenden Kalk- und Kieselgerüste nothwendigen Stoffe dem Meerwasser entnommen werden.

Was die Einwirkung der Temperatur anbelangt, so steht jedenfalls fest, dass dieselbe ein Regulator für die Verbreitung der verschiedenen Lebewesen ist, dass aber, vielleicht ausgenommen die Eisbarrieren der polaren Regionen, nirgends in den Océanen durch die Kälte eine völlige Begrenzung des organischen Lebens zu bestehen scheint. *)

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 und klebrig „wie dickflüssiger Honig“, so dass er selbst beim Heraufziehen aus 4000 Meter Tiefe vom Senkapparat nicht weggewaschen wurde.

Es ist der von Huxley sogenannte Bathybiusschlamm (Fig. 6), (Bathybius der „in der Tiefe lebende“) ein lebendiger Schlamm. Huxley, Wallich, Carpenter, Wyville Thomson und Hæckel studirten ihn und überzeugten sich durch die genauesten mikroskopischen und chemischen Untersuchungen von seiner wahren organischen Natur.

Unter dem Vergrößerungsglase zeigt sich eine Schleimmasse ohne jegliche Structur, die im lebenden Zustande durch Ausstreckung ihrer Masse eine ganz eigenthümliche Bewegung zeigt, wodurch netzartige

*) Welch wunderbaren Reichthum an thierischem Leben selbst das Eismeer umfasst, haben die schwedischen Untersuchungen bei Spitzbergen gezeigt. Das Eismeer ist „an manchen Stellen wegen der darin lebenden Millionen von Thieren buchstäblich wie ein Brei.“ Selbst in der grössten gefundenen Tiefe (15900 Fuss) fanden Nordenskjöld und Otter (1868) noch lebende Thierformen eine reiche und mannigfaltige Thierwelt.

Formen entstehen. $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der ganzen Schlammmasse des Bodens besteht aus dieser organischen, eiweisshaltigen, gallertartigen 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 Kalkcarbonat bestehend (sie brausen mit Säuren versetzt auf), Kernkörperchen Coccolithen, Ausscheidungsproducte des Bathybius; von ihnen unterschied ihr Entdecker Huxley die Scheibensteine oder Discolithen (Fig. 9), d. h. concentrisch geschichtete einfache Kalkscheibchen und die Napfsteine oder Cyatholithen (Fig. 10, 11), aus zwei innig verbundenen Scheibchen bestehend, von Hæckel recht treffend mit kleinen Manschettenknöpfchen verglichen. Neben diesen einzelnen Kalkkörperchen fand Wallich hin und wieder kugelförmige aus vielen Theilchen bestehende Kernkugeln oder Coccosphären. (Fig. 8). Ausserdem finden sich die etwas grösseren Kalk- und Kieselgerüste, der ebenfalls der Hauptmasse nach aus gallertartigem Protoplasma bestehenden Wurzelfüssler oder Rhizopoden. Diese scheiden entweder ein- bis vielkammerige, von unzähligen kleinen Oeffnungen siebartig durchbrochene Kalkschalen ab und werden dann Mono- und Polythalamien oder auch Foraminiferen genannt, oder bilden aus Kieselerde bestehende, oft überaus zierlich gestaltete Gerüste zum Schutze und zur Unterstützung der weichen Körpermasse. Letztere werden Strahlrhizopoden oder Radiolarier genannt, z. B. die aus einer doppelten Gitterkugel bestehende und mit 6 radialen Stacheln besetzte Haliomma (Fig. 21). Es finden sich aber auch einzelne Kieselzellen (von Diatomeen) in Bathybiusschlamm eingebettet, als Beispiel sei nur die Gattung Coscinodiscus angeführt, eine kreisförmige Kieselscheibe mit regelmässig nach drei Richtungen gestreifter Oberfläche. Die Diatomeen und Radiolarier dürften ausschliesslich an der Oberfläche des Meeres leben und ihre Schalen erst nach dem Absterben auf den Meeresgrund gelangen, von dem 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 kugelige, spiralig um eine Axe angeordnete Kammern charakterisiren sie. Die häufigste aus allen Meeren bekannte Art ist die Globigerina bulloides (Fig. 13). Durch die zahlreichen feinen Poren der stark aufgeblähten Kammern werden von dem lebenden Thiere kleine Schleimfäden, die sogenannten Scheinfüsschen (Pseudopodien), hindurch

gestreckt, mittelst welcher es sich kriechend bewegt, sich durch Umfassen der Nahrungsstoffe ernährt und — empfindet.

Neben den Globigerinen finden sich noch andere Polythalamienformen, freilich in geringerer Anzahl, so die Textilarien (Fig. 14) mit zweizeiligen Kammern, die spiralgig aufgerollte *Cornuspira* (Fig. 15), die scheibenförmigen von einem scharfen Kamme umsäumten *Cristellarien* (z. B. *Cr. calcar* var: *cultrata* Orb. Fig. 16), welche auch im fossilen Zustande z. B. in den miocänen Mergeln bei Wien gefunden wurden. In allen Meeren kommen auch Polymorphinen vor, die weitverbreitetste Art ist *Polymorphina lactea* W. und J. (Fig. 17). — Die *Rotalia Soldanii* d'Orb ist aus der Adria bekannt (Fig. 18), ebenso die *Truncatulina lobatula* und die dreikammerige aufgeblähte *Triloculina gibba* d'Orb (Fig. 19). Als häufigstes Beispiel der Monothalamien führe ich die $\frac{1}{2}$ Meter im Durchmesser grosse, durchlöchernte, kugelförmige *Orbulina universa* (Fig 12) an, welche sich neben *Globigerina bulloides* allenthalben findet und zu dieser Art (nach Prof. Reuss) in einem nahen Verwandtschaftsgrade stehen soll.

Nach Hæckel's Ansicht sind die Foraminiferen, Polycystinen, Diatomeen und ebenso die Schleimklümpchen des *Bathybius* mit ihren Kalkausscheidungen weder als Thiere noch als Pflanzen zu bezeichnen, sondern als Protisten, d. h. Urwesen anzunehmen, woraus sich nach der einen Richtung hin die Pflanzen, nach der anderen aber die Thiere entwickelt hätten. Am tiefsten steht wieder darunter die Gruppe der Moneren, wozu Hæckel den *Bathybius* und damit ähnliche Wesen stellt. „Die Moneren, sagt Hæckel, 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 Beziehung auf diese niedersten Lebewesen eine Beobachtung von höchster Bedeutung von W. Thomson mitgetheilt worden; (Nature vom 25. Juni 1874.)

Herr Murray, einer der Gelehrten am Bord des Challenger, machte es sich zur Aufgabe, das Meer in verschiedenen Tiefen bis zu 150 Faden (274 Meter) mit eigens eingerichteten Schleppnetzen nach seinen Bewohnern zu durchforschen. Er kam dabei zu der Ueberzeugung, dass die, die Hauptmasse des Tiefseeschlammes zusammensetzenden Globigerinen, Orbulinen und Pulvinulinen, alle nur nahe an der Oberfläche, oder doch in geringer Tiefe leben und erst nach ihrem Tode langsam zu Boden sinken. Wyville Thomson ist so von der Richtigkeit dieser Beobachtungen überzeugt, dass er vollkommen mit den Resultaten, die sich daraus ergaben, übereinstimmt, obwohl sie ganz und gar von seinen bisherigen Anschauungen abweichen. Ein Vergleich der

in den oberen Schichten schwimmend in grossen Mengen angetroffenen Globigerinen mit den aus dem Kalkschlamm (Bathybiusschlamm) und dem rothen Thon heraufgebrachten, zeigte die bestimmtesten Unterschiede und liess keinen weiteren Zweifel bestehen, dass die letzteren, obwohl häufig noch mit organischer Masse (Protoplasma) gefüllt, alle todt sind*).

Für viele weniger häufige Gattungen ist dies jedoch noch nicht ausgemacht und ist zweifellos, dass gewisse Foraminiferen-Formen wirklich am Meeresboden leben.

An dieser Stelle sei an eine höchst interessante Entdeckung erinnert, welche Hæckel im Jahre 1867 in der Nähe von Lanzarote (einer der Canarischen Inseln) gemacht hat**). Hier fischte er eine ganz neue Radiolariergattung in grösserer Anzahl, welche er Myxobrachia, d. h. Schleimarm nannte (Fig. 7). Es sind $\frac{1}{2}$ Zoll lange, nahe an der Oberfläche schwimmende Gallertklümpchen, entweder mit keulenförmigem oder an Echinodermlarven erinnerndem Körper, mit einer Binnenblase in der ölreichen Centralkapsel. Im ersteren Fall hängt von dem keulenförmigen Körper ein schlanker, aus Gallerte bestehender Arm herab; diese Form nannte Hæckel Myxobrachia rhopalum, im zweiten Falle hängen mehrere solche Arme in die Tiefe (Myxobrachia pluteus, weil an die Pluteusform der Stachelhäuter erinnernd). Bei stärkerer Vergrösserung entdeckt man in den knöpfchenförmigen Enden der Arme Kalkconcretionen, welche den Coccolithen und Coccosphären des Bathybius derartig ähnlich sind, dass eine Unterscheidung unmöglich ist. Diese Thatsache ist um so interessanter, als bei den Radiolariern Kalkconcretionen zu den Seltenheiten gehören. Auch über die Natur der Kalkconcretionen des Bathybius ist man bis zur Stunde nicht aufgeklärt, ruft doch Huxley selbst aus: „Der Bathybius ist ein selbstständig lebender Organismus von denkbar einfachster Art, mögen nun die Coccolithen und Coccosphären dazu gehören oder nicht.“ Die Uebereinstimmung dieser Kalkconcretionen in beiden Gallertkörpern, den an der Oberfläche schwimmenden und den den Meeresboden bedeckenden, könnte immerhin die Frage aufwerfen lassen: ist nicht etwa der Bathybius doch nichts anderes als

*) Dieser Ansicht trat W. B. Carpenter neuerlichst entgegen. (Royal Society. 4. Februar 1875.) Er ist von dem Leben der Globigerinen am Meeresgrunde überzeugt. Er gibt zwar das Vorkommen junger, dünnschaliger Globigerinen in mittleren Wasserschichten, als mit seinen, 1869 bei der dritten Kreuzung der Porcupine angestellten Beobachtungen übereinstimmend immerhin zu, meint jedoch, dass diese später durch ihre dicker werdenden Schalen in die Tiefe gezogen werden und sich dort vermehren; die Brut aber steige dann in die höheren Regionen empor.

***) Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft 1870, pag. 492.

eine Ansammlung todter Sarcodemasse, von Organismen stammend, wie wir in der *Myxobrachia* ein Beispiel vor uns haben?

W. Thomson bemerkt, dass ein grosser Theil der *Bathybius* nichts anderes sein dürfte, als eine formlose Masse, entstanden aus Erzeugungs-, Vervielfältigungs- oder aus Zerstörungsproducten von gar vielen verschiedenen Dingen. Auch Ehrenberg, einer der bedeutendsten unter den Kennern der mikroskopischen Organismen, konnte trotz der genauesten Untersuchungen keinen bestimmten Ausspruch thun über die Natur dieses merkwürdigen Gebildes.

Doch lassen Sie uns nun auch einige interessante Formen aus anderen Abtheilungen der Lebewesen in Betracht ziehen, deren Vertreter wir am Tiefseegrunde begegnen.

Vor allen sind die Spongien zu besprechen, deren eine grosse Zahl bekannt geworden sind. Darunter ist die zu den Kieselschwämmen gehörige *Hyalonema lusitanicum* Barb. v. Bocago (Fig. 25). Dieser Spongit besteht aus 200—300 Fäden von durchsichtigen, seiden-glänzenden Glasfäden; 30—40 Cm. lang, spiralig gedreht, spitz zulaufend, erreichen sie in der Mitte die Dicke einer Stricknadel. Der untere Theil ist eingebettet in einem lederbraunen Schwammkörper von conischer oder cylindrischer Form. Die Glasfäden dürften im Schlamm steckend dem Schwammkörper zur Stütze dienen. Dadurch, dass die Glasfäden mit kleinen schmarotzenden Polypen (*Palythoa*) über und über bedeckt sind, wurde die richtige Deutung des ganzen Gebildes noch mehr erschwert.

Zuerst wurde es durch Siebold von Japan bekannt und neuerlich auch an der Küste von Portugal aufgefunden, wo es die Fischer die Seegeisel nennen. Beide Formen hält Thomson für Varietäten einer und derselben Art. Andere Kieselschwämme sind: *Holtenia carpenteri* W. Th. *Iphiteon*, *Aphrocallistes*, *Farrea*, *Rossella velata* W. Th., *Asconema setubalense* K. eine sehr schöne becherförmige und *Fisiphoria agariciformis* W. Th. wie der Name sagt, an einen Pilz erinnernde Art.

Tiefsee-Corallen sind nicht eben häufig*).

*) Die wichtigsten derselben sind folgende:

Carybphylia borealis Flem. von der Westküste von Irland aus 705 Faden Tiefe (auch Miocän und Pliocän).

Ceratocyathus ornatus Sequenza aus 704 Faden (Buth of the Lews).

Flabellum laciniatum Edw. und Haim. aus 100—400 Faden von Farör zum Cap Clear gefunden, ungemein zart und zerbrechlich.

Flabellum distinctum, 1870 an der portugiesischen Küste gefunden, einer japanischen Form sehr ähnlich.

Lophohelia prolifera Pallas aus 150—500 Faden von Schottland, Irland, Farör, Porcupine Bank, Mittelmeer (Fig. 24).

Viel interessanter sind die Stachelhäuter der Tiefe und unter diesen wieder die Crinoideen oder Seelilien, welche in den Meeren der ältesten Formationen häufig waren. Sie wurden in der mesozoischen Epoche im Kampf um das Dasein besiegt und immer seltener, fristeten aber trotzdem in der Abgeschiedenheit der schwarzen Abgründe ihr einsames Dasein. Bis vor Kurzem waren nur zwei Arten aus dem westindischen Meere bekannt. Doch auch von diesen kamen seit beiläufig 100 Jahren nur etwa 20 Exemplare nach Europa, von denen aber wieder nur zwei vollständig erhalten waren; doch fehlten auch bei diesen alle inneren Weichtheile. Es ist dies die Gattung: *Pentacrinus*, nach dem fünfkantigen Stiele so genannt, und zwar: *Pentacrinus asteria* Lin. (Fig. 23) und *P. Mülleri* Oerst. Eine neue Art ist die von Gwyn Jeffrey *Pentacrinus Wyville Thomsoni* genannte, eine Zwischenform zwischen *P. asteria* und *P. Mülleri* Oerst. Bei jeder Seelilie unterscheidet man den Kelch oder die Krone und den Stiel, letzterer ist oft sehr lang (bei *P. asteria* 40—60 Cm.) und besteht aus einer Reihe von fünfeckigen Kalktäfelchen (Stielglieder). In der Mitte ist eine Durchbohrung vorhanden, welche im Leben mit einer gallertartigen Masse gefüllt ist (Nahrungscanal). Auf den Berührungsf lächen zeigen sich schöne blumenblattartige Zeichnungen. Die Stengelglieder sind durch Faserbänder zusammengehalten, doch sind keine Muskeln vorhanden, so dass nur durch die Strömungen oder die Bewegung der Kelcharme eine Bewegung des Stieles selbst eintreten kann. Von Stelle zu Stelle treten an dem Stiele Ranken (Cirri) in Quirlen zu fünf stehend auf; dieselben sind am Ende etwas umgebogen. Die Krone ist ebenfalls nach der Fünzfzahl gebaut. Auf dem Kelche sitzen die Arme, welche zweitheilig sind, und eine grosse Anzahl von Tentakeln tragen.

Einen sehr schönen Crinoiden entdeckte der jüngere Sars bei den Lofoten in 300 Faden Tiefe und nannte ihn *Rhizocrinus Lofotensis* (Fig. 22). Der Stengel ist lang und dick im Vergleiche mit dem Kelche, die Stengelglieder sind lang „würfelbecherförmig“. Am unteren Ende treten wurzelförmige Verzweigungen auf, durch welche das Thier festgeankert wird. Der Kelch ist trichterförmig mit 5 (seltener 4, 6 oder 7) Armen. Diese sind einfach mit gegliederten Anhängen (Pinnulae). Der Mund steht in der Mitte der Kelchscheibe und ist von kleinen Ranken umgeben. Die Bewegung dieses Liliensternes wurde bei einem Exemplare beobachtet, welches bei Barbadoes gefunden wurde. L. Agassiz

Amphihelia in fünf Arten.

Allopora oculina Ehr., sehr schöne Art aus der kalten Area.

Thecopsamia socialis Pourt. von Florida, auch in der kalten Area häufig.

beschreibt sie als ungemein langsame, wie dies bei den Echinodermen überhaupt Regel ist; sie beschränken sich auf ein allmähliges Auseinanderbreiten und wieder Zusammenlegen der gefiederten Arme.

Der Wurzelkrinoid ist nun schon von folgenden Punkten bekannt geworden: von den Lofoten, aus dem Faröercanal (aus 530 Faden Tiefe), von Cape Clear (862 Faden), von der Nordseite der Hebriden, von der Norwegischen Küste und von Florida, von der Josephine Bank und von Ushant zwischen Schottland und den Faröer-Inseln.

Sehr interessant ist auch der *Bathycrinus gracilis* (mit *Apicrinus* nahe verwandt).

Von den Seesternen will ich nur einer prachtvoll gefärbten Art gedenken, der *Brisinga endecacnemos*. Die corallenrothen Arme, elf an der Zahl, haben perlfarbige Rippen und sind mit drei Stachelreihen bewaffnet. Jeder Arm hat den Bau eines Wurmes, so dass der ganze Seestern wie eine Gesellschaft von elf Würmern erscheint, die um eine gemeinschaftliche Ernährungsöffnung angeordnet sind.

Seeigel sind in Masse gefunden worden, in Tiefen von 100 bis 2435 Faden, darunter auch einige recht merkwürdige unregelmässige Formen: *Pourtalesia* und *Neolampus*.

Die Weichthiere sind hauptsächlich nur Seichtwasserbewohner, nur einige Formen mit besonders grosser verticaler Verbreitung finden sich vor. Die höheren Thiere fehlen, wie schon mehrfach erwähnt, vollkommen. Und doch dürfte auch davon manches räthselhafte Gebilde in den Meerestiefen begraben liegen. Um nur ein Beispiel anzuführen; das Thier der *Spirula*, dieses zarten, perlmutterglänzenden, weissen, mit zierlicher Schalenkammerung versehenen Gebildes, ist noch immer fast unbekannt, obwol alljährlich tausende von Schalen allenthalben, selbst an den englischen Küsten gefunden werden; wurde doch bis zur Stunde erst ein einziges vollständiges Exemplar an der Küste von Neu-Seeland gefunden. Sie müssen im Meeresschlamm liegen. Die Tiefsee-Untersuchungen werden gewiss noch des Merkwürdigen gar viel, zu dem schon an's Licht gebrachten hinzufügen. Thomson hofft sogar noch einmal auf die Belemniten zu stossen, dieser seit der Kreideformation für ausgestorben geltenden Thierfamilie, freilich setzt Thomson ganz mit Recht hinzu: es sei nicht weise, prophezeien zu wollen. Aber freuen würde es uns doch, so viel steht fest. —

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

Die durchschnittlichen Verhältnisse der Bestandtheile der durch Kochen aus dem Meerwasser ausgetriebenen Luft waren für:

	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure
Oberflächenwasser	25·1%	54·2%	20·7%
Wasser aus mittlerer Tiefe	20·0%	53·8%	26·2%
Grundwasser	19·5%	52·6%	27·9%

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

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

An ein und derselben Localität ergab sich folgende Versuchsreihe:

	Sauerstoff	Stickstoff	Kohlensäure
In 750 Faden Tiefe	18·8	49·3	31·9
„ 800 „ „	17·8	48·5	33·7
„ 862 „ „	17·2	34·5!	48·3!

und wurde an dieser Localität wirklich eine grosse Menge von Thieren heraufgebracht, während an einer anderen Localität, wo der Kohlensäuregehalt nur 7·9% betrug, die Ausbeute eine sehr ärmliche war.

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, also ein Austausch der Gase zwischen dem Wasser am Meeresgrunde und der atmosphärischen Luft, der selbst durch die ungeheuren Wasserschichten nicht unterbrochen wird. Befördernd wirkt die Bewegung der Meeresoberfläche auf diesen Process ein; wie aus den Beobachtungen an Bord der Porcupine hervorgeht. Bei unruhiger See ergaben die Untersuchungen des Oberflächenwassers stets wenig Kohlensäure und viel Sauerstoff, bei Windstille aber das entgegengesetzte Verhältniss. Ganz auffallend war folgende Beobachtung: Am Bug des Schiffes aufgeschöpftes Wasser ergab 37·1% Sauerstoff und 3·3% Kohlensäure, das am Heck des Schiffes geschöpftes Wasser aber, welches von den Schaufelrädern gepeitscht worden war, zeigte 45·3% Sauerstoff und 5·6% Kohlensäure!

Auf dieser Zunahme des Kohlensäuregehaltes wurde neuerlichst *)

*) Siehe Nature vom 10. December 1874.

die Erklärung der weit ausgedehnten Lager von rothem Thon (red clay) in den grössten Tiefen des nordatlantischen Beckens, so wie nahe bei Melbourne basirt. Von den Gelehrten der Challenger Expedition wurden drei verschiedene Schlammablagerungen am Meeresgrunde unterschieden:

1. Der Globigerinenschlamm,
2. der graue Schlamm mit wenig oder ohne Kalkschalen.
3. der rothe Thonschlamm,

Es lässt sich keine scharfe Grenze ziehen, indem sich von dem grauen Thonschlamm Uebergänge zum Globigerinenschlamm einerseits, und zum rothen Thonschlamm andererseits zeigen.

Für den Globigerinenschlamm werden 1800 Faden als mittlere Tiefe angegeben (die geringste Tiefe, in welcher er vom Challenger aus constatirt wurde, ist 450 Faden bei St. Thomas, die grösste Tiefe aber 2675 Faden zw. den Azoren und Madeira).

Der Uebergang zum grauen Schlamm soll in der Regel bei 2400 Faden, zum rothen Thonschlamm aber bei 2700 Faden erfolgen, doch sind die diesbezüglichen Angaben in der cit. Abhandlung nichts weniger als bestimmt und klar.

Der Ursprung der ungeheuren Thonablagerungen ist nicht bekannt. Man dachte im ersten Augenblicke, dieselben seien das Product des durch Flüsse ins Meer gebrachten feinsten Materials. Das Fehlen der Schalen von Globigerinen, die im Meere über den Thonlagern in Menge leben, sowie die Kalkarmuth überhaupt (während im Kalkschlamm bis 98% vorhanden sind, findet sich hier kaum eine Spur davon) liessen klar erscheinen, dass der Kalkgehalt weggeführt worden sein müsse. Die wenigen Rhizopodenschalen, welche sich vorfanden, waren braungefärbt, angeätzt und zerfielen leicht, von den dicken Schalen der Orbulinen war immer nur die innere zarte Schichte erhalten, die Coccolithen waren ebenfalls theilweise aufgelöst.

Bei einigen Dretschzügeln wurden Holothurien heraufgebracht, deren kalkige Nackenringe nur angedeutet waren, ebenso fehlten die Kalkkörperchen der Haut. Die Bryozoen dieser Region besitzen ein nur häutiges Zoëcium. Die Röhrenwürmer haben Thonröhren.

Mr. Buchanan behandelte versuchsweise Globigerinenschalen mit schwachen Säuren und fand, dass dadurch der Kalkgehalt derselben allmählig abnahm, und schliesslich eine kleine Menge von einer rothen Substanz zurückblieb, vollkommen übereinstimmend mit dem „rothen Thon.“ Die am Meeresgrunde vorkommende Kohlensäuremenge vollzieht auf ähnliche Weise die Auflösung und es geht dies so weit, dass Thiere, welche Kalkcarbonat unumgänglich bedürfen, nicht bestehen können. Ein neues Moment im Kampfe um die Existenz.

Es wirft diese Thatsache einiges Licht auf diejenigen Formationsglieder der festen Erde, in denen wenige und nur dünnschalige kalkarme Fossilien sich finden. So wird beispielsweise auf die mächtigen Lager des rothen englischen Thonschiefers mit *Oldhamia antiqua* Forb hingewiesen. „Es scheint sicher zu sein, dass auch reine Thonmassen, wie wir sie im rothen Thon so ausgedehnt am Meeresgrunde fanden, organischen Ursprunges sein können.“ —

Wenn wir eine auch noch so 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 kreisrundliche 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 lehrt nun noch einige immerhin auffallende Unterschiede kennen. Während nämlich die Schreibkreide beinahe ausschliesslich aus Kalkcarbonat besteht (in 100 Theilen 98·4 Theile) und keine Spur von Kieselerde enthält, finden wir im Tiefseeschlamm nur 60 Procent Kalkcarbonat neben 20 bis 30 Procent Kieselerde, ausserdem verschiedene Mengen von Alaunerde, Magnesia und Eisenoxyd. Dieser Unterschied ist jedoch durchaus kein stichhaltiger, denn die Kreideablagerungen sind nicht an allen Orten so rein wie auf der Insel Rügen oder der Südküste von England, sie sind vielfach verunreinigt, und der mangelnde Kieselerdegehalt findet sich reichlich in den zwischengelagerten dunklen Feuersteinschichten aufgestapelt, die sich in Abständen von 2—4 Fuss wiederholen.

Die weisse Schreibkreide muss sich unter ganz ähnlichen Verhältnissen gebildet haben, wie der Schlamm in den Tiefen der Oeane. Aber nicht nur in der Kreide, auch in vielen anderen Ablagerungen, sowohl vor als nach den Entstehungs-Perioden der weissen Schreibkreide, finden wir Anzeichen für analoge Bildung.

So hat Bergrath Gumbel in München eine grosse Anzahl von Kalksteinen aus den verschiedensten Formationen der Erde untersucht und in fast allen weicheren Sorten die Coccolithen in grösserer oder geringerer Anzahl vorgefunden, wodurch diese winzigen Dingerchen für die Erklärung der Entstehungsweise der Kalkfelsmassen eine ungeahnte Wichtigkeit erlangen. In den mergeligen Lagen z. B., welche zwischen den Bänken des sogenannten Leithakalkes in der Umgebung von Wien

auftreten, finden sie sich in solcher Menge, dass sie einen wesentlichen Antheil an ihrer Zusammensetzung nehmen *).

Schon Sorby hat auf das Vorkommen der Cocolithen in mergeligen Gesteinen hingewiesen, Wallich fand sie auch in der Kieselerde von Barbadoes.

Dass einzelne Arten von Kreide-Foraminiferen noch in der Nordsee leben, hat Ehrenberg in Berlin längst nachgewiesen. Die Kalk- und Kieselpanzer der winzigen Protisten haben sich durch unmessbare Zeiträume so wohl erhalten, dass sie uns noch immer die genauesten Untersuchungen lohnen. Die Polythalamien sind uns seit der Steinkohlenformation, wo sie zum erstenmal weit ausgedehnte Kalkmassen bildeten (Fusulinenkalke genannt), in stetig zunehmender Artenzahl bekannt geworden. In der Jura-, Kreide- und Tertiärformation sind sie allenthalben nachgewiesen. Eine der grossartigsten Ablagerungen, die aus den Kalkschalen besonders grosswerdender Arten, den Nummuliten bestehen, zieht sich längs den Küsten des mittelländischen Meeres nach Osten bis in das Herz von China, wichtigen Antheil nehmend am Aufbau der Pyrenäen und des Atlas, der Alpen, Karpathen und des Himalaya; wo sie im westlichen Thibet in einer Höhe von circa 16.500 Fuss über dem Meere vorkommen!

Aus dem Wiener Becken allein beschrieb d'Orbigny 228 verschiedene Arten, von denen 27 Arten noch gegenwärtig in der Adria leben. Im Pariser Grobkalke rechnet man auf 1 Cubikfuss 100 Millionen Polythalamien-schalen, auf Barbadoes fand Schomburg (1846) Mergelfelsen von 500—1148' Mächtigkeit, fast ausschliesslich aus Radiolarien bestehend.

Diese Beispiele mögen genügen, um auf das thatsächlich beobachtete Vorkommen von Bildungen ganz ähnlicher Art hinzuweisen, wie wir sie am Grunde der Oeane heute noch vorgehen sehen, die aber dem Meere längst entrückt worden sind.

Was müsste mit den gewiss unermesslichen Schlammmassen, die den Meeresgrund bedecken, geschehen, um uns neue Felsen zu schaffen? Denken wir uns, dass ein Theil des Meeresbodens sich im Laufe der

*) Bergrath Gümbel hat noch eine andere bemerkenswerthe Beobachtung bei der Untersuchung der Kalkerde absondernden Algen (aus der Gattung Melobesia) der Jetztzeit gemacht. Beim Aufweichen der Melobesien fand er nämlich gleichfalls in den allermeisten Fällen zahlreiche Cocolithen. „Da nun diese Melobesien am Ufer des Meeres in ganz geringer Tiefe vorkommen, so ist die bisherige Annahme vollständig unbegründet, dass die Cocolithen nur in der Tiefsee, nur unter 5000 Fuss Tiefe auftreten, im Gegentheile, Cocolithen und der ihnen eng verbrüderete Bathybius sind Kinder aller Meere und aller Meerestiefen.“

Jahrtausende 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 Polythalamienschalen bestehendes Gebirge wird das Resultat sein. Freilich kann der Gedanke an solche Vorgänge einigermaßen kühn erscheinen, doch, müssen nicht auch die zu 16.500 Fuss Höhe emporgehobenen Nummulitenkalke Thibets, freilich vor fast undenkbar-
baren Zeiten, 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 berühmten englischen Naturforscher Huxley, den, wie als Lohn für sein unermüdliches Kämpfen um die Befreiung des geistigen Lichtes, ganz kürzlich der Bannstrahl traf, dahin, den Tiefseekalksschlamm geradezu als die „moderne Kreide“ zu bezeichnen. Wyville Thomson führt diese Frage 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 von damals bis auf den heutigen Tag, denselben Charakter haben dürften, 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 **).

Vom 55^o. nördlich. Breite ziehen sich zwei, wie wir gesehen haben, 130—150 deutsche Meilen breite, und beiläufig 4600 Meter tiefe, durch ein jüngeres, im Mittel noch 2700 Meter unter der Meeresoberfläche hinziehendes vulkanisches Plateau (das Azoren-Plateau) getrennte, ungeheure Thäler von Norden nach Süden. Es ist nicht leicht anzunehmen, dass diese Abgründe sich vorübergehend in den letzten Erdperioden in trockenes Land verwandelt haben; der Gedanke an eine Atlantic, einen einstmaligen Continent zwischen den heutigen Continenten ist längst aufgegeben worden. Und doch müsste dies geschehen sein, wenn die continuirliche Ablagerung, wie sie W. Thomson annimmt, unterbrochen worden wäre.

Oscillationen haben darum doch keineswegs gefehlt. Alpen, Pyrenäen und Karpathen, um nur die uns näher liegenden Gebirge zu erwähnen, obwohl sie schon während den Ablagerungen der Kreidefor-

*) W. Thomson „the depths of the sea“ pag. 467—521.

**) Dass der Ausspruch „Wir leben noch in der Kreideperiode“ nicht ganz stichhältig ist, wird durch das Fehlen der, die Meere der Kreideformation bevölkernden Ammoniten, Scaphiten, Baculiten und Belemniten in unseren heutigen Meeren nahe gelegt. (A. H. Green: The geol. Mag. 1871 pag 1—4.

mation als Kettengebirge auf Inseln im Kreidemeere bestanden, haben noch mächtige Hebungen erfahren, doch haben derartige mehr oder weniger locale Veränderungen wenig zu bedeuten gegenüber den ungeheuren Räumen des Atlantic. Alpen, Karpathen und Pyrenäen in den nordatlantischen Ocean gestreut, würden seinen Boden kaum um 2 Meter erhöhen. Mehr als 2000 solche Massen erst würden das Riesenbecken erfüllen! Eine einfache Rechnung ergibt, dass die ganze Festlandsmasse von Europa (die mittlere Erhebung über das Meeresniveau nach Humboldt mit 204 Meter = 112 Faden) und Nordamerika (mit 227 Meter mittlerer Erhebung angenommen), ins nordatlantische Meeresbecken gestürzt, den Meeresboden nur um 217 Meter erhöhen würde!

Um vieles anders dürften die Verhältnisse sich vor und zum Theile während der Ablagerung der mittleren und oberen Kreide gestaltet haben. Ein Band von Kreidefelsen zieht sich nördlich vom Aequator über die Continente hin. Vor ihrer Erhebung über die Meeresoberfläche waren nun die Fluthen des atlantischen von denen des pacifischen Oceans nicht getrennt. Der äquatoriale warme Strom konnte frei passiren, ohne eine Ablenkung nach Norden und Süden zu erfahren. Dadurch ist auch für die längst bekannte Uebereinstimmung der Thierformen an beiden Seiten des amerikanischen Continents die Erklärung gegeben.

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

Genauere Vergleiche der organischen Reste des Tiefseekalkschlammes mit denen der Ablagerungen aus den vergangenen Erdperioden geben manche interessante Folgerung. So findet man von den (bis 1873) bekannt gewordenen 110 Foraminiferen-Arten des Kalkschlammes, 53 Arten im jüngeren, 28 im älteren Tertiärgebirge, 19 Arten haben schon während der Kreideformation gelebt, 7 Arten lassen sich bis in die untere Juraformation zurück verfolgen und eine Art (die *Dentalina communis* d'Orb) ist sogar schon seit der Steinkohlenformation (und zwar aus dem sogenannten Bergkalke) bekannt geworden *).

*) Prestwich gibt folgende Liste von Foraminiferen des atlantischen Tiefseeschlammes, welche schon in den Kreide-Ablagerungen von England gelebt haben:

Glandulina laevigata d'Orb, auch aus dem Oberjura und der Trias bekannt.

Nodosaria radricula Linn. bis in die Trias verfolgt.

raphanus Linn. auch aus dem unteren Jura und der Trias bekannt.

Dentalina communis d'Orb, von der Steinkohlenformation bis heute lebend.

Im Laufe der Zeiten gingen ohne Zweifel manche Veränderungen der Temperatur und der übrigen physischen Verhältnisse vor sich, welche nur einzelne bevorzugte Formen zu überdauern vermochten, dass aber die Anzahl derselben bis zur Gegenwart stets zahlreicher wird, zeigt uns, dass diese Veränderungen keine sprungweisen, plötzlichen, sondern allmähliche waren. Nur allmählich hat sich auch der Charakter der Tiefsee-Fauna verändert, aus den vorhergehenden Faunen entwickelt.

Als einen Unterschied zwischen dem Kreideschlamm der Gegenwart und demjenigen, der die weisse Schreibkreide bildete, haben wir schon oben den Mangel der letzteren an freier Kieselerde angeführt. Lassen Sie uns auch in dieser Beziehung etwas näher eingehen. Im jetzigen Kreideschlamm ist die Kieselerde entweder in Form eines feinen Kiesel-sandes, einer oft von weither gebrachten fremden Einschwemmung, vorhanden oder sie besteht — und dies ist das wichtigere — aus den Kieselnadeln (Spiculæ) von Spongien, aus Radiolarien und Diatomaceen. In der Schreibkreide ist das Vorkommen von Feuersteinen oben schon erwähnt worden. Sie finden sich theils als zusammenhängende Schichten zwischen den Kreidebänken eingelagert, theils als Ausfüllungsmasse in Seeigeln und Muschelschalen aller Art. Diese Masse kann erst nach dem Tode dieser Thiere und nur in flüssiger gallertartiger Auflösung eingedrungen sein. Woher nun stammen diese Kieselerdemassen?

Man findet in den Kreideschichten noch manchmal die Abdrücke von Kieselschwämmen, welche mit den oft so überaus zierlichen Formen der Gegenwart, von denen wir oben gesprochen, nahe verwandt sind. *)

-
- Cristellaria cultrata* Mont. bis in die Trias verfolgt.
 „ *rotulata* Linn. desgleichen.
 „ *crepidula* F. u. M. auch im unteren Jura verbreitet.
Lagena sulcata W. u. J.
 „ *globosa* Mont.
Polymorphina lactea W. u. J. auch im oberen Jura.
 „ *communis* d'Orb.
 „ *compressa* d'Orb seit der Triasformation lebend.
 „ *Orbignii* Ehr.
Globigerina bulloides d'Orb.
Planorbulina lobatula W. und J.
Pulvinulina Micheliana d'Orb,
Spiroplecta biformis P. und J.
Verneuiliana triquetra. Von M.
 „ *polystopha* Reuss.

*) Von den Kieselschwämmen der weissen Kreide seien hier vor allen die trichter- und becherförmigen *Ventriculites*-Arten erwähnt. Sie kommen sowohl in der Schreibkreide von England und auf Rügen, als auch in den Plänenmergeln am Harz und in Sachsen sehr zahlreich vor, und schliessen sich

Die Kieselgerüste sind entweder vollständig hinweggeführt, oder man findet sie in Kiesel- (Feuerstein-) Knollen eingeschlossen. Sie wurden jedenfalls durch eine, uns nicht näher bekannte Ursache aufgelöst, — ebenso die zahllosen Radiolargerüste, — und anderen Orts wieder aufgesammelt. Die Ursache dieser Auflösung ist uns wohl nicht bekannt, doch liegt darin durchaus keine Schwierigkeit; löst ja die lebende Thiergallerte ebenfalls zuerst die Kieselerde auf, um sie als Gerüste später wieder abzuscheiden.

Bisher haben wir nur die niedrigst organisirten Lebewesen in Betracht gezogen und mit vollem Recht, denn sie spielen ja die Hauptrolle. Von den höher organisirten Thierformen sind besonders noch die Stachelhäuter zum Vergleiche geeignet.

Einige Repräsentanten der Thierwelt der Jura- und Kreideformation waren schon von früher her aus den Tiefen des westindischen Meeres bekannt, wie einige Arten von *Pentacrinus*, den schönen in der Lias zur Hauptentwicklung gekommenen Seelilien mit fünfartigen Stengeln. Aber auch der *Rhizocrinus* (Wurzelcrinoid), der nun schon von vielen Tiefsee-Localitäten bekannt geworden, sowie die Seeigelarten und Seesterne der Tiefe haben Charaktere höheren Alters und galten zum Theile für längst ausgestorben. Ein ähnliches gilt von den wenigen Weichthieren, welche bis nun in den Abgründen des Meerodens gefunden wurden. Sie sind ja zum grössten Theile, wie schon erörtert wurde, Seichtwasserthiere. Die Meeresschnecken finden sich nur in wenigen Fällen in grösseren Tiefen, über 200 bis 350 Meter. Ein Beispiel hiefür liefert die in Westindien gefundene *Pleurotomaria*, einer Gattung angehörig, welche von der Silurischen Formation bis in die Kreide bekannt war und für ausgestorben galt. Auf diese Weise zeigt sich, dass in der That, die bathymetrische Ordnung der verschiedenen Thiergruppen in unseren heutigen Meeren auffallend mit ihrer Vertheilung in Schichten vergangener Perioden übereinstimmt. Die Tiefseethiere knüpfen „das Band zwischen den marinen Geschöpfen der Vorwelt und der Jetztzeit, und die tiefsten Abgründe erhellen in unerwarteter Weise die dunkle Nacht der Vergangenheit“ (Hochstetter: Die Fortschritte der Geologie).

Nicht ohne Interesse ist, dass die so weit ausgedehnten Tertiär-

innig an die noch heute lebenden Hexactinelliden (*Aphrocallistes*, *Iphiton*, *Holtenia*, *Hyalonema* und *Euplectella*) an. Die dünnen Wände der Trichter zeigen ein ganz wundersames Maschenwerk, den feinsten Spitzengewebe vergleichbar, darunter folgt ein verschieden langer, hohler, maschenloser Stiel mit baunawurzelartigen Verzweigungen, womit sie sich in dem Schlamm Boden befestigen. Von den vielen Arten sei nur *Ventriculites simplex* aus der Schreibeckreide als Beispiel angeführt.

ablagerungen im südlichen Europa zum grössten Theile Thierreste enthalten, deren lebende Vertreter Seichtwasserbewohner genannt werden müssen und nicht viel unter 200 bis 300 Meter Tiefe vorkommen.

Nach W. Thomson's Ansicht müsste man annehmen, dass die jüngeren Tertiärablagerungen, welche die Ränder des mediterranen Beckens umsäumen, im Seichtwasser an den Ufern eines fortdauernden Kreidemeeres entstanden sind und durch Hebung über den Spiegel desselben kamen. Trotz Hebungen und Senkungen müssten wir uns jedoch die Ablagerungen des Kreideschlammes ununterbrochen überall dort fortgesetzt denken, wo die herrschenden Umstände es erlauben.

Erklärung der Tafel.

1. Das Dredschnetz mit den Hanfbündeln. 2. Das gewöhnliche Austernetz. 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 Vergrösserung). 8. *Coccosphære*, 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. *Poly-morphina lactea*. Walker und Jacob sp. 18. *Rotalia Soldanii* d'Orb. $\frac{1}{4}$ Mm. im Durchmesser. 19. *Triloculina gibba* d'Orb. $\frac{1}{2}$ Mm. im Durchmesser. 20. *Polystomella crispa* Lam. 1 Mm. im Durchmesser. 21. *Haliomma*, ein Radiolar mit gitterter Kieselschale und radialen Stacheln. 22. *Rhizocrinus lofotensis*, M. Sars. In natürlicher Grösse. 23. *Pentacrinus asteria*, Lin. $\frac{1}{4}$ natürlicher Grösse. 24. *Lophohelia prolifera*, Poll. sp. $\frac{3}{4}$ natürlicher Grösse. 25. *Hyalonema lusi-tanicum*, 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.)



