

Die
am Grunde des Meeres vorkommenden
Manganknollen.

Von

Dr. C. W. Gümbel,

k. Oberbergrath und Vorstand der bayr. geogn. Landesaufnahme, Prof. der Geologie, o. Mitglied
d. Acad. d. Wissensch., v. gelehrt. Gesellsch. Mitglied.

Separat-Abdruck aus den Sitzungsberichten der k. bayer. Akademie
der Wissenschaften. Math.-phys. Cl. 1878. 2.

MÜNCHEN,
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1878.

Die Erforschung der Verhältnisse am Grunde und in der Tiefe unserer Weltmeere, der eigenthümlichen dort lebenden Thierwelt und der sich fortwährend am Seeboden ablagernden Niederschläge bildet in neuerer Zeit einen besonderen höchst wichtigen Zweig der naturwissenschaftlichen Studien, welche nach verschiedenen Seiten hin einen belebenden und befruchtenden Einfluss ausüben. Ist es auch in erster Linie die Zoologie, welche, indem sie eine erstaunliche Menge neuer, früher für ausgestorben gehaltenen und nur in den Versteinerungen repräsentirt erachteten Thiertypen kennen lernt und ihren Gesichtskreis wesentlich zu erweitern im Stande ist, das grosse Loos bei diesen Tiefseeforschungen gezogen hat, so nimmt doch auch die Geologie einen wesentlichen Antheil an diesem Gewinne, indem sie von den Absätzen am Grunde der Meere, von den Schlammniederschlägen, gleichsam den Embryonen, aus denen früher einmal die meisten unserer Berge emporgewachsen sind, von der Urmaterie, wie dieselben in früheren Perioden der Erdentwicklung als Grundlage zur Bildung von Kalkstein, Sandstein, Schieferthon gedient hat, Kenntniss sich verschafft. Es sind aber die geologischen Studien in zweifacher Richtung bei den Tiefseeuntersuchungen interessirt, einmal in der eben erwähnten Beziehung

zu dem Bildungsmaterial unserer Sedimentgesteine und dann nach der paläontologischen Seite hin in Bezug auf die auf dem tiefsten Meeresgrunde lebenden Thiere, von welchen viele mit den als Versteinerungen in verschiedenen Erdschichten begrabenen Formen nahezu übereinstimmen oder doch deren Typus unzweifelhaft an sich tragen.

Es ist zu bekannt, um hier im Einzelnen noch näher erörtert zu werden, dass über sehr grosse Strecken des Meerbodens sich ein weicher, weisslicher, theilweise unter der Vermittlung von Organismen entstandener Kalkschlamm, welcher der Hauptsache nach aus kohlen-saurer Kalkerde besteht, ausgebreitet findet. Man darf mit Grund annehmen, dass es in früheren Erdzeiten ganz ähnliche Kalkschlamm-massen waren, aus welchen durch gewisse Umbildungsprozesse der Diagenese und der Verfestigung zahlreiche Kalksteinschichten älterer und jüngerer Formationen hervorgegangen sind. Wir finden selbst noch auf unseren Bergen innerhalb der mächtigen Schichtencomplexe hier und da Zwischenlagen, welche diesem Verdichtungsprozesse weniger energisch unterworfen waren, und jetzt noch die Natur des weichen, zerreiblichen Meereskalkschlammes in mehr oder weniger vollkommenem Maasse bewahrt haben, wie z. B.: die Schreibkreide, manche weiche Streifen im Jurakalk u. s. w.

Wenn dagegen Kalksteine jetzt eine dichte, bis ins Krystallinische übergehende Beschaffenheit besitzen, so ist diess, wie ich glaube, noch kein Beweis, dass solche Felsmassen schon bei ihrer Entstehung aus krystallinisch gebildeten Ausscheidungen und nicht aus einem ursprünglichen Kalkschlamm hervorgegangen sind. Denn ich halte dafür, dass das Rohmaterial der Kalkfelsen, der Kalkschlamm am tiefen Meeresgrunde, nachträglich namentlich durch die Einwirkung der Kohlensäure und anderer chemischer Agentien an Ort und Stelle eine grossartige Umbildung erleiden kann, dass selbst organische Formen in krystallinische

Theilchen übergeführt und die ursprünglich weichen Schlamm-massen in Folge eines starken Druckes und einer verkitten-den Wirkung der regenerirten Kalkpartikelchen nach und nach in festen Kalkfels verwandelt werden können. Die Wirksamkeit der Kohlensäure, welche hierbei in erster Linie thätig gedacht werden muss, die kleinsten und feinsten organisirten Kalktheilchen erst aufzulösen, ins Unorganische zurück zu führen und dann unter veränderten Verhältnissen die aufgelöste Kalkerde wieder freizulassen und Ausscheidungen von Kalk zu veranlassen, ist eine ähnliche, wie sie bei vielen Pseudomorphosenbildungen eingetreten sein muss. Es ist derselbe Prozess, wie wenn kohlensäurehaltiges Wasser aus kalkigem Nebengestein Kalkerde auflöst und auf durchziehen-den Spalten in Form von Kalkspath wieder absetzt.

Wir sehen solche Vorgänge sich z. B. in Korallenriffen thatsächlich vollziehen, wo die pulverförmigen zerriebenen Kalkschalentheilchen, sich ins Krystallinische offenbar durch eine ähnliche Wirkung der Kohlensäure umbilden. Es ist ebenso wenig zu bezweifeln, dass die kieselhaltigen Beimengungen im kalkigen Tiefseeschlamm, wie solche in Form von Diatomeen, Polycystinen, Kieselschwämmen u. s. w. beigemischt sind, aufgelöst, transportfähig gemacht, zur Wanderung veranlasst und in gewissen Fällen zu Hornsteinconcretionen zusammengeführt werden.

An anderen Stellen oder in anderen Tiefenregionen des Meeres, vorzugsweise in der sog. „kalten Area“ und gegen die Küsten hin setzen sich sandige Niederschläge ab, die nur wenige Thierreste und zwar solche, welche in der kalten Zone leben, beherbergen im stärksten Gegensatze zu dem Kalkschlamm in der „warmen Area“ und zu den darin aufgehäuften organischen Resten des wärmeren Wassers, wie diess Carpenter (Proceed Royal. Soc. 1868 N. 107) so vortrefflich klar gelegt, und auch Delesse in seinem bewunderungswürdigen Werke (Lithologie des Mers de

France) für die französische sowie Graf Pourtalès für die nordamerikanischen Küsten nachgewiesen haben. In gewissen Grenzregionen vermengen sich Sand und Kalkschlamm und liefern auf diese Weise das Material zu sandigem Kalkstein und Sandstein mit kalkigem Bindemittel. Merkwürdiger Weise ist es gerade diese Grenzgegend, in welcher oft Sandablagerungen mit Glauconitkörnchen beobachtet werden. Der Glauconit bildet anfänglich die Ausfüllung der Hohlräume abgestorbener Foraminiferen, und ist nicht etwa ein Produkt der Lebensthätigkeit; erst durch den Zerfall der Foraminiferengehäuse in Folge der Auflösung der Kalkschalen durch Kohlensäure trennen sich die Glauconittheilchen in mehr oder weniger rundliche Kügelchen von einander ab und werden dem Sand eingestreut, genau so wie wir die Glauconitbeimengungen bei den Grünsandsteinfelsen beobachten. Die Eisenoxydulsilicatbildung des Glauconits findet offenbar unter der reducirenden Einwirkung der sich zersetzenden organischen Materie statt, welche wahrscheinlich auch den Kaligehalt liefert. Es mag sich hierbei vielleicht eine alkalische Kiesellösung mit einem Eisencarbonat umsetzen.

Dass aus den sandigen Ablagerungen mit verschiedenartigen Beimengungen, die sich zu sog. Bindemitteln umzugestalten vermögen, Sandsteinlagen hervorgehen können, ist wohl nicht zu bezweifeln und so sehen wir in dieser Art der jetzt noch stattfindenden Meeresabsätze eine zweite Klasse von Gestein bildendem Rohmaterial.

Die dritte, höchst merkwürdige Tiefseeablagerung ist der Thonschlamm, der theils in grauen Farben auftritt, theils in Form einer rothgefärbten Masse am meisten die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hat. Wir erblicken Thonschlamm in diesem absatz den Urtypus des Materials, welches durch alle Sedimentbildungen hindurch zur Herstellung der Thongesteine gedient hat. Es ist sehr

bemerkenswerth, dass neben der grauen Thonfarbe auch die rothe schon von den ältesten Zeiten her mitfortläuft; sie zeigt sich untergeordnet schon in den cambrischen und silurischen Thonschieferschichten, gewinnt dann in der Facies des alten rothen Sandsteins der Devonformation sogar das Uebergewicht, wiederholt sich in beschränkter Weise in der Kulmselbst in der Carbonformation (Ottweiler Schichten), um dann im Rothliegenden (Röthel- und Brückelschiefer), im Buntsandstein (Leber- und Röthschiefer) und endlich im Keuper das Maximum der Betheiligung an der Färbung aller diese Formationen zusammensetzenden Gesteinsschichten zu erreichen. Es zeigt sich diess wenigstens innerhalb eines grossen Verbreitungsgebietes in Europa. Der Thon tritt hierbei theils als selbstständiges Gesteinselement auf, theils untergeordnet als Beimengung der rothen Sandsteine. Auch durch die Kalksteinbildungen zieht sich eine Vergesellschaftung mit rothem Thon durch viele Formationen hindurch. Wir erinnern nur beispielsweise an den rothen Flaser- oder Knollenkalk der obersten Devonstufe (Kramenzelkalk); namentlich macht sich diess im alpinen Gebiet in einem solchen Grade bemerkbar, dass die rothe Färbung vieler alpiner Kalkgesteine gerade zu als eine charakteristische Eigenthümlichkeit für dieses Gebiet zu bezeichnen ist, von dem rothen Muschelkalk der Schreiersalpe bis zu der rothen Scaglia oder Seewenkalk und dem rothen Nummulitenkalk mit *Rhynchonella polymorpha*. Die Beimengung rothen, stark eisen-schüssigen Thons giebt sich hier deutlich zu erkennen, wenn man solche rothe Kalke mit Säure zerlegt. Hierbei lässt z. B.: mancher rothe Liaskalk in dem thonigen Schlammrückstande zahlreiche dichtere kalkfreie Steinkerne von Foraminiferen namentlich *Cornuspiren* erkennen, welche als Beweis gelten können, dass auch dieser anscheinend so dichte Kalk gewisse Rückbeziehungen zu dem anfänglichen Kalkschlamm bewahrt hat, aus dem er seinen Ursprung ge-

nommen hat. Nicht weniger beachtenswerth ist das gleichsam isolirte Auftauchen rothgefärbter Streifchen oder Bänke inmitten vorherrschend gelber Gesteinsschichten, wie z. B.: der Rotheisenoolithflöze im gelben Doggersandstein oder im mittleren Lias und die mannigfache Vermengung von rothen und gelben Thonstreifen in den Farberdeablagerungen (Battenberg, Tirschenreuth, Amberg).

Es scheint demnach, dass das Vorkommen recenter rother Thonablagerungen am Grunde des Meeres nur die Wiederholung eines seit den ältesten Zeiten wirksamen Prozesses darstellt. Aber woher kommt überhaupt das Material zu diesen Tiefseethonablagerungen und woher stammt insbesondere die rothe Farbe des Thons?

Dass die Thonablagerungen als rein mechanische Vorgänge anzusehen sind, dürfte kaum auf Widerspruch stossen. Soweit die mikroskopischen Untersuchungen reichen, erkennt man als kleinste gleichsam elementare Form der Thontheilchen nur häutige Flocken, membranöse mit dunklen Körnchen bestreute unregelmässig zerfetzte Blättchen oder körnig geballte Klümpchen. Eine Spur organischer Struktur ist an denselben nie beobachtet worden, wie denn überhaupt das Vorkommen des Thons oder der Thonerde im organischen Reiche nur auf eine mechanische Beimengung zurückzuführen sein dürfte.

Man leitet den ersten Ursprung des Thons der Sedimentärgesteine wohl mit allem Rechte von der Zersetzung thonerdehaltiger Mineralien, namentlich von jenen der Feldspatharten in krystallinischen Gesteinen ab. Dazu gesellt sich die Umbildung der glimmerigen, sericitischen und choritischen, fein zertheilten Gemengtheile des Glimmerschiefers und des Phyllits. In späteren Perioden tritt zu dieser andauernd durch chemische Zersetzungen wirksamen Thonerdequelle noch die mechanische Abschlämmung und Verschwemmung, welche bei der unendlich

feinen Zertheilbarkeit der Thonerdepartikelchen diese zu einer räumlich enorm weiten Wanderung im bewegten Wasser befähigen.

Es ist kein Grund anzunehmen, dass der am Boden des Meeres sich niederschlagende Thonschlamm einen andern Ursprung habe, als entweder in der Zersetzung thonerdhaltiger Mineralien aus den im Meeresboden etwa anstehenden Felsen, welche hier wohl unter der Einwirkung der Kohlensäure möglich gedacht werden kann, jedoch in ergiebiger Weise und grossartigem Maasstabe kaum irgendwo wirklich zu erwarten ist, ebenso wenig wie etwa unter meerische Schlammgüsse nach Art der Schlammvulkane, oder aber in dem Absatz der im Meerwasser als feinste Theilchen suspendirten, vom Land her durch Flüsse zugeführten und durch Meeresströmungen weiter transportirten oder durch aufsteigende Quellen vom Meeresgrunde aufgewirbelten Thonflocken. Solche Thontheilchen gelangen auch mit dem Kalkschlamm zur Ablagerung; denn der letztere ¹⁾ enthält nach meiner Untersuchung z. Th. wenigstens 11% Thon. Von diesem thonhaltigen Kalkschlamm finden sich alle möglichen Uebergänge bis zum kalkfreien Thonschlamm. Der letztere ist an vielen Stellen, wohl durch beigemengte organische Theilchen grau gefärbt und eisenhaltig, ganz so wie es bei der Hauptmasse unserer thonigen Felsarten der Fall ist. Stellenweis und oft in grossartiger Ausdehnung ist dieser Thonschlamm nun roth gefärbt. Dass diese Färbung von beigemengtem Eisenoxyd herrührt, darf kaum erwähnt werden. Nun ist denn doch wohl nicht anzunehmen, dass irgend eine Abschlammung so vorherrschend und ausschliesslich rothen Thon liefere, und dass dieser bei dem Transport im Meere so unvermengt bleiben könne, um an gewissen Stellen exclusiv rothen Thon zum Absatz

1) N. Jahrb. f. Min. 1870. S. 762.

gelangen zu lassen. Es ist vielmehr viel wahrscheinlicher, dass diese rothe Varietät des Thons als eine nachträgliche und secundäre Umbildung aus grauem, eisenhaltigem zu betrachten sei. Wir kennen in der Natur vielfache Verwandlungen des Eisenoxydhydrats und der Eisenoxydulmineralien in Eisenoxyd, wie z. B. bei den Pseudomorphosen von Rotheisenstein nach Brauneisenstein, Spatheisenstein, Schwefelkies u. s. w.

Auch beobachtet man sehr häufig, dass an Klüften, Rissen oder Spalten eisenschüssiger Gesteine die gelbe in die rothe Farbe übergegangen ist, die sich gegen das Innere rasch verliert. Ebenso lässt sich da, wo Pflanzenwurzeln durch gelbe eisenhaltige Gesteinslagen hindurchziehen, zuweilen, ehe die Farbe sich ganz verliert, ein Uebergang von Gelb in Roth, und auf den Halden durch Verwitterung eine Umwandlung von thonigem Sphärosidernit in eine eisenrothe thonige Masse bemerken. Auch wissen wir, dass, wenn ein Niederschlag von Eisenoxydhydrat längere Zeit unter Wasser stehen bleibt, derselbe aus freien Stücken sich in rothes Eisenoxyd umzuwandeln beginnt. Die Natur kennt mithin verschiedene Wege, aus hellfarbigem Eisenoxydul oder gelbem Eisenoxydhydrat rothes Eisenoxyd entstehen zu lassen. Wärme und höherer Druck scheint diesen Uebergang zu begünstigen. Bei Eisensilikaten bedarf es hierbei erst der vorbereitenden Ueberführung der Eisenverbindung zum Theil unter der reduzierenden Mitwirkung von sich zersetzenden organischen Substanzen zu Oxydulcarbonat, das leicht wieder in Eisenoxydhydrat zerfällt, um endlich sich in Eisenoxyd zu verwandeln. Solche Umwandlungsprozesse scheinen nun an gewissen Stellen des tiefen Meeresgrundes in gesteigerter Energie vor sich zu gehen, wobei in erster Linie die Wirkung der Kohlensäure Platz greifen wird. Wenn dann da oder dort aus dem Carbonat sich wahrscheinlich erst Eisenoxydhydrat abscheidet, so wird dabei Kohlensäure

frei, welche nunmehr alle Kalktheilchen, die sie im Thonschlamm etwa vorfindet, auflösen und fortführen wird. Daher denn nach allen Beobachtungen dieser rothe Thon fast ganz frei von Einschlüssen kalkiger Thierüberreste ist, wie sich diess bei allen unseren älteren rothen Thonschiefer oder Schieferthongesteine ganz genau ebenso verhält.

Wenn nun diese kalkigen, sandigen und thonigen Tiefseeablagerungen gleichsam die normalen und weiterverbreiteten Arten aller Niederschläge am Grunde unserer Weltmeere repräsentiren, so giebt es doch neben denselben noch andere eigenthümliche Ausscheidungen, welche durch Verhältnisse von mehr lokaler Natur hervorgerufen zu sein scheinen.

Unter diesen besonderen Ablagerungen auf dem Meeresboden ziehen vor allen andern gewisse knollige Mangancrystallisationen die Aufmerksamkeit auf sich, welche namentlich bei der berühmten Challengerexpedition an mehreren Stellen und in verschiedenen Meeren aus der Tiefe ans Tageslicht gezogen wurden. Man erbeutete zuerst in der Nähe der Insel Ferro aus 2220 Faden Tiefe Korallenbruchstücke, die gegen Aussen in eine braune Mangansubstanz verwandelt sich zeigten, während das Innere noch die weisse Farbe des Kalkes der Koralle erkennen liess. Das Schiff gelangte dann etwa bei 24 -- 25° n. Breite und 20—24° w. Länge in jene Region einer tiefen Senkung des Meeresgrundes, der hier mit einem fast von organischen Einschlüssen freien rothen Thonschlamm überdeckt ist. In dieser Gegend nun brachte das Schleppnetz eine Menge brauner, länglich runder Knollen mit herauf, welche der Hauptsache nach aus Manganhyperoxyd bestehen. Diesen sonderbaren knollenförmigen Ausscheidungen begegnete man noch mehrfach, am grossartigsten wohl in demjenigen Theil des stillen Oceans, der zwischen Japan und den Sandwich-Inseln sich ausdehnt. Wir besitzen über dieses Vorkommen einen Fundbericht des Theilnehmers an der Chal-

lengerexpedition des hoffnungsreichen jungen Zoologen R. v. Willemoes-Suhm, der leider der Wissenschaft so früh noch während der Expedition durch den Tod entrissen wurde. Derselbe giebt hierüber (Zeitsch. f. wissensch. Zoolog. Bd. XXVII. Brief VII. Seite CIV.) folgendes an:

„Die Bodenbeschaffenheit in diesem zum Theil grossen Tiefen (des Meeres zwischen Japan und den Sandwich-Inseln) war eine sehr merkwürdige; denn abgesehen von dem nicht kalkhaltigen röthlichen Schlamm und der grossen Zahl von Bimssteinstücken, die wir hier antrafen, muss er stellenweise ganz mit grossen knollenförmigen Mangankongrementen bedeckt sein. Dreimal brachte das grosse Netz eine Masse dieser kartoffelförmigen Knollen herauf, die, wenn man sie zerschlägt oder durchsägt, in der Mitte gewöhnlich einen Haifischzahn, ein Muschelfragment, ein Stück Bimsstein oder dergleichen am Meerboden sich findende Körper enthalten. Unserem Chemiker Herrn Buchanan ist es, glaube ich noch nicht gelungen zu erklären, unter welchen Umständen diese auch früher schon angetroffene Absonderung von Mangan aus dem Meerwasser vor sich geht. Früher indess fanden wir wohl oft eine Kruste von Mangan auf irgend einem harten Körper oder auch kleinen Knollen, aber kaum Grund zu der Annahme, dass wie hier, ein grosser Theil des Meeresbodens mit Manganknollen bedeckt sein müsse. Wenn wir solche antrafen (namentlich in 2740—3125 Faden) gab es auch immer eine Menge von Thieren, namentlich kleine *Brochiopoden* (*Orbicula*); auch *Bryozoen* und *Muscheln* aus der Gattung *Arca*, die sich an ihnen befestigt hatten.“

Aus dem Nachlass des beklagenswerthen jungen Zoologen erhielt ich eine Anzahl dieser interessanten Knollen

der Südsee aus 2740 Faden Tiefe zur näheren Untersuchung, welcher ich mich um so lieber unterzog, als gewisse Mangankvorkommnisse in verschiedenen Gesteinsschichten lebhaft an eine ähnliche Manganausscheidung auch in früheren Zeitperioden erinnern.

Von solchen Knollen lagen mir gegen 50 Exemplare zur Untersuchung vor. Ihre äussere Gestalt ist wechselnd von einer ziemlich kugeligunden bis länglich knollenförmigen Form. Auch kommen einzelne warzenähnliche Vorsprünge, Erhöhungen, grubenförmige Vertiefungen und Löcher, seltener das Zusammengewachsensein mehrerer Stücke vor. Die Oberfläche ist matt, rauh, schmutzigbraun gefärbt. Im grossen Durchschnitte zeichnen sich die unregelmässig gestalteten Stücke durch eine relativ geringere Schwere aus, was, wie sich beim Zerschlagen herausstellte, davon herrührt, dass diesen Formen Bimssteinstücke zur Grundlage dienen, über deren unregelmässigen Oberfläche sich eine schwarzbraune Kruste oder Rinde angesetzt hat. Muschelfragmente, zersplitterte Haifischzähne, Knochenstückchen fand ich selten in den mehr rundlichen Stücken und hier nicht immer in der Mitte, gleichsam als Ansatzcentrum, sondern ausserhalb derselben nur zufällig mit in die Masse eingehüllt. Die am regelmässigsten kugelig geformten Exemplare enthielten keine grösseren Stöcke fremder Einschlüsse.

Sehen wir zunächst ab von den bloß überrindeten Stücken, so bietet uns der Querschnitt solcher Exemplare das Bild einer mehr oder weniger regelmässigen schalenförmigen Ueberlagerung von höchst zahlreichen dünnen nicht scharf von einander geschiedenen und unterscheidbaren Kugelrinden, von welchen dunklere, dichtere Lagen mit einzelnen helleren oder mit dünnen, aus beigemengten röthlichen Thontheilchen bestehenden Streifen wechseln. Gegen Innen werden die Kugelschalen dichter, und es geht die Masse in der Mitte oft in eine massive schwarze derbe

Substanz über. Beim Zerschlagen lösen sich einzelne Bruchstücke leicht schalenförmig an den hellergefärbten Lagen ab und man sieht alsdann, dass auf diesen nunmehr aufgedeckten Flächen eine weiche, lockere, röthliche Thonmasse abgesetzt ist, welche etwas heller gefärbt erscheint als der gewöhnliche rothe Tiefseeschlamm, aber wie es scheint, demselben doch entspricht. Die dünnen Lagen dieses röthlichen Thons, aus dem auch die kleineren in den Manganrinden unregelmässig vertheilten und eingeschlossenen Putzen bestehen, zeigen sich auf diesen durch das Zerschlagen blossgelegten Flächen in Folge des Austrocknens genau so zerrissen, wie diess sonst beim austrocknenden Thon vorzukommen pflegt. Auch stellen sich in Folge des Austrocknens der ganzen Masse Klüftchen oder Risse ein, die gleichfalls mit diesem Thon überkleidet sind. Die reinsten dunkelschwarzen im Strich braunen Schalen haben einen pechartigen Glanz und jenen eigenartigen bläulichen Schimmer, wie er bei Mangananflügen oft angetroffen wird.

Der erste Eindruck, welchen die Untersuchung dieser Knollen auf mich machte, rief die Vermuthung wach, dass wir es hier mit einer Ausscheidung unter der Vermittlung organischer Wesen zu thun hätten, welche während ihres Vegetirens etwa Mineralstoffe aus dem Meerwasser in sich concentrirt und zum Aufbau einer festen Masse verwendet hätten, wie es bei den *Corallinen* der Fall ist, und namentlich bei *Lithothamnium* deutlich nachgewiesen wurde. Man könnte an Meeralgae und insbesondere der Form nach an die sog. Meerballen (*Pilulae maritimae*), kugelig verfilzte Haftorgane der Seegräser (*Posidonia oceanica*), denken, die unter gewissen Umständen mit Mangansubstanz erfüllt worden wären. Mein erstes Augenmerk war daher auf eine mikroskopische Untersuchung der Substanz in Dünnschliffen gerichtet. Die mit einigen Schwierigkeiten hergestellten Dünnschliffe liessen aber unter dem Mikroscope

weder im Tangential- noch Radialschnitt irgend eine Spur organischer Struktur erkennen. Man sieht nur mehr oder weniger regelmässige concentrische Lagen einer schwarzen völlig undurchsichtigen Substanz im Wechsel mit eingestreuten helleren Parthieen und halb durchsichtigen opaken Flocken. Auch die Untersuchung der durch Zerdrücken zertheilten Substanz unter dem Mikroskope gab keine besseren Resultate. Wir sehen bei dieser Untersuchung natürlich ab von zufällig beigemengten organischen Substanzen, die nicht hierher gehören. Man könnte denken, dass die Infiltrirung mit der undurchsichtigen Mineralsubstanz möglicher Weise die organische Struktur verdeckt habe. Nach vorläufiger chemischer Untersuchungen war festgestellt worden, dass die Oxyde von Eisen und Mangan als die Hauptbestandtheile der Knollen anzusehen sind. *Setzt man nun kleinere Stückchen längere Zeit der Einwirkung von Salzsäure aus, so erhält man schliesslich nach sorgfältigem Auswaschen eine die ursprüngliche Form ziemlich unverändert beibehaltende Substanz, welche nun ihres Metallgehaltes beraubt, sonst aber unverändert geblieben ist. Leider zerbröckelt die Masse leicht beim Austrocknen und es gehört viele Vorsicht dazu, durch langsames Trocknen vollständig zusammenhängende Stückchen zu gewinnen und durch wiederholtes Einträufeln von durch Chloroform verdünntem Kanadabalsam und Erwärmen endlich eine feste Masse zu erhalten, aus der sich gute Dünnschliffe herstellen lassen. Aber auch diese Stücke, welche nunmehr theils durchsichtig, theils wenigstens durchscheinend sind, lassen jede Anzeige einer organischen Struktur vermissen. Es wechseln in dem Radialschnitte nun mehr nach Wegnahme der Metalloxyde mehr oder weniger opake membranöskörnige Lagen mit den von eingedrungenem Kanadabalsam erfüllten Streifchen.

Diese Versuche wurden nach allen Richtungen hin und an verschiedenen Stücken oft genug wiederholt, um die volle

Ueberzeugung zu gewinnen, dass an der Bildung dieser Manganknollen organische Wesen wesentlich nicht betheiligt sind.

Auch die zwischen den härteren Schalen hier und da abgesetzten Lagen des röthlichen Thons wurden einer besonderen mikroskopischen Untersuchung unterworfen, wobei sich ergab, dass ausser den gewöhnlich bei dem Thon beobachteten Flocken und körnigen Blättchen weder *Coccolithen* oder *Foraminiferen*, noch *Diatomeen* oder *Polycystinen* vorhanden sind. Wir haben es also mit einer rein mechanischen Mineralausscheidung oder Zusammenballung, mit einer Art Oolithbildung im Grossen zu thun.

Im Falle Bimssteinstückchen das Innere der Knollen ausmachen, erweisen sich diese vorherrschend schmutzig röthlich gefärbt und es zeigt sich, dass die Zwischenräume zwischen den Bimssteinfäden meist ganz mit dem röthlichen Thon ausgefüllt sind, welcher auch zwischen den Manganlagen vorkommt. Dagegen bemerkt man selten eingedrungenes Mangan, obwohl dasselbe in dicken Krusten sich nach aussen anlegt. In manchen Stückchen zeigen sich nur feine dendritische Anflüge oder feine schwarze Punkte, auf Klüften dagegen krustenförmige Rinden von Mangansubstanz. Es ist daraus zu folgern, dass vor der Umbüllung der Bimssteinstücke mit der Manganrinde, dieselben schon längere Zeit in dem schlammigen Wasser lagen und sich nach und nach der Art mit Schlamm ausfüllten, dass bei der später erfolgten Manganabscheidung, dieser Stoff nicht mehr ungehindert ins Innere des Bimssteins eindringen konnte.

Was die Beschaffenheit des Bimssteins anbelangt, so gehört derselbe den feinblasigen, fasrigen mattglänzenden Varietäten an, deren wasserhelle Glasfäden nur zerstreute Bläschen, keine Mikrolithe und Trichite enthalten. In einzelnen Putzen liegen in der Bimssteinmasse kleine Gruppen von glasglänzendem Sanidin mit etwas Plagioklas, Magnet-

eisen (mit der Magnetnadel ausziehbar) und ein bräunlich oliven-grünes glasglänzendes Mineral. Dieses bräunlich gefärbte Mineral ist nicht fasrig, zeigt jedoch ziemlich starken Dichroismus und möchte demnach für basaltische Hornblende zu halten sein. Die Bimssteinstücke entstammen daher mit grosser Wahrscheinlichkeit einer untermeerischen vulkanischen Eruption und gehören zu jener Klasse der den trachytischen Gesteinen sich anreihenden Abänderungen, welche kleine Stückchen von Trachyt einschliessen. Da sich die Bimssteinmasse von dem Ueberzug mit Tiefseeschlamm nicht vollständig befreien liess, war von einer chemischen Analyse derselben ein weiterer Aufschluss über ihre Natur nicht zu erwarten.

Die chemische Analyse dieser Knollen, welche Herr Assistent Ad. Schwager besorgte, weist darin einen Durchschnittsgehalt von 23,6% Manganhyperoxyd und 27,46% Eisenoxyd nach, letzteres wahrscheinlich ursprünglich z. Th. als Oxydul in den Knollen enthalten. Dieser aussergewöhnlich hohe Gehalt an Mangan führt zu der Frage, ob wir diesen Gehalt von der gewöhnlichen Zusammensetzung des Meerwassers ableiten dürfen. Die meisten der Meerwasser-Analysen begnügen sich mit der Bestimmung der Hauptbestandtheile desselben und nehmen wenig Rücksicht auf die in kleinsten Mengen mit vorkommenden Beimischungen. Doch gibt bereits Forchhammer Mangan als im Meerwasser vorhanden an und auch Bischof hat dasselbe in der Asche des Seegrases (*Zostera maritima*) nachgewiesen, zum Beweise, dass es im Meerwasser vorhanden sein muss. Aber von einer so hochgradigen Verdünnung lässt sich das so massenhafte Auftreten des Mangans in den Knollen nicht wohl ableiten. Auf der andern Seite verdient daran erinnert zu werden, dass sehr viele Quellwässer, namentlich die Eisen-haltigen auch Manganbicarbonat in Lösung enthalten. Es genügt auf die krustenförmigen Manganabsätze der Quellen zu

Luxeuil (*Ann. d. Chim. et d. Phys.* T. XVIII, p. 221), jene von Carlsbad nach Kersten (*Arch. v. Karsten u. v. Dechen*, Bd. XIX, S. 754) von Ems und Nauheim und auf die zahlreichen Mineralwasser-Analysen hinzuweisen, in welchen fast constant ein Mangangehalt angegeben ist. Auch lassen die auf so vielen Klüften der Gesteine und auf Rissen vieler Mineralien vorkommenden Mangandendriten eine weit verbreitete Wanderung gelöster Mangansalze im Mineralreiche voraussetzen.

Es tritt uns nun bei den Manganknollen aus dem stillen Ocean die bemerkenswerthe Thatsache entgegen, dass zahlreiche Exemplare derselben einen Kern von Bimsstein in sich schliessen. Der Meeresboden, auf welchem die Manganknollen in so grosser Menge ausgebreitet liegen, ist daher unzweifelhaft von vulkanischen Ereignissen in hohem Grade berührt und von submarinen Eruptionen heimgesucht worden. Es liegt die Vermuthung nahe, dass die Bildung der Manganknollen mit diesen untermeerischen vulkanischen Erscheinungen im genetischen Zusammenhange steht. Zahlreiche, auch in vulkanischen Gesteinen vorkommende Mineralien enthalten bekanntlich einen mehr oder weniger grossen Gehalt an Mangan. Abich wies im Labrador 0,89 Manganoxydul (*Pogg. Ann.* Bd. 50. S. 347) und Hermann (*Journ. f. pr. Chem.* Bd. 47 S. 7) in sog. Manganamphibol von Cummington sogar 46,47% Manganoxydul nach und viele Augite enthalten Mangan. In Folge einer im grossartigen Maassstabe vor sich gehende Zersetzung solcher Gesteinsgemengtheile durch Kohlensäure, die ja in vulkanischen Gegenden reichlich zur Verfügung steht, liesse sich erst die Bildung von Manganbicarbonat, und aus diesem dann die Umbildung in Manganhyperoxyd denken. Es stehen mithin zwei Quellen der Manganerzeugung zur Verfügung, die der Mineralzersetzung und die Ausscheidung aus Mineralwässern.

Wenn es sich nun im gegebenen Falle darum handelt, welcher von diesen beiden Vorgängen am wahrscheinlichsten die Entstehung der Tiefseeknollen zugeschrieben werden darf, so scheinen mir gewichtige Gründe dafür zu sprechen, der Annahme den Vorzug einzuräumen, dass hierbei untermeerische Quellenergüsse thätig sind. Denn wenn wir eine Abscheidung von Mangan aus der Zersetzung von Mineralien ableiten wollten, so würde es schwer fallen, die enorme und aussergewöhnliche Anhäufung solcher Absätze zu erklären. Dazu kommt aber der noch wichtigere Umstand der *Textur* der Knollen.

Eine einfache Abscheidung aus zersetzten Mineralien würde nur mehr oder weniger schichtenweisen Absatz des Mangans zur Folge haben, wie wir es bei dem Tiefsee-, Kalk- und Thonschlamm beobachten. Nun besitzen aber die Knollen das Gefüge, welches unzweideutig einer Oolithbildung völlig analog gestellt werden muss und eine fluthende Hin- und Herbewegung voraussetzt. Diese Art Oolithbildung kann nicht ohne grosse Bewegung innerhalb des Wassers stattfinden, in welchem die Manganausscheidung successiv vor sich geht. In einer Tiefe von selbst über 5500 Meter, aus der die Knollen stammen, kann eine Fluthbewegung von der Oberfläche des Meeres herwirkend nicht gedacht werden, und im Meere selbst in beträchtlicher Tiefe durch verschiedene Temperaturen bedingte Strömungen würden im günstigsten Falle, wenn sie bis zum Meeresboden reichten, doch nur eine Bewegung nach einer Richtung hin bewirken, keine hin- und hergehende, rollende, wie es die Knollenbildung voraussetzt. Es muss daher am Grunde des Meeres selbst auch eine Ursache der Bewegung gesucht werden. Solche Bewegungen aber erzeugen mit Macht aufsteigende Quellen; sie sind häufig von einem Aufsprudeln begleitet, wie wir diess thatsächlich bei der Bildung von Kalkoolithen wirksam sehen. Wasser und Gase mögen

vielleicht vereint wirken. Jedenfalls kann die kugelige und knollenförmige Gestalt, so wie die concentrisch schalige krustenförmige Zusammensetzung nur durch die Annahme erklärt werden, dass im Bildungsherde eine stets wogende Hin- und Herbewegung herrsche. Es erscheint mir daher als das Wahrscheinlichste, dass die Manganknollen des stillen Oceans ihr Material aus untermeerischen Quellen schöpfen und ihre oolithähnliche Formung durch die strudelnde Bewegung erlangen, welche das Aufsteigen der Quellen am Grunde des Meeres begleiten muss.

Das häufige Zusammenvorkommen in welchem wir die Manganmineralien mit anderen Stoffen namentlich mit Baryt antreffen, gab nun eine weitere Veranlassung, auch in diesen Knollen nach einer solchen Vergesellschaftung zu forschen und deshalb die Manganknollen einer weiteren chemischen Analyse zu unterwerfen.

Es wurde hierbei folgende Zusammensetzung der bei 110°C. getrockneten Substanz durch Assist. A. Schwager ermittelt:

Eisenoxyd	.	.	.	27,460
Manganhyperoxyd	.	.	.	23,600
Wasser	.	.	.	17,819
Kieselsäure	.	.	.	16,030
Thonerde	.	.	.	10,210
Natron	.	.	.	2,358
Chlor	.	.	.	0,941
Kalkerde	.	.	.	0,920
Titansäure	.	.	.	0,660
Schwefelsäure	.	.	.	0,484
Kali	.	.	.	0,396
Bittererde	.	.	.	0,181
Kohlensäure	.	.	.	0,047
Phosphorsäure	.	.	.	0,023

Kupferoxyd	0,023
Nickel- und Kobaltoxyd	0,012
Baryterde	0,009
Zweifelhafte Spuren von Blei, Antimon, Bor, Lithion	
Jod	Spuren
Organische Bemengungen	Spuren
	<hr/>
	101,173

Es ist hinzuzufügen, dass die Versuche bezüglich der Anwesenheit von Silber und Arsenik nur negative Resultate gaben. Der Ueberschuss der Gesamtsumme über 100 mag davon herrühren, dass nicht sämmtliches Eisen als Oxyd in der Verbindung enthalten sein wird, wie es berechnet wurde. Die Analyse bestätigt demnach die Anwesenheit von Baryterde; wenn dieselbe sich auch in sehr geringen Mengen vorfindet, so ist immerhin die Analogie der Manganausscheidung in den Knollen mit der Manganerzbildung dadurch constatirt. Sehr auffallend dagegen ist der geringe Gehalt an Kohlensäure, was zu beweisen scheint, dass in der Meeres-tiefe ein sehr energischer Oxydationsprocess herrscht.

Nachdem durch Salpetersalzsäure die in diesen Säuren löslichen Bestandtheile entfernt sind, bleibt ein ziemlich weisser schlammiger Rückstand, der bei 110°C. getrocknet, besteht aus:

Kieselerde	73,16
Thonerde	11,98
Etwas manganhaltigem Eisenoxyd	4,56
Kalkerde	1,86
Bittererde	1,01
Kali	0,83
Natron	0,57
Wasser	4,51
	<hr/>
	100,48

Verglichen mit dem Thonrest des kalkigen Tiefseeschlammes nach Entfernung der Carbonate erweist sich dieser Rückstand Kieselsäure-reicher und Thonerde-ärmer; besonders bemerkenswerth ist der grosse Natrongehalt. Manche Thonsteine haben eine sehr ähnliche Zusammensetzung. Es ist zu vermuthen, dass ein Theil der Kieselsäure nicht an Thonerde gebunden vorhanden sei.

Dieses Vorkommen von stark manganhaltigen Knollen am Grunde des Meeres erhält ein erhöhtes geologisches Interesse durch die Analogie, welche zwischen denselben und gewissen knollenförmigen Manganausscheidungen, die in verschiedenen Schichtgesteinen sich vorfinden, zu bestehen scheint. Es lässt sich zunächst auf gewisse stark Mangan- und Eisen-haltige Kalkknollen hinweisen, welche zwischen Thonschieferflasern eingebettet an vielen Stellen den oberdevonischen sog. Kramenzelstein der rheinischen Gegenden ausmachen und in Folge der Verwitterung oder Zersetzung in eine gelbe ockerige oder braune Wad-ähnliche Substanz übergehen. Solche Knollenkalke mit einem sehr grossen Mangangehalte finden sich auch im Fichtelgebirge und im Thüringer Walde und man kann sich die Entstehung der Knollen kaum auf andere Weise vorstellen, als durch eine rollende Bewegung am Meeresgrunde. Freilich enthalten sie vorzugsweise Kalk und entbehren oder lassen jetzt nicht mehr deutlich die concentrisch schalige Textur erkennen, welche unsere Manganknollen so sehr auszeichnet. Man möchte hier an einen späteren Umtausch von Kalk gegen die Metalloxyde und an eine Umbildung, durch welche die Textur verwischt wurde, denken.

Ebenso begegnen wir im Buntsandstein, im Keuper und in vielen andern Gesteinen Manganausscheidungen in Form von Putzen und Knollen, deren Ursprung schwer erklärlich ist, wenn wir denselben nicht eine ähnliche Art der Entstehung, wie die der beschriebenen Tiefseeknollen zuweisen. Die grösste

Aehnlichkeit mit letzteren dürften die noch deutlich schaligen Manganknollen zu erkennen geben, welche an manchen Stellen, (z. B.: Baieralpe bei Kreuth, Kammerkahr u. s. w.) in den tiefsten Schichten des rothen Liaskalkes der Alpen eingebettet liegen und zuweilen eine Versteinerung als Kern umschliessen.

Man darf hier überhaupt an die weit verbreitete Bildung der Knollen und Geoden erinnern, welche nicht alle als blosse Mineralconcentrirungen aus der umgebenden Gesteinsmasse gelten können, sondern auf ähnliche Vorgänge, wie sie oben geschildert wurden, hinweisen. Es reihen sich mithin geologisch wichtige Erscheinungen in mehrfacher Richtung hier an, auf welche die Aufmerksamkeit hinzulenken, der Zweck dieses kurzen Berichtes sein sollte.
