

SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEM

NEUEN JAHRBUCH

FÜR MINERALOGIE, GEOLOGIE UND PALAEOONTOLOGIE.

II. Beilage-Band.

**Welche Ablagerungen haben wir als Tiefsee-
bildungen zu betrachten?**

Von

Theodor Fuchs,

Custos am K. K. Hof-Mineralienkabinet in Wien

• **Stuttgart.**

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1882.

Welche Ablagerungen haben wir als Tiefsee- bildungen zu betrachten?

Von

Theodor Fuchs,

Custos am K. K. Hof-Mineralienkabinet in Wien.

Einleitung.

Seitdem GRESSLY in seiner bekannten Arbeit über den Jura von Solothurn zum erstenmale den Grundsatz zur Geltung gebracht, dass die Beschaffenheit einer Ablagerung und der Gehalt ihrer Fauna nicht nur von ihrem Alter, sondern ebenso sehr von den äusseren Umständen bedingt werde, unter denen sie zur Ablagerung gelangte, und mit bewunderungswürdiger Schärfe eine Anzahl solcher Ablagerungsformen oder „Facies“ charakterisirte; seitdem ferner FORBES in seinen berühmten, grundlegenden Arbeiten auf die grosse Wichtigkeit hinwies, welche namentlich die bathymetrische Vertheilung der Meeresorganismen für den Geologen und Paläontologen besitze; ist wohl kaum eine grössere geologisch-paläontologische Arbeit erschienen, welche nicht mehr oder minder ausführlich dieser Verhältnisse gedacht hätte und „Facies“, „Litoralbildung“, „Tiefseebildung“ sind Ausdrücke, denen man in solchen Arbeiten fortwährend begegnet.

Trotz alledem muss man gestehen, dass kaum ein Capitel der stratigraphischen Geologie so sehr im Argen liegt, wie gerade die Lehre von den „Facies“, denn ganz abgesehen von den feineren, untergeordneten Unterschieden, hat man sich bisher nicht einmal über die Fundamente, was man als Litoralbildung

und was als Tiefseebildung aufzufassen habe, einigen können und man kann täglich sehen, dass Ablagerungsformen, welche ein Geologe für typische Tiefseebildungen erklärt, von einem andern sammt und sonders für ausgesprochene Litoralbildungen erklärt werden oder auch umgekehrt.

Die Hauptursache dieser Verwirrung ist wohl darin zu suchen, dass es bisher eigentlich noch niemand unternommen hat, diese Frage, gestützt auf die Kenntniss der geologischen und zoologischen Verhältnisse, in umfassenderer Weise, nach einem einheitlichen Principe methodisch zu untersuchen, sondern dass man sich fast ausnahmslos begnügte, die Sache so nebenher abzuthun, ja sie meistens nur als Nothbehelf und Aushilfe in solchen Fällen verwendete, wo die stratigraphischen Verhältnisse den gehegten Erwartungen nicht entsprachen.

So lange irgend ein geologisches Objekt jene Schichtenfolge zeigte, welche man erwartete, kümmerte man sich selten um die Natur der Ablagerungen und nur dort, wo man mit der Parallelisirung der Schichten ins Gedränge kam, wurden zur Überbrückung der Schwierigkeiten aushilfsweise die „Facies“ angerufen und dann musste meist eine Ablagerung „Litoralbildung“ oder „Tiefseebildung“ sein, wie es im vorliegenden Falle die Theorie des Autors erforderte, ohne Rücksicht auf ihre Beschaffenheit.

Allerdings gab es auch glänzende Ausnahmen von dieser Regel, und ich brauche, ausser den bereits erwähnten, nur die Namen PREVOST, SUESS, RICHTHOFEN, MOJSISOVICS, SEGUENZA zu nennen, um eine Anzahl ausgezeichneter Arbeiten ins Gedächtniss zu rufen, welche sich in eingehender Weise mit dem in Rede stehenden Gegenstand beschäftigen, und werthvollste Fixpunkte zur Beurtheilung dieser Verhältnisse geliefert haben.

Diese Arbeiten waren es denn auch, welche mir bei meinem Versuche, das angeregte Thema im Grossen zu behandeln, vielfach zur Basis dienten, wenn ich auch allerdings nicht im Stande war, in allen Stücken die Ansichten meiner Vorgänger zu theilen.

Ich habe meine Arbeit soeben einen Versuch genannt und mehr kann sie in der That nicht sein, ja wenn ich den Umfang und die Vielseitigkeit des Gegenstandes in Erwägung ziehe, so muss ich sogar hinzusetzen, dass ich sie nicht als einen Ver-

such betrachte, die vorliegende Frage zu lösen, sondern nur als einen Versuch, die Discussion des Gegenstandes in Fluss zu bringen.

Allgemeines.

Bevor ich zu einer näheren Betrachtung meines Gegenstandes übergehe, halte ich es für nothwendig, einige allgemeine Bemerkungen voranzuschicken, welche theils bestimmt sind, meinen Standpunkt in der Sache zu präcisiren und über einige allgemeine Verhältnisse zu orientiren, theils aber den Zweck haben, einige Vorurtheile zu berichtigen, welche als Erbtheil früherer Zeiten in geologischen Kreisen noch immer sehr verbreitet sind und meiner Ansicht nach wesentlich Schuld daran tragen, dass hieher gehörige Fragen eine so verschiedene und oft sicherlich unrichtige Deutung erhalten.

Was die Präcisirung meines Standpunktes anlangt, so ist es vor allen Dingen meine Aufgabe, festzustellen, was ich in vorliegender Arbeit überhaupt unter „Tiefseebildung“ verstehe.

Diese Frage ist keineswegs so einfach, als es den Anschein hat und kann eine sehr verschiedene Beantwortung finden.

Hat man hiebei bloss die Bildung des Sedimentes im Auge, so verstand man früher unter Litoralbildung diejenigen Ablagerungen, welche sich im Bereiche der Wellenbewegung, unter Tiefseeablagerung jene, welche sich ausserhalb derselben bilden; gegenwärtig versteht man in der Regel unter Litoralbildung alle jene Ablagerungen, welche ihr Material vom Lande beziehen (Gerölle, Sand, Schlamm), und unter Tiefseebildung jene, welche durch eine Anhäufung der schwebenden Substanzen des Meeres gebildet werden (Globigerinen-, Radiolarien-, Diatomeen-Schlamm, Red Clay).

Stellt man sich hingegen auf den Standpunkt des Zoologen und Paläontologen, so versteht man unter „Tiefseebildungen“ jene Ablagerungen, welche die Tiefseefauna enthalten.

In vorliegender Arbeit ist stets der letztere Gesichtspunkt festgehalten.

Es ist jedoch auch mit dieser Feststellung vorläufig nur eine principielle Definirung gegeben, denn sofort taucht die weitere Frage auf: „was haben wir denn eigentlich unter der Tiefseefauna zu verstehen?“

Die Beantwortung dieser Frage scheint auf den ersten Blick noch schwieriger, ja in allgemein giltiger Weise sogar unmöglich zu sein, da man ja bekanntlich in Bezug auf die Fauna des Meeres eine grosse Anzahl einzelner Tiefenzonen unterscheiden kann, und es ziemlich willkürlich erscheint, wo man die Grenze zwischen Litoral- und Tiefseefauna setzen will.

In der That gehen die Ansichten der Naturforscher über diesen Punkt auch sehr auseinander und wenn z. B. FORBES früher den Beginn der Tiefseefauna bei circa 50 Faden festsetzte, so wurde derselbe im Verlaufe der Zeiten auf 100, 200, 300 Faden verlegt, bis schliesslich GÜNTHER sogar den Ausspruch that, von einer wirklichen Tiefseefauna könne man erst bei 500 oder 600 Faden sprechen.

Trotz diesem weiten Auseinandergehen der Anschauungen glaube ich doch, dass man zu einer bestimmten allgemein acceptablen Entscheidung der Frage kommen kann, wenn man dieselbe nur richtig stellt und zur Lösung derselben die richtige Methode anwendet.

Was die Formulirung der Frage anbelangt, so muss dieselbe richtig gestellt, meiner Ansicht nach folgendermassen lauten:

An welcher Stelle haben wir die Skala der an der Fauna erkennbaren Tiefenzonen zu trennen, um 2 Gruppen zu erhalten, von denen jede in sich möglichst homogen ist und welche zu gleicher Zeit im Ganzen betrachtet den möglichst grossen Contrast gegen einander bilden?

Was die Methode betrifft, die man zur Entscheidung dieser Frage anzuwenden hat, so besteht dieselbe darin, dass man sich zuerst ein möglichst klares Bild der Litoralfauna und der Tiefseefauna in ihrer typischen Entwicklung bildet, dass man feststellt, bis zu welchen Grenzen man diese beiden Faunen in ihrer typischen Form findet und dass man dann von diesen beiden Fixpunkten aus convergirend vorschreitend auf beiden Seiten die allmähliche Auflösung der typischen Form verfolgt, bis man schliesslich zu einer neutralen Zone gelangt, in welche die typischen Charaktere beider Faunen vollkommen verschwunden sind oder aber sich dermassen gegenseitig das Gleichgewicht halten, dass man sie mit gleichem Rechte zu der einen wie zu der andern zählen könnte.

Versucht man es, diesen Process durchzuführen, so gelangt man zu dem Resultat, dass man die Grenze zwischen einer oberen und einer unteren Fauna am richtigsten zwischen 40 und 50 Faden, mithin in den untern Theil der Corallinenzone verlegt.

Die Korallbänke mit ihrer üppigen Thierwelt, die Algenwälder und Zosterawiesen mit ihrer eigenthümlichen Fauna, die grossen Bivalvenbänke bleiben sämmtlich oberhalb dieser Grenze, anderseits beginnen hier bereits die Brachiopoden und Tiefsee-Korallen als Vorläufer der Tiefseefauna aufzutreten, während die Kieselschwämme, Crinoiden und die übrigen Tiefseetypen erst in etwas grösserer Tiefe nachfolgen.

Vergleicht man diese Eintheilung mit den bisher üblichen Zonen, so entspricht unsere Litoralzone der Litoralzone im engeren Sinne nebst der Laminarienzzone; unsere Tiefseezone, der Tiefsee- und Abyssenregion, während die Corallinenzone den Übergang zwischen beiden vermittelt.

Der Charakter der Corallinenzone als Übergangszone wird gut durch die Thatsache illustriert, dass FORBES dieselbe in zwei Unterzonen theilte, eine obere, welche durch *Fusus antiquus*, *Pullastra virginea* und *Pecten maximus* charakterisirt wird und hiedurch einen vorherrschend litoralen Charakter erhält; und eine untere, die durch *Pleurotoma teres* und *Turbinolia Milletiana* bezeichnet wird und hiedurch eine Annäherung an die Tiefseefauna documentirt.

Es gereicht mir zur grossen Befriedigung, zu finden, dass neuerer Zeit zwei competente Forscher völlig unabhängig von einander zu einer ganz ähnlichen Auffassung gelangt sind.

So bemerkt JEFFREYS*, dass die Laminarienzone sich auf das engste an die Litoralzone anschliesse und mit derselben viel mehr Gemeinschaft habe, als mit der Corallinenzone, während letztere sich mehr an die Tiefseezone anschliesse, so dass man von einem höheren Standpunkte aus die Gesammtheit der FORBES'schen Tiefenzonen in 2 Gruppen bringen könne, eine obere, welche der Litoral- und Laminarienzzone entspricht (Litoralzone im weiteren Sinne), und eine untere, welche die Corallinen- und Tiefseezone umfasst (Submarine Zone).

* Reports on Dredging (Ann. Mag. Nat. Hist. 1869. 6. 448).

Allerdings muss man hiebei voraussetzen, dass JEFFREYS hier unter „Corallinenzone“ bloss den unteren Theil derselben vor Augen hat, da der obere Theil derselben, wie wir soeben sahen, sich seiner Fauna nach mehr der Laminarienzonen nähert.

Ebenso bemerkt STUXBERG, dass man in den Meeren von Novaja Semlja strenge genommen eigentlich nur 3 Zonen deutlich unterscheiden könne, welche er Litoralzone, Sublitoralzone und Elitoralzone nennt, von denen die beiden ersteren aber so viel Gemeinsames haben, dass sie gewissermassen zusammen eine höhere Einheit gegenüber der Elitoralzone bilden, welche ihrerseits auch die Tiefseezone umfasst. Als Tiefengrenze zwischen Sublitoral- und Elitoral- (Tiefsee-) Zone wird beiläufig die Tiefe von 40 F. angegeben*.

Es würde demnach unsere Litoralzone dem entsprechen, was STUXBERG Litoral- und Sublitoralzone nennt, unsere Tiefseezone hingegen seiner Elitoralzone.

Ich habe an anderer Stelle nachzuweisen gesucht, dass die Grenze zwischen Litoral- und Tiefseezone nach der hier adoptirten Auffassung, nicht sowohl durch die Temperatur, als vielmehr durch die Lichtverhältnisse bedingt wird, indem sie vollkommen mit derjenigen Lichtgrenze übereinstimmen, welche BOUGUER durch Rechnung, SECCHI und POURTALES aber durch ihre Experimente mit einer weissen Scheibe gefunden haben.

Da nun das Verhalten des Meerwassers zum Lichte augenscheinlich zu allen Zeiten ein ähnliches war wie heute, so sind wir wohl berechtigt, für die früheren geologischen Epochen eine ähnliche bathymetrische Vertheilung der Organismen anzunehmen, wie wir sie in den heutigen Meeren finden**.

* Evertbratfaunan i Sibiriens Ishaf. (Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handling. 1880. vol. V.)

** Ich habe mich über diese Verhältnisse an anderer Stelle ausführlicher ausgesprochen und erlaube mir darauf zu verweisen. Siehe: „Über einige Punkte in der physischen Geographie des Meeres.“ — Über die pelagische Flora und Fauna.“ — „Was haben wir unter Tiefseefauna zu verstehen, und durch welches physikalische Moment wird das Auftreten derselben bedingt?“ — „Über die untere Grenze und die bathymetrische Gliederung der Tiefseefauna.“ (Verhand. Geol. Reichsanst. 1882.) — „Über

Ich habe in der Einleitung von einigen Vorurtheilen gesprochen, welche in geologischen Kreisen vielfach verbreitet, zu zahlreichen Irrthümern Anlass geben und ist es wohl nunmehr meine Aufgabe, einige der wichtigsten hier kurz zu besprechen.

Eines der schwerwiegendsten Vorurtheile besteht darin, dass man von der Vorstellung ausgeht, dass die Tiefseefauna ihren Hauptsitz in den grossen centralen Theilen der Weltmeere habe und dass daher Ablagerungen, welche sich in ihrer Verbreitung an bestimmte Küstenlinien halten, keine Tiefseefauna enthalten könnten.

Ich habe jedoch bereits in einer der vorerwähnten Mittheilungen darauf hingewiesen, dass die Tiefseefauna mit ganz ausgesprochenem Charakter bereits in der mässigen Tiefe von circa 100 Faden beginnt, dass sie bei einer Tiefe von 500 F. bereits den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht und dass mit einer Tiefe von 1000 Faden überhaupt das Auftreten neuer Typen aufhört, so dass man in grösseren Tiefen keine Formen antrifft, die nicht auch in geringerer Tiefe vorkommen würden.

Nimmt man nun mit MOSELEY an, dass die Küsten der Continente durchschnittlich mit einem Neigungswinkel von 2° gegen die Tiefe des Meeres zu abfallen, so folgt daraus, dass man bereits in einer Entfernung von $\frac{3}{4}$ Meilen von der Küste eine Tiefe des Wassers von mehr als 100 Faden antrifft, bei 3,5 Meilen Entfernung hat das Wasser bereits eine Tiefe von 500 F. und bei 7 Meilen Entfernung 1000 F.

An einer Küste mit mittlerem Neigungswinkel wird man daher in einer Entfernung von weniger als $\frac{3}{4}$ Meilen vom Ufer bereits eine ausgesprochene Tiefseefauna finden, in 3—4 Meilen Entfernung hat die Tiefseefauna bereits den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht, und wenn man einmal bis in eine Entfernung von 7 Meilen gelangt ist, so könnte man eigentlich das weitere Dredgen aufgeben, denn was man noch in weiterer Entfernung vom Ufer, in noch grösserer Tiefe zu finden hoffen darf, ist nur eine Wiederholung dessen, was man bereits gefunden*.

den Einfluss des Lichtes auf die bathymetrische Vertheilung der Meeresorganismen.“ (Sitzber. K. K. Zool.-Bot. Gesellschaft, 5. April 1882.)

* Auf diesen Umstand hat namentlich AGASSIZ hingewiesen, indem er hervorhob, dass die Tiefseefauna mit der Entfernung von den Küsten

Es ist nun allerdings wahr, dass der oben angenommene Neigungswinkel von 2° für viele Fälle zu gross ist und dass sich bisweilen, wie z. B. in der Nordsee, oder im Gebiete der Sundainseln seichte Meeresstrecken in viel grössere Entfernungen von der Küste erstrecken, andererseits muss aber wieder berücksichtigt werden, dass in sehr vielen anderen Fällen, wie z. B. an der Küste von Norwegen und noch mehr in der Umgebung der Koralleninseln der Abfall gegen die Tiefe ein viel steilerer ist, und die oben angeführten Tiefen daher viel näher am Ufer gefunden werden. Die vorher angeführten Zahlen können daher allerdings als ein annähernder Ausdruck der durchschnittlichen wirklichen Verhältnisse angesehen werden und es folgt daraus unmittelbar, dass Tiefseethiere nicht nur ausnahmsweise in der Nähe der Küste gefunden werden, sondern, dass sie vielmehr hier ihren eigentlichen Sitz haben und der weitaus reichste und wichtigste Theil der Tiefseefauna einen verhältnissmässig schmalen Saum längs der bestehenden Küstenlinien einnimmt.

Ein zweites allgemein verbreitetes Vorurtheil besteht darin, dass man annimmt, eine wirkliche Tiefseefauna könne nur in sogenannten Tiefseesedimenten, d. i. in Globigerinen-, Radiolarien und Diatomeenschlamm oder doch nur in sehr zarten und feingeschlemmten Materialien vorkommen.

Es ist dies jedoch ein grosser Irrthum.

Litorale Sedimente aus grobem Gruss, Sand und Thon bestehend reichen bis in Tiefen von 500—600 Faden und darüber, ja die französische Tiefseeexpedition des Travailleur hat im verflossenen Jahre an den Küsten von Portugal und Spanien sogar in einer Tiefe von 300 und 500 Faden ausgedehnte Gerölllager von einer reichen Tiefseefauna besetzt ge-

an Reichthum abnehme, so zwar, dass bei gleicher Tiefe in der Nähe der Küste unverhältnissmässig mehr Tiefseethiere gefunden werden, als in grösserer Entfernung von derselben. — Es wird dies wahrscheinlich dadurch bedingt, dass die Tiefseefauna einen Theil ihrer Nahrung vom Festlande empfängt. Eine Ausnahme von dieser allgemeinen Regel scheinen bloss die arktischen und antarktischen Meere zu machen, in welchen die Tiefseefauna überall reich entwickelt ist, ohne Rücksicht auf die Nähe der Küsten.

funden*. In der Umgebung der Koralleninseln finden sich Anhäufungen grosser Korallenblöcke weit in das Gebiet der Tiefseefauna hinein und grober Korallendetritus reicht sehr häufig bis in eine Tiefe von nahezu 1000 Faden.

Nulliporen werden nach CARPENTER bis 150 Faden gefunden. Bryozoen kommen in grossen Massen in den grössten Tiefen vor und zwar finden sich noch bis 100—150 F. auch derbe massige Formen (Celleporen), ja die Riesen der Bryozoenwelt, strauchartige Formen von 1'—2' Höhe finden sich in den arktischen Gewässern gerade in einer Tiefe von 100 und 200 Faden, wo sie gesellig wachsend wahre Wälder bilden.

Im Allgemeinen betrachtet, muss man allerdings zugeben, dass in geringer Tiefe das grobe, in grösserer Tiefe das feine Sediment vorwiegt, dass man daher im Allgemeinen die litorale Fauna vorwiegend in grobem, die Tiefseefauna vorwiegend in feinem und zarten Sediment antreffen wird, aber man muss sich sehr hüten, dies auch in allen einzelnen Fällen zu erwarten.

Ablagerungen von Sand und Gruss, von Bryozoen und Nulliporenkalk, ja unter Umständen von Geröllen können sehr gut im Bereiche der Tiefseefauna abgelagert sein und eine Tiefseefauna enthalten.

Das durch seinen ausserordentlichen Reichthum an Tiefseethieren ausgezeichnete „Pourtales-Plateau“ an der Küste von Florida besteht zum grossen Theile aus den Resten von Tiefseethieren (namentlich Korallen), welche durch Nulliporen verkittet sind.

In der Meerenge von Messina finden sich nach SEGUENZA in einer Tiefe von circa 70 Faden ausgedehnte Gründe überwuchert von Bryozoen, Serpulamassen und Kolonien riesiger Balanen, dazwischen aber in grosser Menge Tiefseekorallen, Brachiopoden und eine überraschende Mannigfaltigkeit kleiner Tiefseemollusken.

Ein weiteres Vorurtheil, welches man vielfältig rücksichtlich der Tiefseefauna hegt, besteht darin, dass man dieselbe für sehr gleichartig und einförmig hält.

* MILNE EDWARDS: Rapports sur la campagne de Dragages du Travailleur dans la Méditerranée et dans l'Atlantique en 1881. (Assoc. Scient. de France. 22 Jan. 1882.)

Nichts wäre jedoch unrichtiger als diese Vorstellung.

Alle Naturforscher, welche sich mit Tiefseeuntersuchungen beschäftigt haben, stimmen darin überein, dass die Tiefseefauna in ihrer Zusammensetzung und Beschaffenheit in hohem Maasse von der Natur des Bodens abhängig ist, so dass sich mit der Beschaffenheit des Bodens stets auch diejenige der Fauna ändert.

Auf festem Boden finden sich die Korallen und Brachiopoden, der Globigerinenschlamm ist reich an Glasschwämmen, der Thon scheint das Vorkommen von Mollusken zu begünstigen u. s. w.

In den Meeren nördlich von Schottland kann man zwei scharf getrennte Regionen unterscheiden, welche man als die kalte und warme Area bezeichnet. Beide Gebiete liegen in einer Tiefe von 500—600 Faden, doch steht die eine unter dem Einflusse des Golfstromes, die andere unter demjenigen der polaren Strömung. Die Fauna dieser beiden, in derselben Tiefe gelegenen, und unmittelbar an einander grenzenden Gebiete zeigt nun im Einzelnen sehr bedeutende Verschiedenheiten.

Auch die Tiefe hat innerhalb des von uns angenommenen Rahmens noch einen Einfluss auf die Fauna. Gewisse Formen, wie z. B. Haifische, Rochen, Stachelflosser, Cephalopoden, kommen nur selten tiefer als 500 Faden vor, während manche andere Typen umgekehrt erst unter 500 Faden den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen, wie z. B. viele Tiefseefische.

Ausser diesen Verschiedenheiten, welche sich auf bestimmte erkennbare Faktoren der physikalischen Verhältnisse zurückführen lassen, giebt es aber noch eine Menge Verschiedenheiten nach weiteren und engeren geographischen Gebieten oder auch nach einzelnen Fundplätzen, deren bestimmte Ursachen uns bisher unbekannt sind und welche uns daher zufällig erscheinen.

Dabin gehört z. B. vor allem die Erscheinung, dass der Boden des Meeres in der Tiefe durchaus nicht gleichförmig mit thierischem Leben bedeckt ist, dass es vielmehr bewohnte und unbewohnte, thierarme und thierreiche Strecken und Punkte giebt.

Der Globigerinenschlamm ist in gewissen Gebieten überreich an Kieselschwämmen und arm an Bryozoen, während in andern umgekehrt die Bryozoen in grosser Menge gesellig auftreten, die Spongien aber selten sind.

Gewisse Echinodermen finden sich an einzelnen Punkten in solcher Menge angesammelt, dass man mit einem Zuge Hunderte ja Tausende von Exemplaren derselben Art erhält, während dieselbe Art sodann über grosse Strecken entweder vollständig fehlt oder doch sehr selten ist.

Die Crinoiden bilden an gewissen Punkten wirkliche Wälder, während sie sodann über weite Gebiete vollständig fehlen.

An der Küste von Portugal fand die Porcupine-Expedition an einem Punkte in circa 900 Faden Tiefe eine geradezu unglaubliche Anhäufung kleiner Gastropoden, während alle anderen Thierformen dagegen zurücktraten oder auch vollständig fehlten.

Der grösste Theil der vom Challenger mitgebrachten Stylasteriden stammt von einer beschränkten Stelle östlich der La Plata-Mündung.

Bestimmte Tiefseeegründe sind sehr reich an Fischen, andere sind daran sehr arm.

Die Verschiedenheiten, welche die Tiefseeafauna an und für sich nach einzelnen Gebieten und Standorten zeigt, wird jedoch noch gesteigert durch verschiedenartige Beimengungen fremder Bestandtheile. Hieher gehören vor allen Dingen die Reste der pelagischen Organismen, als pelagischer Fische, Cephalopoden, Pteropoden etc., welche in Tiefseeablagerungen ganz allgemein vorkommen; in zweiter Linie die verschiedenen litoralen Thiere, welche theils durch Strömungen, theils durch die Wellenbewegung oder auch durch die oscillatorischen Schwankungen des Meeresspiegels in grössere Tiefen geführt werden; schliesslich selbst Landpflanzen und Landthiere, welche durch Strömungen und Winde in grosse Entfernung vom Ufer geführt und endlich niedersinkend den Tiefseethieren beigemischt zur Ablagerung kommen.

Vergegenwärtigt man sich nochmals alle diese Momente, so kommt man zu der Überzeugung, dass die Tiefseeablagerungen durchaus keinen einförmigen Charakter haben können, dass dieselben vielmehr, sowohl was die mineralogische Beschaffenheit der Sedimente, als auch die mannigfache Zusammensetzung und Mischung der Fauna anbelangt, eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit zeigen müsse, ja dass die Tiefseeablagerungen im Habitus ihrer ganzen Erscheinung eine viel

grössere Mannigfaltigkeit zeigen müssen als die Litoralbildungen.

Es wurde soeben des Vorkommens von Landpflanzen in Tiefseeablagerungen gedacht und es ist dies ein Punkt, der besondere Beachtung verdient.

Im Allgemeinen sind Geologen sehr geneigt, Ablagerungen, welche in grösserer Menge Reste von Landpflanzen enthalten, sofort für Litoralbildungen, für Seichtwasserbildungen, ja mitunter sogar für brakische Bildungen zu halten.

„Das Vorkommen von Landpflanzen weist auf die Nähe des Ufers und ist mithin ein Anzeichen einer Litoralbildung“, so lautet gewöhnlich das Raisonement.

Ich habe jedoch bereits im Vorhergehenden zu wiederholten Malen darauf hingewiesen, dass „Nähe des Landes“ und „Tiefseebildung“ sich durchaus nicht gegenseitig ausschliessen, dass man vielmehr ganz allgemein Tiefseebildungen in geringer Entfernung vom Lande antrifft.

Bedenkt man, welche grosse Massen von Blättern fortwährend von den Winden ins Meer hinausgeweht werden, welche grosse Menge von Samen und Früchten alljährlich von Westindien aus durch den Golfstrom bis an die englischen, ja bis an die skandinavischen Küsten gelangen, welche Massen von sibirischem Treibholz jahraus, jahrein an die Nordküsten von Island angeschwemmt werden, so kommt man mit Nothwendigkeit zu dem Schlusse, dass Pflanzenreste aller Art fortwährend in grosser Menge in grösserer und geringerer Entfernung vom Ufer untersinken und in den Ablagerungen der Tiefsee begraben werden müssen.

Thatsächlich hat man auch gelegentlich der Tiefseeuntersuchungen zu wiederholten Malen Reste von Landpflanzen aus sehr grossen Tiefen heraufgebracht.

Die Challenger-Expedition fischte bei der Insel Palma aus einer Tiefe 1135 Faden ein Eichenblatt, welches noch ganz wohl erhalten und grün war; zwischen den Fiji-Inseln und Neu-Hebriden fand sich in einer Tiefe von 1450 Faden ein 3' langer Baumzweig; zwischen den Neu-Hebriden und Australien wurden 1400 Faden tief ein Stück Holz und 6 Stück grosser Palmenfrüchte gefunden, deren Kerne noch ganz frisch schienen.

Noch viel merkwürdigere Resultate erhielt aber AGASSIZ bei seinen Untersuchungen des Golfes von Mexico im Caraischen Meer, über welche er folgendermassen berichtet:*

Bei Dredgungen an der Leeseite der Caraiben fanden sich oft mehrere Meilen von der Küste in tiefem Wasser grosse Massen von Vegetabilien. Häufig wurden 10—15 Meilen von der Küste und 1000 Faden tief Massen von Blättern, Stücke von Bambus und Zuckerrohr nebst anderem Landdetritus gefunden, welcher offenbar durch die herrschenden westlichen Passatwinde ins Meer hinausgeblasen worden war. Häufig fanden sich auch an der Oberfläche des Meeres Massen von Pflanzenresten mehr oder minder von Wasser durchtränkt und im Begriffe zu sinken. Öfters fanden sich in einem und demselben Zuge Tiefsee crustaceen, Anneliden, Fische, Spongien u. s. w. untermischt mit Mango- und Orange-Blättern, mit Stücken von Bambusrohr, ja sogar mit Landschnecken in solcher Menge, dass ein Geolog eine solche Ablagerung der Fauna nach gewiss für eine Aestuarienbildung gehalten haben würde, und doch fanden sich alle diese Dinge im Meere in einer Tiefe von 1500 Faden!

Dasselbe was von den Landpflanzen, gilt auch von den Insekten.

Einzelne Insekten, sowie grosse Insektenschwärme werden sehr häufig in sehr bedeutenden Entfernungen von der Küste angetroffen und da solche verschlagene oder verirrte Insekten offenbar schliesslich ins Meer fallen müssen, und da es endlich für dieselben offenbar ganz gleichgiltig ist, ob sie 10 oder ob sie 1000 Faden tief zu sinken haben, so kann es gar keinem Zweifel unterliegen, dass ebenso wie Landpflanzen, so auch Insekten fortwährend in grosser Menge in Tiefseebildungen zur Ablagerung kommen müssen.

Das Vorkommen von Resten von Landpflanzen, sowie von Insekten, kann daher durchaus nicht hindern, eine bestimmte Ablagerung als Tiefseebildung aufzufassen.

* AGASSIZ: Letter. (No. 3.) on the Dredging Operations carried on from December 1878 to March 1879, by the United States Coast Survey Steamer "Blake". (Bull. Mus. Comp. Zoology. Harvard College, Cambridge 1879.)

Ein weiterer von Geologen ganz allgemein begangener Fehler besteht darin, dass sie Süsswasser- und Brackwasserablagerungen meist ohne weiteres sofort für Seichtwasserbildungen oder Litoralbildungen erklären.

Es ist dies aber ebenfalls ein grosser Irrthum, denn Süsswasser- und Brackwasserseen haben genau so ihre Litoralfauna und Tiefseefauna, ihre Litoralbildungen und Tiefseebildungen wie das Meer.

Der Genfersee hat beiläufig eine Tiefe von 170 Faden, der Comersee von 300 Faden, der Lago Maggiore von 430 F., der Baikalsee nahezu 700 Faden, das Caspische Meer zeigt in seinem südlichen Theile Tiefen bis über 600 Faden.

In den Tiefen dieser Seen gehen Ablagerungen vor sich, welche Süsswasser- und Brackwasserthiere enthalten.

Denken wir uns nun, dass die lombardische Ebene sich so weit senken würde, dass sie unter das Meer tauchte und das Meer bis in die italienischen Seen eindränge, so würde das Meerwasser sofort das süsse Wasser verdrängen, die Seebecken bis an den Grund anfüllen, und da das Meer an diesen Stellen eine Tiefe von 300 bis 400 Faden hätte, so müsste sich in seinen Tiefen sofort eine Tiefseefauna ansiedeln.

Man würde dann hier unmittelbar über Süsswasserbildungen ganz ähnliche Sedimente mit Tiefseethieren finden und ein Geologe, der gewohnt wäre, in jeder Süsswasserbildung sofort eine Litoralbildung zu sehen, würde es sich schwer erklären können, wie es denn möglich sei, dass auf eine „Litoralbildung“ so plötzlich und unvermittelt eine marine Tiefseebildung folgt.

Ein ganz ähnlicher Vorgang würde sich vollziehen, wenn der Caspische See wieder mit dem offenen Meere in direkte Verbindung gesetzt würde. Auch hier müsste sich sofort in den tieferen Theilen eine marine Tiefseefauna ansiedeln und wir würden dann hier marine Tiefseebildungen unmittelbar über brackischen Ablagerungen finden.

Nachdem wir es im Vorhergehenden versucht haben, die wichtigsten jener Punkte zu besprechen, welche so häufig der Erkennung einer Tiefseeablagerung als solcher hindernd im Weg stehen, ist es nun unsere Aufgabe, jene positiven Merkmale

zu bezeichnen, welche wir erfahrungsmässig bei Tiefseeablagerungen voraussetzen müssen und welche uns bei Beurtheilung dieser Frage als leitende Gesichtspunkte zu dienen haben.

Diese Merkmale zerfallen in zwei Kategorien:

1) in solche, welche sich auf die Beschaffenheit des Sedimentes,

2) in solche, welche sich auf die Fauna beziehen.

Was die Beschaffenheit des Sedimentes anbelangt, so lässt sich darüber, der Hauptsache nach, folgendes sagen:

Ablagerungen, welche in grösserer Ausdehnung und Mächtigkeit aus Globigerinen-, Radiolarien- oder Diatomeen-Schlamm bestehen, können wohl ohne weiteres als Tiefseebildungen betrachtet werden. Die Organismen, aus denen sie bestehen, sind zwar keine Tiefseebewohner, sondern pelagische Organismen, welche ihr Leben an der Oberfläche des Meeres schwimmend verbringen, und ist es daher nicht nur möglich, sondern geradezu nothwendig, dass sie mitunter auch in litoralen Ablagerungen gefunden werden, ja von vorne herein möchte man es gar nicht als ausgeschlossen betrachten, dass sie mitunter in geschützten Buchten auch zu ganzen Schichten angehäuft werden. Man muss sich jedoch hiebei immer gegenwärtig halten, dass erfahrungsmässig noch niemals in seichtem Wasser des Meeres wirklicher Globigerinen-, Radiolarien- und Diatomeen-Schlamm gefunden worden ist, und wo daher diese Materialien überdies in grösserer Ausdehnung und Mächtigkeit auftreten, kann man stets mit Sicherheit darauf rechnen, dass man es mit Tiefseebildungen zu thun hat.

Ein ausgezeichnetes Mittel, um Tiefseeablagerungen zu erkennen, bieten die Foraminiferen. Die Gattungen *Cristellaria*, *Marginulina*, *Clavulina*, *Dentalina*, *Nodosaria*, sowie die meisten Gattungen mit sandig-kieseliger Schale kommen in den jetzigen Meeren vorwiegend in grösseren Tiefen vor, und ebenso findet man sie in den Ablagerungen früherer geologischen Epochen in grösserer Menge stets nur in solchen, welche auch durch ihr sonstiges Verhalten als Tiefseebildungen gekennzeichnet sind. Es ist mir kein Beispiel bekannt, dass man in ausgesprochenen Litoralbildungen die vorerwähnten Gattungen als leitende Formen

gefunden hätte*. Da nun diese Foraminiferen meist auch in jenen Ablagerungen in grosser Menge gefunden werden, welche sonst keine andern organischen Reste enthalten, und da sich dieselben überdies durch Anfertigung von Dünnschliffen oft auch noch in vollkommen dichten Kalksteinen mit Sicherheit nachweisen lassen, so bieten sie thatsächlich in praktischer Beziehung eines der wichtigsten Mittel, um Litoralbildungen von Tiefseebildungen zu unterscheiden. Bemerkenswerth ist hiebei nur der Umstand, dass Nodosarien und Dentalinen, welche in den Tiefseeablagerungen früherer Epochen eine so hervorragende Rolle spielen, in den jetzigen Meeren überhaupt verhältnissmässig selten sind**.

Ablagerungen, welche in grösserer Ausdehnung und Mächtigkeit aus homogenem, feinem, zartgeschlemmtem Thone bestehen und eine regelmässige ebenflächige Schichtung erkennen lassen, sind ebenfalls in der Regel als Tiefseebildungen aufzufassen.

Die Bildung von Grünsand ist in den heutigen Meeren nur aus grösserer Tiefe bekannt und scheint auch in den Ablagerungen früherer Epochen meist auf Tiefseebildungen zu deuten.

* Merkwürdig ist das ziemlich häufige Vorkommen von Dentalinen in den litoralen Sanden von Rimini, wo sie in Gesellschaft von *Polystomella* und andern litoralen Formen gefunden werden und es ist dies um so auffallender, da gerade Dentalinen und Nodosarien in den jetzigen Meeren sonst verhältnissmässig selten sind. Es ist dies jedoch, so viel ich weiss, ein bisher ganz vereinzelt gebliebener Fall.

** Eine sehr interessante Tiefsee-Foraminiferenfauna mit zahlreichen Dentalinen beschreibt VAN DEN BROECK von der Insel Barbados aus 100 Faden Tiefe. (Étude sur les Foraminifères de la Barbade recueillis par L. AGASSIZ. Annales de la Société Belge de Microscopie 1876.) Es werden hier folgende Arten angeführt:

<i>Lituola Soldani</i>	<i>Frondicularia alata.</i>
<i>Dentalina obliqua.</i>	<i>complanata.</i>
" <i>nodosa.</i>	<i>Polymorphina lactea.</i>
" <i>communis.</i>	<i>Globigerina bulloides.</i>
" " ? var.	<i>Textularia trochus.</i>
" <i>pauperata.</i>	<i>Verneullina communis.</i>
<i>Marginulina glabra.</i>	<i>Truncatulina lobatula.</i>
<i>Cristellaria rotulata.</i>	<i>Pulvinulina Ménardi.</i>
" <i>cultrata.</i>	

Die Naturforscher des Challenger haben in den grossen Tiefen des Oceans sehr häufig eine eigenthümliche Bildung von Manganoxyd gefunden, welches theils als Incrustation organischer Körper theils, in der Form unregelmässiger concretionärer Knollen auftrat. Aus geringerer Tiefe ist das Vorkommen solcher Knollen nicht bekannt und ist daher das Auftreten derartiger Mangan-incrustationen und Manganknollen ebenfalls als ein Zeichen einer Tiefseebildung zu betrachten.

Nach den Untersuchungen von WALLICH soll die Bildung von echtem Feuerstein (Flint) ausschliesslich in grossen Tiefen vor sich gehen*. Sollte sich dies bestätigen, so wäre das Vorkommen von Feuerstein natürlich ein ausgezeichnetes Kriterium einer Tiefseebildung. Thatsache ist, dass Feuerstein und Hornstein sich vorzugsweise in solchen Ablagerungen finden, welche auch in ihren sonstigen Merkmalen den Charakter von Tiefseebildungen an sich tragen. Dort, wo Verquarzungen in Litoralbildungen oder überhaupt in geringer Tiefe vorkommen, scheinen dieselben vorwiegend aus Opal und Chalcedon zu bestehen.

Was den Charakter und die Beschaffenheit der Fauna anbelangt, durch welche Tiefseebildungen charakterisirt werden, so könnte man diesen Punkt zum grössten Theile wohl dadurch erledigen, dass man sagt, die Tiefseebildungen werden eben durch die Tiefseefauna charakterisirt; doch scheint es mir zweckmässig, in Kürze diejenigen Elemente derselben anzuführen, welche für den Geologen von spezieller Wichtigkeit sind.

Kieselschwämme, und zwar sowohl Hexactinelliden als Lithistiden kommen in der Jetztzeit vorwiegend in tiefem Wasser vor, und scheinen auch durch alle geologischen Epochen hindurch die Tiefseebildungen zu charakterisiren. Sie kommen theils mit vollkommen erhaltener Form vor, theils aber findet man nur ihre aufgelösten Skeletttheile, welche dann bisweilen zu ganzen Schichten angehäuft sind.

So bestehen nach GÜMBEL viele Quarzitlager der Flyschformation zum grössten Theile aus Nadeln von Kieselschwäm-

* A Contribution to the history of the cretaceous Flints. (Quart. Journ. Geol. Soc. 1880.) On the Origine and Formation of the Flintes of the Upper or White Chalk. (Ann. Mag. 1881.)

men* und ähnliche Ablagerungen hat man auch in anderen Formationen nachgewiesen. Merkwürdig ist der Umstand, dass nach den schönen Untersuchungen ZITTEL's das Kieselskelett fossiler Kieselschwämme häufig in Kalkspath verwandelt ist.

Korallen. Einzelkorallen, Oculiniden, so wie die meisten Stylasteriden sind in der Jetztzeit Bewohner der Tiefen und scheinen auch in früheren Epochen diese Wohnsitze eingehalten zu haben. Besonders wichtig und bezeichnend für Tiefseeablagerungen sind die Einzelkorallen. Die Tiefseekorallen bilden in den jetzigen Meeren bisweilen förmliche Korallenriffe (Pourtales-Plateau) und genau solche Tiefsee-Korallenriffe findet man auch in den Pliocänbildungen Calabriens und Siziliens. Auch der bekannte Korallenkalk von Faxoe scheint eine analoge Tiefseebildung zu sein**, im Gegensatze zum Calcaire pisolithique von Meudon, der vorwiegend massige, rasenbildende Korallen enthält und sich auch durch seine ganze Molluskenfauna, namentlich durch seine grosse Anzahl riesiger Cerithien als eine ausgesprochene Seichtwasserbildung vom Charakter der gewöhnlichen Korallenriffe dokumentirt.

Bryozoen. Bryozoen aller Art und zwar sowohl strauchartige als incrustirende und massige Formen kommen sowohl in Litoral-, wie in Tiefseebildungen vor. Immerhin scheinen jedoch die massigen und incrustirenden Formen in seichtem Wasser mehr entwickelt zu sein, und scheint das gesellige Vorkommen zarter strauchartiger Formen für Tiefseebildungen zu sprechen. (Bryozoenschichten des Ofner Mergels, der Priabona-Schichten und des Hauterivien.)

Crinoiden. Die Crinoiden sind in der Jetztzeit fast ganz auf das tiefe Wasser beschränkt, in früheren geologischen Epochen kamen sie jedoch ohne Zweifel auch in grosser Menge, ja vielleicht sogar vorwiegend im seichten Wasser auf Korallenriffen vor. Diese litoralen Arten scheinen jedoch meist viel derber gewesen zu sein, als die zarten und zierlichen Formen, welche gegenwärtig die Tiefen unserer Meere bewohnen. Die Gattungen *Pentacrinus*, *Bourgueticrinus*, sowie überhaupt die zierlichen Formen, wie sie

* Spongien-Nadeln im Flysch. (Verh. Geol. Reichsanst. 1880.)

** FISCHER BENZON: Über das relative Alter des Faxoekalkes und über die in demselben vorkommenden Anomuren und Brachyuren. Kiel 1866.

sich z. B. im Spiriferensandstein, im Culm und in den Wenlock-shales finden, scheinen auch in früheren Zeiten die Tiefen bewohnt zu haben.

Überdies scheint es, dass die litoralen Crinoidenformen der Korallenriffe meist mit einem kräftigen Wurzelstock festgewachsen waren, während die Crinoiden der Tiefsee meist frei im Schlamme liegen.

Die Gattung *Holopus*, welche festgewachsen ist und sich durch einen derben, gedrungenen Bau auszeichnet, kommt auch in den heutigen Meeren bisweilen in der Litoralregion vor.

Echiniden. So wie in der Jetztzeit sehr viele Gattungen und Arten der Echiniden von der Küstenregion bis in sehr grosse Tiefen gefunden werden, so scheint dies auch in früheren Epochen mit einem grossen Theile der Formen der Fall gewesen zu sein. Die grossen, derben Arten der Gattungen *Clypeaster*, *Conoclypeus*, *Pygurus* und *Clypeus* scheinen indessen ausschliesslich in Litoralbildungen; die Ananchytiden, Pourtalesien und Galeritiden vorzugsweise in Tiefseebildungen vorzukommen. Die Echinothurien waren wohl in der Vorzeit ebenso charakteristische Tiefseebewohner, wie in der Jetztzeit, doch finden sie sich so selten erhalten, dass sie praktisch von sehr geringer Bedeutung sind.

Brachiopoden. Die kalkschaligen Brachiopoden sind in den jetzigen Meeren wohl vorzugsweise Bewohner der Tiefsee, doch giebt es hiebei bedeutende Ausnahmen.

Schon QUOY und GAIMAND haben (Voyage de l'Astrolabe) die *Waldheimia australis* erwähnt, welche an der Küste nach Art der Balanen in grosser Menge dicht gedrängt auf Steinen sitzt, oft nur wenige Zoll unter dem Wasserspiegel, und neuerer Zeit hat BRAZIN eine ganze Liste von kalkschaligen Brachiopoden gegeben, welche sämmtliche in Port Jackson und an der Küste von New South Wales in geringer Tiefe vorkommen*.

In der Tertiärzeit findet man ebenfalls viele Brachiopoden, als normale Bewohner der Litoralregion und noch weiter zurück

* List of Brachiopods or Lamp shells found in Port Jackson and the Coast of New South Wales (Proceed. Linn. Soc. New South Wales IV. 1880. 399). Es werden folgende angeführt: *Terebratulina cancellata*, *Te-*

kommen sie immer häufiger in seichtem Wasser vor. Die Korallenriffe der paläozoischen Zeit wimmeln von Brachiopoden, und zwar hat es den Anschein, als ob hier, ähnlich wie bei den Crinoiden, in der Litoralregion namentlich die grossen und derben Formen vorkämen (*Productus*, *Stringocephalus*, *Pentamerus*, grosse Spiriferen), während die kleineren und zarteren Formen auch in Ablagerungen des tieferen Wassers aufzutreten scheinen (*Orthis*, *Leptaena*).

Lingula und *Discina* haben lange Zeit für ausschliessliche Strandbewohner gegolten, doch wurde neuerdings *Discina* zu wiederholten Malen auch in sehr grossen Tiefen gefunden.

In der paläozoischen Formation, namentlich im Silur, scheinen beide Gattungen vielfach Tiefseebewohner gewesen zu sein.

Gastropoden und Bivalven. Die Gastropoden und Bivalven der Tiefsee sind durchschnittlich kleine, überdies meist dünnchalige, glatte, einfarbige oder farblose Formen. Grosse Conchylien mit dicken, schweren, reich verzierten Gehäusen fehlen in der Tiefsee fast vollständig und können daher Ablagerungen, welche solche Arten in grösserer Menge als normale Bestandtheile enthalten, mit Sicherheit als Seichtwasserbildungen angesehen werden.

Einzelne grössere Arten kommen allerdings auch in tieferem Wasser vor. Die *Lima excavata*, eine lang bekannte typische Tiefseemuschel Norwegens, erreicht eine Länge von 128 Millim. und eine Breite von 99 Millim.*, die kostbare *Pholadomya candida* aus den Westindischen Meeren eine Länge von 3", nach JEFFREYS fand sich unter der Ausbeute des Porcupine aus sehr tiefem Wasser des nordatlantischen Oceans ein *Fusus* von 3" Länge, und ein *Cymbium* aus grosser Tiefe des antarctischen Meeres zeigte sogar die ungewöhnliche Länge von 6" bei einem Durchmesser von 3", auch die *Voluta Junonia* vom Pourtales-Plateau und die Gryphaeen des tiefen Wassers müssen zu den grösseren Conchylien gerechnet werden. Immerhin sind dies Ausnahmen und Regel bleibt jedenfalls die geringe Grösse der Arten.

rebratulina sp., *Waldheimia australis*, *Magasella Cunningii*, *Megerlea sanguinea*, *M. pulchella*, *Kraussina Lamarckiana*, *Kr. Atkinsonii*, *Lingula excerta*, *L. tumidula*.

* VERKRÜZEN: Norwegen, seine Fjorde und Naturwunder. Cassel 1872.

Was die systematische Stellung der Tiefseeconchylien anbelangt, so finden sich von Gastropoden namentlich die Gattungen *Odostomia*, *Bulla*, *Pleurotoma*, *Bela*, *Trophon*, *Dentalium*, von Bivalven aber *Corbula*, *Neaera*, *Nucula*, *Leda*, *Limopsis*, *Verticordia*, *Amusium*.

Besonders charakteristisch für Tiefseebildungen sind die grossen *Dentalien*, sowie die zartschaligen Pecten-Arten, welche das Subgenus *Amusium* bilden (*Pecten Hoskynsii*, *cristatus*, *duodecim-lamellatus*, *personatus* u. s. w.). In älteren geologischen Ablagerungen werden diese Amusien vielfach durch andere, aber verwandte dünnschalige Bivalven vertreten (*Posidonomya*, *Monotis*, *Halobia*, *Daonella*).

Cephalopoden. Unter den Cephalopoden der jetzigen Meere sind nur verhältnissmässig wenige wirkliche Litoralthiere, die meisten sind entweder pelagische Thiere oder Thiere der Tiefsee. Zu den pelagischen Thieren gehören die Argonauten, zu den Bewohnern der Tiefsee die Gattungen *Nautilus* und *Spirula*. Auch während der Tertiärzeit und während der mesozoischen Periode scheinen die Verhältnisse im Wesentlichen dieselben gewesen zu sein, da in den ausgesprochenen Litoralbildungen dieser Epochen die Cephalopoden regelmässig auf ein Minimum reduziert sind oder auch ganz fehlen.

Während der paläozoischen Zeit trifft man jedoch Cephalopoden in reicher Entwicklung auch in unzweifelhaften Litoralbildungen.

Crustaceen. Wie von den übrigen Klassen, so kommen auch von den Crustaceen in grösseren Tiefen ausschliesslich zartgebaute Formen vor. Die Eryon-artigen Typen finden sich in den heutigen Meeren ausschliesslich in der Tiefe und scheint dies auch in früheren Zeiten der Fall gewesen zu sein, wenigstens sind bisher Eryonen noch niemals in ausgesprochenen Litoralbildungen gefunden worden.

Fische. Unter den Fischen der Tiefsee zeichnen sich sehr viele durch einen langen bandartigen Körper, durch eine schwache Ausbildung des Skelettes, durch starke Entwicklung der peripherischen Flossen, sowie durch grosse Augen aus (*Gadoiden*, *Ophidiiden*, *Macruriden*, *Ammodytes*, *Lepidopus*, *Trachypterus*, *Regalecus*, *Notacanthus*, *Cepola*). Die meisten sind Glieder-

strahler oder Weichstrahler (*Holocanthi*); von echten heteracanthen Stacheln finden sich nur wenige in grösserer Tiefe (*Beryx*, *Serranus*, *Acanus*, *Scorpaenoiden*, *Pediculaten*). Von Haifischen und Rochen sind sehr viele Tiefseebewohner, doch sind dieselben habituell nicht von ihren litoralen Verwandten ausgezeichnet.

Ausser den eigentlichen Tiefseefischen finden sich in den Tiefseeablagerungen auch sehr häufig die Reste von pelagischen Fischen. In den jetzigen Meeren gehören hieher namentlich die Riesen der Fischwelt, die grossen Haifische und Thunfische, ferner die Clupeiden und Scopeliden. Das häufige Vorkommen von Pflasterzähnen scheint jedoch stets auf Seichtwasserbildungen hinzuweisen.

Die Zähne von Haifischen kommen an vielen Stellen des Oceans in grossen Tiefen in unglaublicher Menge angehäuft vor.

Cetaceen. Die Cetaceen sind vorzugsweise pelagische Thiere und findet man in den heutigen Meeren ihre Reste sehr häufig in den Ablagerungen der Tiefsee. Merkwürdiger Weise werden jedoch stets nur die Felsenbeine, niemals aber sonstige Skeletttheile gefunden. Die Mosasaurier, Ichthyosaurier und Plesiosaurier der Vorzeit scheinen ebenfalls eine pelagische Lebensweise nach Art der Cetaceen geführt zu haben.

Es sind im Vorhergehenden neben den eigentlichen Tiefseethieren zu wiederholten Malen auch die pelagischen Thiere erwähnt worden. Als solche sind noch schliesslich die Pteropoden zu erwähnen. Pteropodenschalen gehören in den heutigen Meeren zu den bezeichnendsten Vorkommnissen der Tiefseeablagerungen. Man findet sie in grösseren Tiefen allenthalben in grosser Menge und bisweilen in solcher Massenhaftigkeit, dass sie beinahe schichtenbildend auftreten. Auch in den jüngeren tertiären Ablagerungen werden die Tiefseebildungen allgemein durch häufiges Vorkommen von Pteropodenresten charakterisirt.

Ein neues und sehr eigenthümliches Erkennungszeichen für Tiefseeablagerungen wurde in neuester Zeit von NATHORST entdeckt.

Seit langer Zeit waren nämlich in gewissen Schichten ästig verzweigte Bildungen bekannt, welche äusserlich ganz das Ansehen von Meeresalgen trugen, sich jedoch dabei durch den Um-

stand auszeichneten, dass sie sich nicht auf den natürlichen Ablösungsflächen der Schichten zeigten, wie andere Pflanzenreste, sondern dass sie die Masse der Ablagerungen gleichsam senkrecht durchdrangen, als wären sie quer durch die Schichten hindurch gewachsen. Auffallend war hiebei noch ferner der Umstand, dass diese algenähnlichen Bildungen sich fast ausschliesslich in solchen Ablagerungen fanden, welche ihren übrigen Charakteren nach für Tiefseebildungen gehalten werden mussten, während wirkliche Algen in solchen Ablagerungen doch nicht erwartet werden konnten. Die *Fucoiden* der Flyschformation, sowie *Chondrites Ehingensis* des weissen Jura und *Chondrites bollensis* des Lias sind die bekanntesten Beispiele derartiger Vorkommnisse.

NATHORST hat nun vor Kurzem* in überzeugender Weise nachgewiesen, dass diese sogenannten „Fucoiden“ durchaus keine Algen, ja überhaupt gar keine Pflanzen, sondern dass es baumförmig verästelte Wurmgänge sind, wie sie ganz ähnlich auch heutzutage noch von gewissen Anneliden erzeugt werden. Die Erhaltung derartiger verzweigter Wurmröhren in der Form scheinbarer Algen setzt jedoch äusserst ruhiges Wasser voraus, wie sich solches wohl nur in grösserer Tiefe finden kann und muss daher das Vorkommen derartiger Pseudo-Fucoiden als ein Anzeichen von Tiefseebildung aufgefasst werden.

In Gesellschaft dieser verzweigten Wurmspuren oder auch ohne dieselben findet man die Ablösungsflächen der Schichten bisweilen mit mannigfach abgeänderten, geschlängelten und gewundenen Figuren bedeckt, welche nach NATHORST'S Untersuchungen ebenfalls nichts anderes als Kriechspuren von Würmern und anderen Meeresthieren sind. (Hieroglyphen der Flyschformation, Zopfplatten des braunen Jura, Nereiten der paläozoischen Schiefer u. dgl. m.) Auch diese Kriechspuren können nur bei grosser Ruhe des Wassers erhalten bleiben und deuten daher ebenfalls auf tiefes Wasser.

Schliesslich muss noch auf einen Umstand aufmerksam gemacht werden, der bisher allgemein fast gänzlich übersehen worden ist und der bei der Beurtheilung fossiler Faunen doch stets sorg-

* Om spår of nagra evertebrevarde djur, och deras paleontologiska betydelse (Kongl. Svensk. Vetensk. Handling. XVIII. 1881).

fältig beachtet werden muss, wenn man nicht zu ganz einseitigen und falschen Schlussfolgerungen gelangen soll und dieser Umstand besteht in der auflösenden Wirkung, welche das Seewasser unter Umständen auf die Harttheile abgestorbener Seethiere ausübt*.

Man muss wohl gestehen, dass diese Frage von chemischer Seite in ihren näheren Details noch gänzlich unbekannt ist, trotzdem kann aber, meiner Ansicht nach, bei einer Berücksichtigung der bekannten Thatsachen kaum ein Zweifel darüber bleiben, dass im Meere fortwährend auflösende Processe in grossem Maassstabe vor sich gehen, durch welche, je nach der verschiedenen Intensität, mit der sie wirken, zuerst die leichtlöslichen arragonitschaligen, später auch die schwerer löslichen kalkspathschaligen, ja unter Umständen vielleicht sogar die am schwersten löslichen, aus phosphorsaurem Kalke bestehenden Skeletttheile aufgelöst werden und auf diese Weise schliesslich die ganze Fauna zum Verschwinden gebracht werden kann.

Es giebt Ablagerungen, deren Fauna ausschliesslich aus kalkspathigen oder andern schwerlöslichen Thierresten besteht und in denen alle arragonitschaligen Organismen vollständig fehlen oder doch nur ganz sporadisch, ausnahmsweise vorkommen**.

* Siehe: MURRAY. On the Structure and Origin of Coral Reefs and Islands (Proceed. Roy. Soc. Edinburgh 1879—80. X), sowie meinen kleinen Aufsatz „Über die Entstehung der Aptychenkalke“ (Sitzungsber. Wiener Akad. 1877).

** Über den Unterschied von calcitischen und arragonitischen Schalen siehe: ROSE: Über die heteromorphen Zustände der kohlen-sauren Kalkerde (Abhandl. d. Kgl. Akad. d. Wiss. Berlin 1856 und 1858. Ebendasselbe in Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch. VIII. und X. 1856 und 1858). Ferner: SOBRY: Anniversary Meeting of the Geol. Soc. of London 1879. Address of the President (Quart. Journ. Geol. Soc. 1879). MURRAY sucht l. c. die verschiedene Auflöslichkeit der Kalkschalen auf ihre verschiedene Dicke zurückzuführen, indem er meint, die zarten Schalen würden zuerst aufgelöst, die dickeren später. Es ist dies entschieden nicht richtig. In den tertiären Kalken findet man die dickschaligen *Chama*-, *Corbis*- und *Pectunculus*-Arten, die grossen Korallenstöcke vollständig aufgelöst, während die zartesten Brachiopoden, Bryozoen, Anomien und Foraminiferen vollständig intakt sind. Pteropoden müssen allerdings stets in erster Linie aufgelöst werden, weil sie arragonitisch und überdies äusserst zart sind.

Als solche Ablagerungen können angeführt werden die weisse Kreide, welche fast nur Echinodermen, Brachiopoden, Austern, *Pecten*, *Spondylus*, Bryozoen, sowie Kieselschwämme enthält, ferner die bekannten Priabonaschichten, deren Fauna fast nur aus kleinen Austern, *Pecten*- und *Spondylus*-Arten, aus Bryozoen, Brachiopoden, Echinodermen, *Serpula*-Arten und Foraminiferen besteht, weiteres die Ablagerungen des Zancléen in Süditalien, welche ausschliesslich calcitische Organismen enthalten, schliesslich als besonders typische Fälle die sogenannten Aptychen-Kalke, welche nur die am schwersten löslichen Reste, wie Belemniten, Aptychen, Crustaceen, Fisché u. dgl. enthalten und in denen fast alle arragonitschaligen Organismen spurlos verschwunden sind.

Ablagerungen, welche von vorne herein eine derartige Fauna besitzen würden, sind mir aus der Jetztzeit nicht bekannt, und ist es daher äusserst unwahrscheinlich, dass es in früheren geologischen Epochen solche gegeben.

Die weisse Kreide, die Priabonaschichten, das Zancléen und die Aptychenkalke zeigen uns in ihrer jetzigen Form offenbar nur einen Theil ihrer ursprünglichen Fauna und man müsste sofort auf Irrwege gerathen, wollte man dieselbe für die Totalität der ursprünglichen Bevölkerung halten*.

Die neueren Tiefseeuntersuchungen haben es ausser Zweifel gesetzt, dass das Meerwasser in grossen Tiefen eine auflösende Wirkung auf die Kalkschalen der Thiere ausübt, und dass diese Wirkung mit zunehmender Tiefe steigt, so dass man von einer gewissen Tiefe an (circa 2500 Faden) in den Tiefseesedimenten gar keinen Kalkgehalt mehr findet.

Es schiene nun sehr verlockend, die vorerwähnten Zeichen

* Diese Ansicht wurde neuerer Zeit auch von SEGUENZA in Bezug auf die Ablagerungen des Zancléen mit grosser Entschiedenheit vertreten (Le Formazioni terziarie nella Provincia di Reggio, Calabria. — Accademia dei Lincei 1879—80), indem er hervorhob, es sei doch ganz undenkbar, dass Ablagerungen von solcher Mächtigkeit und Ausdehnung, von solcher Mannigfaltigkeit des Sedimentes und so reicher Petrefaktenführung von Anfang her gar keine Gastropoden und gar keine Dimyarier sollten enthalten haben.

stattgehabter auflösender Prozesse, auf die auflösende Wirkung des Meereswassers in grossen Tiefen zurückzuführen und hierin einen Beweis für die Tiefseenatur dieser Ablagerungen zu sehen und hat diese Auffassung auch gewiss vieles für sich. — Immerhin scheinen jedoch hiebei noch andere Faktoren im Spiele zu sein und scheint namentlich auch die Natur des Sedimentes einen grossen Einfluss zu üben.

Thonige Ablagerungen, wenn sie auch sonst alle Zeichen von Absätzen grosser Tiefen tragen, enthalten meist noch die zartesten Arragonitschalen, selbst Pteropoden in vollkommener Erhaltung.

Dasselbe ist mit Kalksteinen der Fall, die nach Art der Riffgesteine von vorne herein als feste Masse entstehen.

Hingegen scheint Kalkschlamm an und für sich eine ausserordentlich auflösende Wirkung auf Kalkgehäuse auszuüben und findet man in Kalksteinen, die sich ursprünglich in einem weichen breiigen Zustand befanden, die Arragonitschalen der Mollusken fast immer aufgelöst. In diesem Falle befinden sich namentlich die Aptychenkalke.

Das isolirte Vorkommen von Aptychen in den Aptychenkalken ohne die dazu gehörigen Ammonitengehäuse wird gemeinlich allerdings in anderer Weise erklärt.

Man nimmt nämlich an, dass die Ammoniten pelagische Thiere gewesen, welche nach ihrem Tod den Aptychus in die Tiefe fallen liessen, während die leeren Gehäuse von den Wellen ans Ufer gespült wurden und hier in litoralen Sedimenten zur Ablagerung kamen. Etwas Ähnliches musste sich bei denjenigen Arten ereignen, welche etwa nach Art der heutigen Nautilen oder der Spirala sich in grösseren Tiefen aufhielten. Nachdem das Thier gestorben, und, wie dies im Meere regelmässig geschieht, sofort von den kleinen aasverzehrenden Crustaceen aufgezehrt war, erhob sich die leere luftgefüllte Schale an die Oberfläche des Meeres und wurde hier an die Küste gespült, während der schwere lose Aptychus in der Tiefe zurückblieb.

So natürlich und ungezwungen diese Darstellung auf den ersten Blick nun auch zu sein scheint, so scheint mir dieselbe doch den wirklichen Verhältnissen nicht den richtigen Ausdruck zu geben.

Vor allen Dingen ist es ja gar nicht richtig, dass Körper, welche auf hoher See flottiren, irgend welche Tendenz haben, an die Küsten gespült zu werden, und wir können daher durchaus nicht sagen, dass Cephalopodengehäuse, welche auf hoher See schwimmen, auch nur zum grösseren Theile in litoralen Bildungen zur Ablagerung gelangen müssen. — Das Schicksal von flottirenden Körpern im Meere ist in erster Linie von den Meeresströmungen abhängig und diese stellen, im Ganzen aufgefasst, in den einzelnen grossen Abschnitten des Weltmeeres gewissermassen riesige Wirbel dar, deren Tendenz dahin geht, alle flottirenden Körper in das Centrum der Circulation, d. i. in die centralen Theile der grossen Weltmeere zu bringen.

Die Sargassosee im Centrum der grossen Kreisbewegung im nördlichen Theil des atlantischen Oceans ist ein bekanntes Beispiel hiefür.

Gewiss werden fortwährend viele Cephalopodengehäuse an den Küsten ausgespült, aber gleichwohl scheint es mir evident zu sein, dass dies nur ein kleiner Theil der vorhandenen sein kann, die Mehrzahl derselben wird wahrscheinlich auf offener See erhalten und gelangt daselbst, nachdem der Siphon durchgefault ist, auch zum Niedersinken, so dass die Schalen, der Mehrzahl nach, doch schliesslich wieder in Tiefseebildungen zur Ablagerung kommen*.

Mit dieser Anschauung stimmen auch die bekannten That- sachen aufs Beste überein. An den Küsten der Molukken sind angespülte Nautilus-Gehäuse ausserordentlich häufig, ausgespülte Spirula-Schalen sind am Strande der tropischen Meere allenthalben sehr gemein, und mit Ausnahme der polaren Meere wird man kaum irgendwo an den Meeresstrand gehen können, ohne Sepien- schulpe in grosser Menge zu finden. Die Schulpe liegen am Strande überall zu Hunderten, ja zu Tausenden und FORBES erzählt von Fällen, wo er sie an einzelnen Punkten des ägeischen Meeres zu fusshohen Schichten angehäuft gefunden.

* Neuester Zeit hat GIGLIOLI bei den Tiefseeuntersuchungen, welche die italienische Regierung im Mittelmeer vornehmen liess, in grossen Tiefen neben Pteropoden fast regelmässig auch Argonautenschalen gefunden, ebenso wurden von VERRILL Argonautenschalen in grösserer Anzahl südlich von Marthas Vineyard aus 64—365 Faden Tiefe gedredget. In Litoralbildungen kommen Argonautenschalen ebensowenig vor wie Pteropoden.

Es ist kaum anzunehmen, dass die Verhältnisse zur Tertiärzeit andere waren und doch ist mir kein Fall bekannt, dass man in irgend einer ausgesprochenen Litoralbildung der Tertiärzeit eine Sepienschulpe gefunden hätte und ebenso sind Nautilus-Gehäuse in tertiären Litoralbildungen ausserordentlich selten.

Sepienschulpe und Nautilus- (Aturia-) Gehäuse treten in Tertiärbildungen mitunter in Menge, ja massenhaft auf, aber immer nur in Tiefseebildungen und mit besonderer Vorliebe in solchen, welche auch viele Pteropodenschalen enthalten.

Dieses Fehlen der Sepienschulpe in den Litoralbildungen der Tertiärzeit ist eine äusserst auffallende Erscheinung und scheint darauf hinzudeuten, dass derartig an den Strand gespülte Gegenstände überhaupt nur selten späteren geologischen Epochen aufbewahrt bleiben.

Dieselben Verhältnisse, wie in der Gegenwart und Tertiärzeit haben offenbar auch in früheren geologischen Epochen geherrscht.

Es lässt sich gewiss nicht bezweifeln, dass während der mesozoischen Periode leere Ammonitengehäuse in grosser Menge an den Strand gespült wurden, gleichwohl sehen wir auch zu dieser Zeit, dass die ausgesprochenen Litoralbildungen ausserordentlich arm an Ammoniten sind.

Diese Thatsache allein reicht aber hin, um die Eingangs erwähnte Theorie von der Entstehung der Aptychenkalke unwahrscheinlich erscheinen zu lassen.

Wären die Ammonitengehäuse, wie daselbst angenommen wird, thatsächlich der Regel nach ans Ufer getragen, und dort in Sedimente begraben worden, so müsste man ja dieselben vorwiegend in Litoralbildungen finden, dies ist aber, wie bekannt, durchaus nicht der Fall und sind Litoralbildungen ausnahmslos sehr arm an Ammoniten. (Hippuritenkalk, Caprotinenkalk, Diceratenkalk, Corallrag, Great Oolith u. s. w.)

Unter solchen Umständen lässt sich gar nicht daran zweifeln, dass ebenso wie innerhalb der Tertiärbildungen die Nautilen und Sepien fast ausschliesslich in Tiefseebildungen gefunden wurden, auch innerhalb der mesozoischen Ablagerungen die Ammonitenreichen Schichten ebenso als Tiefseeablagerungen aufzufassen sind,

wie die Aptychen-Schichten, und mit dieser Auffassung stimmen auch wirklich alle Thatsachen überein.

Man könnte hieran noch eine weitere Bemerkung knüpfen.

An den Küsten von Neufundland, sowie an andern Punkten Nordamerika's ereignet es sich bisweilen, dass grosse Schwärme von Cephalopoden durch Stürme auf den Strand geworfen werden und dasselbe findet auch häufig mit Fischen statt. BRANDT erzählt von einem grossen Schwarme von *Engraulis encrasicolus*, der sich im Dezember 1859 von Raubfischen verfolgt in der Bucht von Balaklawa verrannte. Die Fische füllten nicht nur die Bucht bis auf den Grund aus, sondern wurden durch die nachrückenden Massen noch über den Wasserspiegel hinausgeschoben. Viele tausend Wagenfahren wurden davon fortgeführt und doch schien die Menge dadurch gar nicht verringert, ging schliesslich in Fäulniss über und verpestete die Luft in mehreren Meilen Umkreis derartig, dass die Bewohner mehrerer Dörfer genöthigt waren, dieselben zu verlassen und die Regierung eine eigene Commission an Ort und Stelle sandte, um diese Calamität zu untersuchen*.

ADAMS erzählt, dass im September 1867 ein grosser Häringschwarm (*Clupea elongata*), gefolgt von einigen Macrelen und von *Platessa plana* sich in eine Lagune an der S.W.-Küste von Neu-Braunschweig verirrte und den Boden daselbst stellenweise 1' hoch bedeckte**.

Ebenso kann man es an flachen Küsten sehr häufig beobachten, wie beim Zurückziehen der Fluth zahlreiche Fische in den Tümpeln und Lacken zurückbleiben. Vergeht bis zur Rückkehr der Fluth ein hinreichender Zeitraum, um in der Zwischenzeit diese kleinen Wasseransammlungen zum Verdunsten zu bringen, so werden die Fische allmählig auf einen immer kleineren Raum zusammengedrängt und gehen schliesslich auf einen Haufen zusammengedrängt zu Grunde.

Diese und ähnliche Vorgänge scheinen nun auf den ersten

* Erster Bericht der südrussischen zoologisch-paläontologischen Expedition. (Bull. Acad. Imp. St. Pétersbourg. 1860.)

** ADAMS: On the death of Fishes on the Coast of the Bay of Fundy. (Quart. Journ. 1868. 303.)

Blick eine sehr einfache Erklärung für das Vorkommen lokaler Anhäufungen von Ammoniten, Belemniten und Fischen zu bieten, welche sich namentlich in gewissen Schiefen so häufig finden und doch glaube ich, dass dies ein Irrthum wäre.

Die Gründe für diese Anschauung sind folgende:

Es giebt keine Ablagerungen, welche so unzweideutige Strandbildungen wären wie jene Sand- und Schlammabsätze, in denen man falsche Schichtung, Wellenschläge, Fussspuren von Landthieren, sowie jene Risse findet, welche feuchter Schlamm beim Eintrocknen zeigt.

Die Ablagerungen des Old red, des Rothliegenden, des Bunten Sandsteins und Keupers, sowie des Connecticutsandsteins sind bekannte und typische Beispiele solcher Bildungen*.

Würde die lokale Anhäufung von schwimmenden Thieren in der Regel in der vorhergeschilderten Weise vor sich gehen, so müsste man gerade in diesen und ähnlichen Ablagerungen in besonderer Häufigkeit Ammoniten- und Belemniten-Schichten oder doch wenigstens Fischeschiefer finden. In Wirklichkeit ist dies jedoch durchaus nicht der Fall und ist das Vorkommen solcher Reste vielmehr gerade in diesen Ablagerungen ein äusserst seltenes.

Im Old red kommen Fische allerdings stellenweise häufig vor, doch sind dies keine pelagischen Fische, wie sie sich meist in den typischen Fischeschiefen finden, sondern Fische, welche wahrscheinlich nach Art der Welse und Dipnoer im Schlamm lebten und vielleicht sogar Süswasserbewohner waren.

Umgekehrt ist mir kein Beispiel bekannt, dass man in Ammoniten- oder Belemniten-reichen Schichten oder in typischen Fischeschiefen, Fussspuren von Landthieren, Trockenrisse oder andere unzweifelhafte Anzeichen des Strandbesuches gefunden hätte, und zeigen im Gegentheil solche Ablagerungen fast ausnahmslos eine ausserordentlich feine, regelmässige Schichtung, und auch sonst alle Zeichen von Absätzen in tieferem Wasser, ja sogar meist den Charakter von wirklichen Tiefseebildungen. (Fischeschiefer von Licata, Meletta-Schichten des Schlier, Amphisylen-

* Auch der Potsdamsandstein und Medinasandstein des Silur sind hier zu zählen, doch gab es zu jener Zeit noch keine Fische.

Schiefer, Fischschiefer von Glarus, Lesina, Comen, Boll, Raibel etc.)

Es scheint eben, dass in allen Fällen, wo es sich um die Überlieferung von organischen Resten aus früheren Perioden handelt, nicht so wohl die Anhäufung organischer Reste als vielmehr die Erhaltung derselben die Hauptsache sei.

Die Anhäufung von organischen Resten mag mitunter am Strande vielleicht grösser sein, als in der Tiefe, aber dafür sind die Chancen ihrer Erhaltung daselbst jedenfalls viel geringer als in tieferem Wasser.

Spezieller Theil.

Quaternär.

Die sogenannten „gehobenen Muschelbänke“, welche man an den Küsten fast aller Continente antrifft und wohl mit Recht zum grössten Theile der Quaternärzeit zuzählt, werden in der Regel aus litoralen Ablagerungen gebildet. Immerhin fehlen auch unter diesen Ablagerungen Tiefseebildungen nicht vollständig und mitunter sind dieselben sogar sehr typisch ausgebildet.

So kann man z. B. nach den Untersuchungen der norwegischen Geologen und Zoologen, namentlich nach den schönen Untersuchungen SARS'* in den glacialen und postglacialen Ablagerungen Norwegens sehr deutlich Litoralbildungen und Tiefseebildungen unterscheiden.

Die Litoralbildungen liegen stets höher am Ufer, werden von grösseren Materialien gebildet und enthalten in grosser Menge die gewöhnlichen Strandconchylien: *Mya truncata*, *Mya arenaria*, *Tellina solidula*, *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Litorina litorea*, *Patella vulgaris*, *Natica clausa*, *Buccinum groenlandicum*, *B. undatum*, *Balanus porcatus*, *B. crenatus* u. a. m.

Die Tiefseebildungen liegen stets in einem tieferen Niveau, bestehen stets aus zartem blauem Thon oder Mergel und enthalten fast ausschliesslich ausgesprochene Tiefseethiere:

* SARS: Fossile dyrlevningar fra Kvartaerperioden. 1865. (Universitätsprogramm.) SARS und KJERULF: Jagtagelser over den postpliocene eller glaciële formation. (Universitätsprogramm. 1860 I.)

Tiefsee-Korallen (<i>Oculina</i>) in grosser Menge.	<i>Yoldia intermedia</i> .
<i>Waldheimia septigera</i> .	" <i>pygmaea</i> .
<i>Rhynchonella psittacea</i> .	<i>Leda pernula</i> .
<i>Isocardia cor</i> .	<i>Nucula tenuis</i> .
<i>Cardium elegantulum</i> .	<i>Arca raridentata</i> .
<i>Neera cuspidata</i> .	<i>Dentalium abyssorum</i> .
<i>Yoldia arctica</i> .	<i>Siphonodentalium viteum</i> .
	<i>Ophiura Sarsii</i> .

In diesen Tiefseemergeln kommen in grosser Menge Septarien vor, welche häufig Thierreste, wie Würmer, Ophiuren und Fische enthalten. Unter letzteren findet man fast ausschliesslich solche Formen, welche ein pelagisches Leben führen oder sich für gewöhnlich in grösserer Tiefe aufhalten und nur zur Laichzeit in seichterem Wasser erscheinen.

Es sind nach COLLETT* folgende:

<i>Sebastes marinus</i> .	<i>Pleuronectes</i> sp.
<i>Trigla gurnardus</i> .	? <i>Salmo</i> sp.
<i>Lumpenus</i> .	<i>Mallotus villosus</i> .
<i>Gadus morrhua</i> .	<i>Clupea harengus</i> .
" <i>virens</i> .	" <i>sprattus</i> .
<i>Hippoglossoides limantoides</i> .	Haifisch.

Ein zweites hieher gehöriges Vorkommen erwähnt SEMPER von den gehobenen Korallenriffen der Peleliuinsel im pacifischen Ocean.

Nach ihm lassen sich nämlich in diesem gehobenen Riff deutlich zwei verschiedene Theile erkennen, ein oberer, der aus einer grossen Menge rasenförmiger Korallen besteht, und ein unterer, der, wie es scheint, hauptsächlich aus Foraminiferen zusammengesetzt ist und ausserdem nur Tiefseekorallen, namentlich *Lophoseris* enthält. Der erste muss als Litoral-, der zweite als Tiefseebildung aufgefasst werden.

Endlich erwähnt LIVERSIDGE** von den Neu-Irland-Inseln (Koralleninseln nördlich von Neu-Guinea) einen weichen kreideartigen Kalkstein, der nach der Untersuchung BRADY's ganz aus pelagischen Foraminiferen zusammengesetzt ist, wie man sie

* COLLETT: De i Norge hidtil fundene fossile Fiske fra de glaciale og postglaciale Afejringer. (Nyt Magaz. for Naturvidensk. XXXIII, 1877.)

** LIVERSIDGE: On the occurrence of Chalk in the New Britain Group. (Geol. Magaz. IV. 1877. 529.)

heutzutage schwimmend an der Oberfläche des pacifischen Oceans und als Tiefseesediment in den grossen Tiefen desselben findet, so zwar, dass eine Probe Globigerinenschlamm aus der Abyssenregion des Pacific vollkommen identisch ist mit dem erwähnten kreideartigen Kalkstein, den man auf den Neu-Irland-Inseln in der Strandregion findet.

Die von BRADY bestimmten Foraminiferen sind folgende:

<i>Spiroloculina alata.</i>	<i>Globigerina bulloides.</i>
<i>Lagena marginata.</i>	<i>inflata.</i>
" <i>laevis</i>	" <i>Dutertrei.</i>
" <i>apiculata.</i>	" <i>sacculifera.</i>
" <i>aspera.</i>	<i>Orbulina universa.</i>
<i>Dentalina brevis.</i>	<i>Spharoidina bulloides.</i>
" <i>communis.</i>	" <i>dehiscens.</i>
" <i>obliquistriata.</i>	<i>Pulvinulina Menardi.</i>
<i>Vaginulina legumen.</i>	" " var. <i>tumida.</i>
<i>Uvigerina asperula.</i>	" <i>pauperata.</i>
<i>Bulimina Buchiana.</i>	" <i>favus.</i>
<i>Cassidulina crassa.</i>	<i>Rotalina Soldanii.</i>
<i>Gaudryina pupoides.</i>	<i>Nonionina umbilicata.</i>
<i>Pullenia sphaeroides.</i>	" <i>pompilioides.</i>
" <i>compressiuscula.</i>	

Tertiär.

Innerhalb des weiten Rahmens der Tertiärbildungen treten Tiefseeablagerungen aller Art in weiter Verbreitung und mächtiger Entwicklung auf.

Um die genauere Kenntniss derselben, wenigstens so weit es sich um jüngeres Tertiär handelt, hat sich namentlich SEGUENZA grosse Verdienste erworben, welcher überhaupt der erste Geologe war, der diese Frage methodisch und consequent auf Grundlage der neuen Tiefseeforschungen behandelte*.

Die wichtigsten hier in Betracht kommenden Ablagerungsformen sind folgende:

1. Weisse Foraminiferenmergel, vollkommen dem bekannten Globigerinenschlamm der Tiefsee entsprechend, treten

* Siehe hierüber namentlich: *Studi paleontologici sulla Fauna malacologica dei sedimenti pliocenici depositati a grandi profondità.* (Boll. Soc. Malacoz. Ital. I. 1875. 99.) *Le Terreni Terziarie nella Provincia di Reggio (Calabria).* (Mem. R. Accad. Lincei. vol. VI. 1879.)

in den Pliocänbildungen Calabriens und Siziliens in grosser Mächtigkeit auf. Sie bestehen zum grossen Theil aus Foraminiferen, namentlich Orbulinen und Globigerinen und auch der Rest des Materiales scheint zum grössten Theile aus zerfallenen Foraminiferenschalen zusammengesetzt, so dass der Gehalt an unorganischen Bestandtheilen in den reinen Varietäten sehr gering ist.

Diese reinen Varietäten bilden oft homogene massige Ablagerungen von vielen Klafter Mächtigkeit und zeigen im äussern Habitus eine auffallende Ähnlichkeit mit der weissen Kreide. In anderen Fällen nehmen jedoch einzelne Lagen mehr Thon oder feinen Sand auf, und man sieht dann weisse kreidige Bänke, mit grauen mergeligen, oder gelblichen sandigen wechseln. Dieser Wechsel zeigt jedoch stets eine grosse Regelmässigkeit. Die einzelnen Schichten haben beiläufig dieselbe Mächtigkeit und indem sie so in grosser Anzahl alternirend auf einander folgen, zeigen die steilen Abstürze dieser weissen Mergel von einiger Entfernung ein regelmässig gebändertes Ansehen, welches einigermassen an die regelmässige Schichtung des Flysches erinnert.

Neben den Orbulinen und Globigerinen, welche der Menge nach den grössten Theil des Foraminiferen-Materiales ausmachen, zeigen sich noch in grösserer Menge Nodosarien, Dentalinen und Cristellarien, während Quinqueloculinen äusserst selten sind und Polystomellen, Alveolinen, Heterosteginen und Amphisteginen so gut wie vollkommen fehlen.

Von Mollusken findet sich stets ein grosser Reichthum von kleinen *Nucula*-, *Leda*-, *Neaera*-, *Corbula*- und *Verticordia*-Arten, sowie kleine, dünnschalige *Pecten*, welche Vorkommnisse sämmtlich typische Tiefseeformen sind. Stellenweise sind Pteropoden sehr häufig. Von Gastropoden finden sich namentlich in grosser Menge Dentalien, sowie kleine Arten aus den Gattungen *Pleurotoma*, *Fusus*, *Murex*, *Columbella*, *Marginella*, *Buccinum*, *Natica*, *Chemnitzia*, *Odostomia*, nebst eigenthümlichen Trochiden und Turbiden.

Von sonstigen Vorkommnissen sind noch bezeichnend eine grosse Anzahl von Tiefseekorallen (*Isis*, *Corallium*, *Ocu*-

linen und Einzelkorallen), grosse Exemplare von *Scalpellum*, sowie schliesslich *Pentacrinus* und *Rhizocrinus* (*Bourgueticrinus*).

Überdies finden sich stets in grosser Menge Ostracodenschalen, sowie local auch Radiolarien, Diatomeen und Spongiennadeln.

Dieses ganze Ensemble giebt ein so getreues Bild der Tiefseeablagerungen, wie wir sie im Atlantischen Ocean und im Mittelmeer finden, dass über die Natur dieser Ablagerungen wohl gar kein Zweifel bleiben kann.

Bevor die neuen Tiefseeuntersuchungen ins Werk gesetzt wurden, hatten diese weissen Foraminiferenmergel mit ihrer eigenthümlichen Fauna stets etwas Fremdartiges an sich, und die grosse Menge eigenthümlicher Arten, welche lebend nicht bekannt waren, verleitete sogar viele Geologen, diese Ablagerungen für viel älter zu halten, als sie wirklich sind. Fast alle diese scheinbar ausgestorbenen Arten sind nun aber durch die neueren Tiefseeuntersuchungen aus den grossen Tiefen des Atlantischen Oceans und des Mittelmeeres bekannt geworden, so dass heutzutage der Procentsatz wirklich ausgestorbener Arten in diesen Schichten nicht grösser ist, als in den litoralen Pliocänbildungen.

2. Tiefseekorallen- und Brachiopodenkalke. In inniger Verbindung mit den vorerwähnten weissen Foraminiferenmergeln und sehr häufig mit ihnen wechsellagernd trifft man feste, weisse Kalksteine, welche fast ganz aus Tiefseekorallen und kleinen Brachiopoden zusammengesetzt sind. Von Korallen finden sich namentlich *Oculinen* (*Lophohelia*, *Diplohelia*, *Amphihelia*), ferner *Isis*, *Corallium*, *Dendrophyllia*, sowie eine grosse Anzahl von Einzelkorallen (*Caryophyllia*, *Desmophyllum*, *Balanophyllia* etc.).

Von Brachiopoden kommt namentlich die kleine *Terebratula minor* in unsäglicher Menge vor.

Von sonstigen Vorkommnissen finden sich noch häufig Bryozoen, Cirrhipeden, sowie ein Heer kleiner Gastropoden und Bivalven.

Die ganze Ablagerung stimmt auffallend mit den Kalkbildungen des sogenannten Pourtales-Plateau, dem bekanntesten Tiefsee-Korallenriff an der Südküste von Florida überein und zeigen namentlich die einzelnen Korallenarten eine solche Ähnlichkeit

mit denen des Pourtales-Plateau, dass man sie ohne nähere Untersuchung grösstentheils für ident halten würde.

3. Bryozoen- und Brachiopodenschichten. Sehr nahe verwandt mit den vorerwähnten Tiefseekorallenkalken sind gewisse bryozoenreiche Schichten, welche sehr reich an Brachiopoden sind. Von Bryozoen finden sich namentlich zarte ästige Formen, wie Horneren und Retiporen, von Brachiopoden *Terebratula vitrea*, *Terebratulina caput-serpentis*, *Megerlea truncata*, *Platydia anomioides*, Argiopen und Thecidien. Von Mollusken findet man meist in grosser Menge *Pecten opercularis*, sowie verschiedene kleine Gastropoden und Bivalven.

Endlich kommen noch Cirrhipeden, sowie auch dieselben Tiefseekorallen vor, wie in den vorhergehenden Bildungen.

Diese Ablagerungen haben entschieden den Charakter einer Tiefseeablagerung, doch würde man gewiss irren, wenn man deshalb, wie dies SEGUENZA zu thun scheint, alle Bryozoenschichten für Tiefseeablagerungen halten würde.

Bryozoenschichten mit Bänken von *Ostraea lamellosa*, *Pecten Jacobaeus* und grossen Balanen, wie sie so häufig in den italienischen Pliocänbildungen auftreten, können nur als litorale oder sublitorale Ablagerungen betrachtet werden. Es ist dieser Charakter dann übrigens meist auch dadurch ausgedrückt, dass unter den Bryozoen die grossen massiven Formen (*Cellepora*), sowie die incrustirenden Gattungen *Lepralia* und *Membranipora* vorherrschen. Treten in diesen Ablagerungen Brachiopoden auf, so sind es meist grosse Arten (*Terebratula ampulla* aut.).

4. Radiolarienschiefer (Tripoli). Weisse, zarte, dünnblättrige Schiefer, grösstentheils aus einer Anhäufung von Radiolarien und Diatomeen gebildet, finden sich in Sizilien und Toscana häufig an der Basis der weissen Foraminiferenmergel und schliessen sich meist so enge an dieselbe an, dass sie früher ganz allgemein mit demselben vereint wurden. Neuerer Zeit wurde jedoch die Beobachtung gemacht, dass diese Tripoli häufig durch miocäne Korallenbänke von den weissen Foraminiferenmergeln getrennt sind und daher selbst dem Miocän zugerechnet werden müssen.

Die Radiolarienschiefer enthalten eine reiche Fischfauna, welche zum grössten Theile aus ausgesprochenen pelagischen oder

Tiefseefischen zusammengesetzt ist. Percoiden, Labroiden, Scaroiden, Sciaeniden, sowie überhaupt alle echten Stachelflosser der Litoralregion fehlen entweder ganz oder sind doch auf ein Minimum reduziert, hingegen dominieren sowohl durch Arten als Individuenanzahl die Scomberoiden, Trichinoiden, Clupeiden und Scopeliden und fallen namentlich die für die Tiefsee so charakteristischen bandförmigen Formen der *Lepidopus*-Arten sogleich in die Augen*.

Ein sehr auffallender und bisher noch nicht in befriedigender Weise aufgeklärter Umstand besteht darin, dass mitten zwischen diesen ausgesprochenen pelagischen und Tiefseefischen nicht selten Süßwasserfische, namentlich *Leuciscus*-Arten gefunden werden, welche bisweilen so überhand nehmen, dass sie z. B. bei Licata der Individuenanzahl nach weit mehr als die Hälfte ausmachen. Man hat in Folge dessen vielfach versucht, die Tripoli von Licata für eine brackische oder eine Aestuarienbildung zu erklären oder man hat auch angenommen, dass an diesem Punkte ein Fluss in das Meer gemündet habe, welcher die Süßwasserfische ins Meer brachte. Alle diese Erklärungsversuche krankten jedoch an grossen Unwahrscheinlichkeiten. Radiolarien mit Kieselpanzern sind ausgesprochene Meeresthiere und zwar solche, welche ein pelagisches Leben führen. Aus dem caspischen See ist bisher nur eine einzige Radiolarie mit Kieselgerüst, aus der Ostsee hingegen nicht einmal eine einzige bekannt und selbst das schwarze Meer scheint sehr arm an ihm zu sein. Ablagerungen von Radiolarien können daher nach unserer bisherigen Erfahrung nicht als Ablagerungen brackischer Gewässer aufgefasst werden. Hiezu kommt noch, dass neuerer Zeit in den fischführenden Radiolarianschiefern von Licata auch Reste von *Loligo* und *Anatifa* gefunden wurden, welche ebenfalls pelagische Organismen sind, die niemals in brackischen Wässern gefunden werden.

Würde aber bei Licata ein Fluss in das Meer gemündet haben, so würde derselbe gewiss sofort alle Radiolarien vertrieben, und dafür Schlamm in das Meer geführt haben, und die Ablager-

* SAUVAGE: Mémoire sur la faune ichthyologique de la période tertiaire et plus spécialement sur les poissons fossiles d'Oran et sur ceux découverts par M. B. ALBY à Licata en Sicile. (Ann. Sc. Géol. IV. 1873.)

ungen würden daher an einem solchen Punkte aus Mergel und Thon bestehen müssen, nicht aber aus Radiolarien.

Unter solchen Umständen scheint es mir noch immer das Wahrscheinlichste zu sein, dass hier ein Irrthum von Seite der Ichthyologen vorliegt und dass die sogenannten Süßwasserfische gar keine solche, sondern eine, gegenwärtig vielleicht ausgestorbene Gruppe von Tiefseefischen sind, welche in einer ähnlichen nahen Verwandtschaft zu den Cyprinoiden stehen, wie die Scopeliden zu den Salmoniden.

Weisse Foraminiferenmergel, Tiefseekorallenkalke, Bryozoenschichten mit Brachiopoden, sowie auch Radiolarienschiefer mit Fischen in genau derselben Weise, wie sie in Süditalien auftreten, werden auch aus der Umgebung von Oran beschrieben und hier von vielen Geologen für miocän gehalten* (Sabelien POMEL's). Es wurden jedoch bisher für diese Auffassung keine entscheidenden Beweise erbracht, und scheint es mir bei der grossen Ähnlichkeit, welche die Tertiärbildungen Nordafrika's und Süditaliens im Allgemeinen zeigen, wahrscheinlich zu sein, dass diese Schichten bei Oran dasselbe Alter haben werden, wie in Calabrien und auf Sizilien.

Aus anderen Tertiärgebieten sind mir Tiefseeablagerungen von ähnlichem Charakter nicht bekannt, höchstens könnte man noch an die eocänen Tuffe von Spilecco im Vicentinischen denken. Es sind dies rothe kalkig-thonige Tuffe, welche in ungeheurer Menge die kleine *Rhynchonella polymorpha*, sowie Crinoiden und Korallen von Habitus der Tiefseekorallen führen.

Eine Bemerkung kann ich hier jedoch nicht unterdrücken.

SEGUENZA unterscheidet in Süditalien als tiefstes Glied des Pliocäns das sogenannte „Zancléen“.

Dieses Zancléen ist in Calabrien und Sizilien weit verbreitet, es besteht aus groben litoralen Materialien mit Austern- und Pectenbänken, aus Bryozoenschichten mit Balanen und Brachiopoden, sowie aus mächtigen Ablagerungen von weissen Foraminiferenmergeln. Alle diese Ablagerungen zeichnen sich aber

* BLEICHER: Note sur la géologie des environs d'Oran. (Bull. Soc. géol. 1875. 187.) — Note sur les gisements de Polypiers des terrains tertiaires moyens et supérieurs des provinces d'Oran et d'Alger. (Idem pag. 284.)

durch den sonderbaren Umstand aus, dass sie niemals Gastropoden enthalten, mit Ausnahme von seltenen Exemplaren von *Patella* und *Scalaria* und ebenso fehlen auch alle dimyarischen Bivalven und alle Korallen.

Es ist nun, wie SEGUENZA ganz richtig hervorhebt, gar nicht denkbar, dass Gastropoden und Dimyarier zu dieser Zeit an diesen Punkten gar nicht sollen gelebt haben und ihr Fehlen kann seiner Ansicht nach nur eine secundäre Erscheinung sein, hervorgerufen durch die Zerstörung und Auflösung der minder resistenzfähigen Reste.

Wenn wir nun aber sehen, dass die von SEGUENZA als fehlend angeführten Organismen ausnahmslos Arragonitschalen besitzen, während die vorhandenen ausschliesslich calcitischer Natur sind, so ist die Natur dieser Erscheinung wohl ziemlich deutlich. Es sind einfach alle Arragonitschalen (Gastropoden, Dimyarier, Korallen) verschwunden, und nur die calcitschaligen Reste übrig geblieben. (Bryozoen, Balanen, Brachiopoden, Austern, Pecten, Serpulen, Foraminiferen.)

Pteropodenmergel. Nicht minder deutlich als Tiefseebildungen charakterisirt, als die vorerwähnten Ablagerungen, dabei aber viel allgemeiner verbreitet, sind die sogenannten „Pteropodenmergel“, als deren Typus die bekannten „Mergel des Vaticans“ betrachtet werden können*.

Es sind dies meist blaugraue, ausserordentlich zarte, homogene Mergel, welche ausserordentlich reich an Foraminiferen, Pteropoden, sowie den bekannten Tiefseebewohnern *Nucula*, *Leda*, *Limopsis*, *Corbula*, *Solenomya* und kleinen Amusien sind. Die Foraminiferen sind genau dieselben, welche auch die weissen Foraminiferenmergel zusammensetzen, und sind dieselben bisweilen in solcher Menge vorhanden, dass das Gestein ganz weisslich wird und eine grosse Ähnlichkeit mit den weissen Foraminiferenmergeln zeigt, ja strenge genommen, vollkommen in dieselben übergeht. Ausser den vorerwähnten Vorkommnissen finden sich noch in grösserer Menge kleine Tellinen, Lucinen, grosse Dentalien, Solarien, *Pleurotoma*-, *Fusus*- und *Natica*-Arten,

* Siehe namentlich PONZI: I Fossili del Monte Vaticano. (Atti Accademia dei Lincei 2 Ser. III. 1875—76. 925.)

ferner *Solenomya* und eine *Pholadomya*, welche der *Ph. Loveni* aus den grossen Tiefen des Mittelmeeres sehr ähnlich ist. Schliesslich finden sich noch häufig kleine Spatangiden, Einzelkorallen, namentlich Flabellen, sowie sogenannte „Fucoiden“. Nicht so häufig aber sehr bezeichnend sind endlich Sepienschulpen und Argonauten.

Diese Pteropodenmergel sind in Mittel- und Oberitalien ausserordentlich verbreitet und bilden hier regelmässig den unteren Theil der sogenannten „Subapennin-Mergel“, indem sie nach unten in die grosse gypsführende Formation übergehen oder auch selbst Gypsflötze enthalten.

Im Miocän werden die Pteropodenmergel durch den sogenannten „Schlier“ repräsentirt, welcher habituell dem pliocänen Pteropodenmergel so sehr ähnelt, dass er von italienischen Geologen aus diesem Grunde lange Zeit mit diesen verwechselt und ebenfalls für pliocän gehalten wurde, während er doch in Wirklichkeit ein ziemlich tiefes Glied innerhalb der miocänen Schichtenreihe darstellt.

In den Apenninen tritt der Schlier ebenfalls in mächtiger Entwicklung, ja geradezu gebirgsbildend auf und wird ausser durch Pteropoden namentlich durch die grosse Häufigkeit von Aturien charakterisirt. Sonst charakteristisch sind *Solenomya Doderleini*, *Pecten denudatus* und *duodecimlamellatus*, *Axinus angulosus*, *Lucina borealis*, *Dentalium*, *Fusus*, *Pleurotoma*, *Buccinum*, *Natica*, Spatangiden und Einzelkorallen. (*Flabellum*.)

Im Eocän sind wirkliche Pteropodenmergel bisher nicht bekannt, doch scheinen dieselben hier durch einen Theil des eocänen Flysch vertreten zu werden, wie denn auch neuester Zeit durch RZEHAK thatsächlich bei Brünn in Mähren in den obersten Mergeln des Flysches pteropodenreiche Schichten nachgewiesen wurden*.

Habituell den Pteropodenmergeln resp. dem Schlier sehr nahe stehend ist der sogenannte Kleinzeller-Tegel in Ungarn und der hydraulische Mergel von Häring in Tyrol, welche beide wahr-

* Über die Gliederung und Verbreitung des Oligocäns in der Gegend südöstlich von Gross-Seelowitz in Mähren. (Verhandl. Geol. Reichsanst. 1881. 211.)

scheinlich dem oberen Eocän (Bartonien) angehören, indessen bisher noch keine Pteropoden geliefert haben.

Priabonaschichten. Ein in den mediterranen Eocänbildungen sehr verbreitetes und mächtig entwickeltes Formationsglied sind die sogenannten „Priabona-Schichten“.

Es sind dies in der Regel graue mergelige oder mergelig-kalkige Ablagerungen, welche sich durch einen grossen Reichtum an dünnchaligen Orbitoiden, an zarten, ästigen Bryozoen, an kleinen Austern, *Pecten*- und *Spondylus*-Arten, an *Serpula spirulaea*, sowie durch eine grosse Menge verschiedener Echiniden auszeichnen. Von sonstigen Vorkommnissen sind noch zu erwähnen, Crinoiden, *Terebratulina tenuistriata* und einzelne Spongien. Eine etwas vereinzelte Stellung einnehmend, jedoch allgemein verbreitet und regelmässig auftretend findet man eine grosse Auster (*Ostrea rarilamella*), deren Schale sich durch eine eigenthümliche spongiöse Textur auszeichnet, sowie Steinkerne einer grossen *Ovula* und einigen *Nautilus*-Arten.

Das vollkommene Fehlen der Nummuliten, das Fehlen der grossen, dickschaligen Litoralconchylien, wie z. B. der grossen Cerithien und *Natica*-Arten, das Vorherrschen kleiner und zarter Formen, das massenhafte Auftreten zartästiger Bryozoen, das Vorkommen von Nautilen, Crinoiden und *Terebratulina tenuistriata* charakterisiren diese Ablagerungen als Tiefseebildungen.

Bemerkenswerth ist, dass in diesen Ablagerungen mit Ausnahme von *Nautilus* und der erwähnten grossen *Ovula*, welche beide indessen stets nur in Form von Steinkernen auftreten, ausschliesslich calcitische Organismen gefunden werden, wodurch die Fauna der Priabona-Schichten dem Habitus nach entschieden an diejenige der weissen Kreide oder noch mehr an diejenige der Plänermergel erinnert, mit welch' letzteren die Priabona-Schichten überhaupt eine unverkennbare habituelle Ähnlichkeit besitzen.

Pleurotomenthone. Dem Pteropodenmergel nahe verwandt ist eine andere Ablagerungsform, welche man am besten

* Noch grösser ist die habituelle Übereinstimmung der Priabona-Schichten mit dem sog. „Hauterivien“ des jurassischen Neocom.

mit dem Namen „Pleurotomenthone“ bezeichnen kann und als deren typischen Vertreter der sogenannte „Badner-Tegel“ des Wiener Beckens betrachtet werden mag.

Es sind dies blaugraue, weiche, speckige, bisweilen feinsandige, plastische Mergel, welche einen ausserordentlichen Reichtum an canaliferen Gastropoden enthalten, unter denen wiederum namentlich die Pleurotomen durch Mannigfaltigkeit an Arten und Individuenmenge sich auszeichnen.

Neben den Pleurotomen finden sich Arten der Gattungen: *Fusus*, *Murex*, *Nassa*, *Columbella*, *Cancellaria*, *Mitra*, *Conus*, *Ancillaria*.

Von Holostomen finden sich hauptsächlich die zoophagen Gattungen *Natica*, *Solarium* und *Scalaria*, während die phytophagen Trochiden und Turbiniden, sowie die ebenfalls phytophagen Cerithien fast vollständig fehlen.

Grosse Dentalien sind stets in reicher Menge vorhanden und sehr bezeichnend.

Von Bivalven sind bezeichnend die Gattungen *Corbula*, *Nucula*, *Leda*, *Neaera*, dünnchalige Pecten aus der Gruppe *Amusium*, sowie *Gryphaea cochlear*.

Einzelkorallen sind meist in grosser Menge vorhanden und sehr bezeichnend (*Flabellum*, *Turbinolia*, *Trochocyathus*, *Deltocyathus*, *Ceratotrochus*, *Balanophyllia*, *Stephanophyllia* etc.).

Äusserst charakteristisch sind schliesslich auch die Foraminiferen, unter denen namentlich die Gattungen *Nodosaria*, *Dentalina* und *Cristellaria* hervorragen, denen sich *Globigerina*, *Uvigerina*, *Bulimina*, *Quinqueloculina*, *Lingulina* anschliessen, während die Polystomellen, Amphisteginen, Alveolinen und Heterosteginen fast vollständig fehlen.

Es ist bezeichnend für diese Fauna, dass unter den Gastropoden fast nur zoophage Formen vorkommen, während die phytophagen Gattungen ganz zurücktreten.

Eine weitere Eigenthümlichkeit derselben besteht darin, dass die darin auftretenden Arten durchschnittlich von mittlerer Grösse oder geradezu klein sind, während dieselben Gattungen in den ausgesprochenen Litoralbildungen derselben Epoche regelmässig durch grössere Arten vertreten werden.

So finden wir im Badner Tegel *Conus Dujardini* und *antediluvianus*, während im Leythakalke und den Gainfahrner Mergeln die riesigen *Conus Berghausi*, *ponderosus*, *Mercati* etc. auftreten; im Badner Tegel finden wir die kleinen *Murex spinicosta*, *vaginatus*, *Haidingeri*, *goniostomus*, in den Gainfahrner Mergeln die grossen *M. Aquitanicus*, *trunculus*, *Sedgwickii* etc. Von der Gattung *Fusus* kommen im Badner Tegel die kleinen Arten *Fusus bilineatus*, *semirugosus*, *crispus*, im Gainfahrner Mergel und Leythakalk die grossen *Fusus virgineus* und *Valenciennesi* vor. Ähnlich verhält es sich auch mit den Gattungen *Cassis*, *Nassa*, *Cancellaria* u. a. m.

Schliesslich verdient noch eine Eigenthümlichkeit hervorgehoben zu werden. Unter den Conchylien, welche im Leythakalke und im Gainfahrner Mergel vorkommen, welche also ohne Zweifel in seichtem Wasser gelebt haben, finden sich sehr viele, welche deutliche Farbenzeichnungen zeigen, ja man kann behaupten, dass die Mollusken, welche im Wiener Becken mit Farbenzeichnungen beobachtet wurden, fast ausnahmslos solche sind, welche ihre Heimath in den Litoralbildungen desselben haben. — Die für den Badner Tegel bezeichnenden Conchylien zeigen fast niemals Farbenzeichnungen und scheinen daher fast ausnahmslos entweder weiss oder einfarbig gewesen zu sein.

Fasst man das im vorhergehenden Gesagte zusammen, so kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, dass die Pleurotomenmergel im Allgemeinen in die Gruppe der Tiefseebildungen gehören. Hiefür sprechen die Feinheit des Sedimentes, die zahlreichen Einzelkorallen, die Häufigkeit der Gattungen *Nucula*, *Leda*, *Neuera*, *Corbula*, *Amusium*, *Gryphaea*, *Dentalium*, die grosse Entwicklung der Cristellarien und Nodosarien, die durchschnittlich geringe Grösse der Conchylien, ihre vorherrschend zoophage Natur, ihre Farblosigkeit oder Einfarbigkeit und schliesslich noch das Fehlen oder die Seltenheit der ausgesprochenen Litoralthiere.

Andererseits lässt sich jedoch nicht in Abrede stellen, dass bei alledem ein bestimmter Unterschied zwischen dem Pleurotomenthon und den Pteropodenmergeln besteht. Die im Pteropodenmergel so häufigen Pteropoden und Cephalopoden sind im

Pleurotomenthon sehr selten, und umgekehrt treten im Pteropodenmergel die Pleurotomen, sowie die übrigen canaliferen Gastropoden sehr in den Hintergrund.

Die Amusien des Pteropodenmergels sind kleiner und zarter als diejenigen des Pleurotomenthons; die Foraminiferen, obwohl massenhaft vorhanden, haben meist ein eigenthümlich verzweigtes Ansehen, an Zahl vorherrschend sind die Globigerinen; die Nodosarien und Dentalinen sind selten, die Quinqueloculinen fehlen fast ganz, dafür erscheint als charakteristisch die Gattung *Clavulina*.

Vergleicht man diese Eigenthümlichkeiten miteinander, so ist es wohl evident, dass dieselben übereinstimmend dahin deuten, dass die Pteropodenmergel in grösserer Tiefe abgelagert wurden als die Pleurotomenthone. Die Pteropodenmergel sind wirkliche und typische Tiefseebildungen, während die Pleurotomenthone die Charaktere einer solchen noch nicht vollkommen entwickelt zeigen und neben der ihnen eigenthümlichen Fauna in der Regel noch eine grössere oder geringere Beimengung mehr litoraler Typen zeigen.

Kann es somit auch als ausgemacht oder doch als höchst wahrscheinlich angesehen werden, dass die Pleurotomenthone Tiefseeablagerungen aus mittlerer Tiefe sind, so lässt sich doch nicht in Abrede stellen, dass über denselben bisher noch immer eine eigenthümliche Ungewissheit schwebt, welche durch den sonderbaren Umstand bedingt wird, dass man in den jetzigen Meeren bisher noch niemals eine Ablagerung gefunden hat, welche man ihrer Beschaffenheit nach mit dem Pleurotomenthone hätte vergleichen können.

Einzelkorallen, *Nucula*, *Leda*, *Neaera*, *Corbula*, *Amusium*, *Dentalium* gehören zwar auch in den jetzigen Meeren zu den Charakterthieren der Tiefe, zu diesen gesellen sich jedoch als weitere Charaktertypen Kieselschwämme, Brachiopoden, Bryozoen, Crinoiden, eigenthümliche Echiniden und Asteriden, mithin lauter Typen, deren constantes Fehlen für die Pleurotomenthone so bezeichnend ist, während umgekehrt von den zahlreichen Pleurotomen sowie von den sonstigen canaliferen Gastropoden des Badner Tegels in den Tiefen der jetzigen Meere sehr wenig zu

finden ist, und gewiss nichts, was sich mit der unglaublichen Anhäufung dieser Thiere in den Pleurotomenthonen vergleichen liesse. Die Gastropoden, welche in den jetzigen Meeren die grösseren Tiefen charakterisiren, sind meist kleine Arten der Gattungen *Odostomia*, *Eulima*, *Bulla*, *Rissoa*, *Bela*, mithin wieder solche Typen, welche dem Pleurotomenthone fremd sind.

NORMANN erwähnt in seiner Arbeit „The Mollusca of the Fjords near Bergen“ * die eigenthümlichen Ablagerungen, welche im Innern des Oster Fjords vorkommen. Hier findet sich in einer Tiefe von 200—400 Faden ein grauer Schlamm, der gänzlich verschieden ist von demjenigen, der sich im grossen Ocean und überhaupt in offener See bildet. Er besteht fast nur aus mineralischem Material ohne Globigerinen und Orbulinen, wogegen Buliminen, Uvigerinen und Lagenen sehr häufig sind.

Hydrozoen und Polyzoen fehlen fast vollständig, Echinodermen und Brachiopoden werden ebenfalls nicht erwähnt und auch Crustaceen sind sehr spärlich entwickelt.

Hingegen ist der Schlamm sehr reich an Mollusken, von denen folgende erwähnt werden:

<i>Yoldia</i> sp. plures.	<i>Siphonodentalium tetragonum</i> .
<i>Malletia obtusa</i> .	<i>Cadulus propinquus</i> .
<i>Axinus</i> sp. plures.	<i>Cyclostrema basistriatum</i> .
<i>Decipula ovata</i> .	<i>Rissoa abyssicola</i> .
<i>Pecten vitreus</i> .	<i>Eulima stenostoma</i> .
<i>Dentalium striolatum</i> .	<i>Taranis Mörchi</i> .
<i>Siphonodentalium Lofotense</i> .	<i>Pleurotoma cylindracea</i> .

THOMSON führt in seinem bekannten Werke „The depth of the Sea“ pag. 197, von der Station 49 des Mittelmeeres (südl. von Cartagena) aus einer Tiefe von 1412 Faden nachstehende Mollusken auf:

<i>Nucula quadrata</i> .	<i>Trophon multilamellosum</i> .
„ <i>pumila</i> .	<i>Nassa prismatica</i> .
<i>Leda</i> sp.	<i>Columbella Haliaeti</i> .
<i>Verticordia granulata</i> .	<i>Buccinum acuticostatum</i> .
<i>Hela tenella</i> .	<i>Pleurotoma carinatum</i> .
<i>Trochus gemmulatus</i> .	„ <i>torquatum</i> .
<i>Rissoa subsoluta</i> .	„ <i>decussatum</i> .
<i>Natica affinis</i> .	

* Journal of Conchology 1879.

Dies sind die beiden Tiefseefunde, welche noch die meiste Ähnlichkeit mit den Pleurotomenthonen zeigen, doch ist in beiden Fällen die Fauna eine so ärmliche, dass man sich bei alledem nicht entschliessen kann, sie als die wirklichen Repräsentanten derselben zu betrachten.

Wie aber die Fauna der Pleurotomenthone als Ganzes betrachtet einen vollständig fremdartigen Habitus zeigt, für den man in der Jetztzeit vergebens ein Analogon sucht, so ist dasselbe auch mit den einzelnen Arten der Fall, welche diese Fauna zusammensetzen.

In den Litoralbildungen des Wiener Beckens findet man eine Menge von Arten, welche entweder noch gegenwärtig leben oder lebenden Arten ausserordentlich nahe stehen, so dass die Fauna einen gewissermassen modernen Anstrich zeigt. Mustert man jedoch die Fauna des Badner Tegels, so begegnet man fast durchwegs fremdartigen Formen, welche lebend nicht mehr bekannt sind, und findet man schliesslich doch eine oder die andere solche, so kann man sicher sein, dass sie lebend sehr selten ist. Sammelt man in den Badner Ziegelgruben Fossilien und sortirt die Ausbeute, so findet man, dass die Pleurotomen aus den Untergattungen *Turris*, *Surcula*, *Drillia*, *Clavatula*, *Gemmula* der Masse nach reichlich die Hälfte des Materiales ausmachen. In der Jetztzeit sind aber alle diese Untergattungen arm an Arten und fast alle Arten sind zugleich äusserst selten.

Schlemmt man den Badner Tegel, so enthält der Rückstand stets einen grossen Reichthum an Foraminiferen, unter denen sofort zahlreiche Nodosarien und Dentalinen in's Auge fallen. Gerade die Nodosarien und Dentalinen sind aber in den heutigen Meeren sehr selten und es ist mir speziell aus den europäischen Meeren kein Fall bekannt, in dem man diese Typen in ähnlicher Mannigfaltigkeit und Häufigkeit gefunden hätte, wie dies in den Pleurotomenthonen von jeglichem Alter und von allen Punkten der Erde ganz allgemein und ausnahmslos der Fall ist.

Auf den ersten Anblick könnte man freilich meinen, dass diese relative Fremdartigkeit der Pleurotomenfauna einfach dadurch bedingt werde, dass sie eben eine Tiefseefauna sei. Die Litoralfauna der jetzigen Meere ist viel genauer und vollständiger bekannt als die Tiefseefauna und so könnte man es ganz

natürlich finden, dass man in den litoralen Ablagerungen früherer geologischer Epochen mehr Analoga zu lebenden Arten trifft, als in den gleichzeitigen Tiefseebildungen.

Bei näherer Betrachtung leuchtet jedoch ein, dass diese Erklärung durchaus nicht ausreichend ist. Wäre nämlich die Fauna des Pleurotomenthones nur desshalb so fremdartig, weil sie eben eine Tiefseefauna ist, so müsste uns ja diejenige der Pteropodenmergel, die ja in noch grösserer Tiefe abgelagert wurden, offenbar noch fremdartiger sein. Dies ist nun aber durchaus nicht der Fall. Im Gegentheil, die Fauna der Pteropodenmergel stimmt ihrem Habitus nach ganz genau mit der uns bekannten Fauna grösserer Tiefen überein und auch die einzelnen Arten stehen lebenden Tiefseecarten sehr nahe oder sind auch durchaus mit solchen ident.

Bedenkt man nun andererseits, dass die Pleurotomenthone mit ihren genau specificirten Charakteren, vom ältesten Eocän angefangen bis ins Pliocän durch alle Tertiärstufen hindurch in mächtiger Entwicklung auftreten, ja dass manche Tertiärstufen in ausgedehnten Gebieten fast ausschliesslich in der Form von Pleurotomenthonen entwickelt sind, so kann man sich wohl kaum zu der Annahme entschliessen, dass derartige Ablagerungen in den jetzigen Meeren vollkommen fehlen sollten. Es drängt sich vielmehr unwillkürlich der Verdacht auf, dass Ablagerungen von ähnlichem Charakter und mit einer ähnlichen Fauna auch in den jetzigen Meeren vorhanden, aus irgend einem Grunde, aber bisher noch nicht aufgefunden seien, sei es, dass die Thiere, welche diese Fauna zusammensetzen, tief im Schlamme eingegraben leben, sei es, dass sie durch einen andern unbekanntem Umstand bisher der Nachforschung entgangen sind.

Jedenfalls würde die Entdeckung einer Fauna, wie sie die tertiären Pleurotomenthone charakterisirt, von der höchsten Bedeutung für die Geologie sein, und erlaube ich mir, diese Angelegenheit allen denen, die sich mit biologischen und faunistischen Untersuchungen im Meere beschäftigen, auf das Angelegentlichste zu empfehlen.

F l y s c h.

Eine der merkwürdigsten Gebirgsbildungen, über deren Natur und Entstehungsweise die verschiedenartigsten Hypothesen aufgestellt wurden, ist ohne Zweifel der Flysch, doppelt interessant wegen der ausserordentlichen Verbreitung und der wichtigen Rolle, die er an dem Aufbau der meisten europäischen Kettengebirge nimmt. Der grösste Theil der Karpathen und ein grosser Theil der Apenninen besteht ausschliesslich aus dieser Formation, am Nordrande der Alpen finden wir ihn im ununterbrochenen Zuge und in mächtiger Entwicklung von der westlichen Schweiz angefangen bis zum Kahlenberg bei Wien.

Er spielt eine ausserordentlich grosse Rolle in den Gebirgszügen Bosniens, Istriens, Dalmatiens und Nord-Griechenlands, er findet sich in mächtiger Entwicklung im südlichen Kaukasus, er bildet den grössten Theil der Gebirge Creta's, einen grossen Theil der Gebirgskette des nördlichen Cyperns und scheint sich ebenso in ausgedehnter Weise an der Zusammensetzung vieler Gebirgszüge Kleinasiens zu theiligen.

In diesem ganzen weiten Gebiete zeigt er überall genau dieselben Charaktere, überall sind es dieselben grauen Mergelkalke, Mergelschiefer und gleichmässig feinkörnigen Sandsteine, welche in regelmässig geschichteten Bänken, in endloser Wiederholung und ermüdender Einförmigkeit die ganze Masse derselben bilden, überall dieselbe Massenhaftigkeit von sogenannten Fucoiden in den Mergelkalcken und von Wurmsspuren und mannigfachen „Hieroglyphen“ auf der Oberfläche der Sandsteinbänke und Schiefer, überall die Seltenheit oder das vollständige Fehlen von Conglomeraten und massigen zoogenen Kalksteinen, überall die Seltenheit an Fossilien, welche die Formation auf den ersten Blick als völlig azoisch erscheinen lassen.

Merkwürdig ist es hiebei, dass der Flysch keinem bestimmten geologischen Zeitabschnitte entspricht, dass er vielmehr theils dem Eocän und theils der Kreide, ja vielleicht sogar auch dem Jura angehört, ohne dabei in seinem Charakter irgend etwas zu ändern.

Es kann hier nicht der Ort sein, mich auf eine vollständige Discussion der „Flyschfrage“ einzulassen, doch kann man es, wie

ich glaube, gegenwärtig als eine ausgemachte Thatsache betrachten, dass der grösste Theil der Flyschformation sich in grosser Tiefe abgelagert hat und ein grosser Theil seiner Eigenthümlichkeiten diesem Umstande zuzuschreiben ist.

Die wichtigsten Momente, welche für diese Anschauung sprechen, scheinen mir nachfolgende zu sein:

1. Der Flysch besteht fast ausschliesslich aus feingeschlemmten Materialien, während gröbere Bestandtheile, wie Gruss und Conglomerate, gänzlich zurücktreten.

2. Der Flysch zeigt überall eine ausserordentlich regelmässige, ebenflächige, oft sehr zarte und dünnblättrige Schichtung und wo Störungen in demselben vorkommen, erscheinen dieselben stets als eigenthümliche Faltungen und Stauungen oder überhaupt als der Ausdruck einer fliessenden Massenbewegung. Wirklich falsche Schichtung, welche auf Wellenschlag deuten würde, habe ich selbst noch niemals im Flysche beobachtet und ist eine solche meines Wissens bisher auch von niemand Anderem angegeben worden.

3. Fussspuren von Landthieren (Vögeln, Säugethieren oder Reptilien), sowie Trockenrisse, sind im Flysche noch niemals beobachtet worden.

4. Die Fossilien, welche örtlich im Flysche gefunden werden, rühren fast ausnahmslos entweder von pelagischen oder von Tiefseethieren her. Zu ersteren zähle ich namentlich die Ammoniten, zu letzteren die Fische der Fischschiefer von Glarus und von vielen Punkten der Karpathen (*Anenichelum*, *Lepidopides*, *Acanus*, *Palaeorhynchum*, *Meletta* etc.).

5. Nach den Untersuchungen GÜMBEL'S* sind die Sedimente des Flysches fast in allen Abänderungen sehr reich an kieseligen Schwammnadeln, ja gewisse quarzitische Lagen scheinen ganz aus solchen zusammengesetzt zu sein; andererseits werden nach PANTANELLI die Hornsteine, welche sich so häufig im Toskani-

* Spongien-Nadeln im Flysch (Verh. Geol. Reichsanst. 1880. 213). Grosse Mengen von kieseligen Spongien-Nadeln kommen nach dem Verfasser überdies in Rossfelder-Schichten, in den Algäu-Schiefern, sowie in den südalpinen schwarzen Liasschiefern vor, lauter Ablagerungen, welche nach den hier vertretenen Ansichten als Tiefseebildungen aufzufassen sind.

schen Flysch finden, zum grossen Theil aus Radiolarien zusammengesetzt*.

6. Die Kriechspuren von Würmern, welche sich so massenhaft an der Oberfläche, namentlich der Sandsteinbänke finden, deuten auch auf grosse Ruhe und mithin indirekt auf grössere Tiefe.

7. Die sogenannten „Fucoiden“, welche namentlich die Mergelkalkbänke oft ganz erfüllen und wohl den allgemeinsten und charakteristischen Charakterzug der Flyschformation bilden, sind nach den neueren Entdeckungen NATHORST'S** keine Fucoiden und überhaupt gar keine Pflanzen, sondern baumartig verzweigte Röhren von grabenden Würmern, welche hinterher von feinem Schlamm ausgefüllt wurden. — Die vollkommene Erhaltung derartig zarter Gebilde deutet ebenfalls auf ausserordentliche Ruhe und demnach auf grosse Tiefe.

8. Ausser den beiden vorgenannten Formen von Wurmspuren zeigen die einzelnen Gesteinsbänke des Flysches und zwar namentlich die Sandsteine derselben auf ihrer Oberfläche noch mannigfache andere Skulpturen, welche mit den ebenerwähnten Wurmspuren gar nichts zu thun haben und offenbar überhaupt nicht durch Organismen erzeugt sind. So findet man z. B. die Oberfläche der Schichten mit Runzeln bedeckt, von genau derselben Art, wie sie auf der Oberfläche eines dicken Leimes entstehen, wenn man das mit Leim gefüllte Gefäss etwas schief hält; andere Gesteinsbänke zeigen an ihrer Oberfläche mäandrine Windungen, wie man sie allenthalben auf altem, schlechten Asphaltpflaster findet, wieder andere Bänke haben eine eigenthümlich rissige, borkenartige Oberfläche, ähnlich der unteren Fläche eines Brodlaibes; oder sie zeigen unregelmässige, wurstförmige Wülste, wie man sie in den Auslagekästen der Spezereihandlungen an der Unterfläche der grossen Wackskuchen sieht, oder endlich, man findet auch mannigfache Knoten und Protuberanzen, welche man ganz genau nachmachen kann, wenn man in eine zähe, dickflüssige Masse Tropfen derselben Substanz fallen lässt oder noch besser hineinschleudert.

* Fossili dei diaspri (Rendic. Soc. Tosc. 1880. 11 Jan.).

** l. c.

Ohne hier näher auf die Frage einzugehen, auf welche Weise diese merkwürdigen Skulpturen entstanden sind, ist doch so viel klar, dass ihre oft wunderbar scharfe Erhaltung ebenso auf tiefes Wasser hinweist, wie die Wurmsspuren, mit denen sie bisher unter dem Sammelnamen „Hieroglyphen“ zusammengefasst wurden.

Wenn ich auf diese Weise den Flysch als eine Tiefseebildung charakterisirt habe, so soll damit doch durchaus nicht gesagt sein, dass wirklich alles, was man zum Flysch rechnet, Tiefseebildung sei. So findet man in den östlichen Karpathen dem Flysch örtlich grobe Conglomerate eingeschaltet, welche augenscheinlich litoralen Ursprungs sind, und ebenso hat neuerer Zeit Herr VACEK in den Karpathen Nordost-Ungarns im oberen Theile des Karpathensandsteins petrefaktenreiche Schichten aufgefunden, welche eine entschieden litorale Fauna enthalten. Freilich muss man zu gleicher Zeit gestehen, dass diese augenscheinlich in seichtem Wasser gebildeten Theile des Flysches die charakteristischen Eigenthümlichkeiten des Flysches (Hieroglyphen und Fucoiden) nicht enthalten und mithin genau genommen eigentlich kein echter Flysch sind.

Ebenso ist zu bemerken, dass, wenn auch allerdings der Flysch in seiner typischen Form meiner Ansicht nach als eine Tiefseebildung aufgefasst werden muss und ein grosser Theil seiner Eigenthümlichkeiten sich aus diesem Gesichtspunkte erklären lässt, dies doch durchaus nicht von allen gesagt werden kann und noch immer eine grosse Zahl von Räthseln übrig bleiben, deren Lösung, wie ich glaube, auf einem anderen Felde gesucht werden muss. (Wulst-Hieroglyphen, fremde Blöcke, Serpentine und grüne Schiefer im Flysch, argille scagliose.)

Mesozoische Formationen.

Unter den vielgestaltigen Ablagerungen der mesozoischen Formationen lassen sich ebenso, wie in der Tertiärzeit, eine Anzahl ganz bestimmt charakteristischer Typen unterscheiden, welche sich in den verschiedensten Stufen mit ganz ähnlichen Charakteren wiederholen und seit langer Zeit Anlass zur Aufstellung sogenannter „Facies“ gegeben haben.

Die wichtigsten dieser Ablagerungsformen sind folgende:

- 1) Korallenkalke in ihren verschiedenen Abänderungen

als Nerineenkalke, Hippuritenkalke, Caprotinenkalke, Megaloduskalke. (Korallenfacies.)

2) Bivalvenschichten. Kalkige, sandige oder mergelige Schichten mit einer grossen Anzahl verschiedenartiger grosser Bivalvenarten aus den Gattungen *Trigonia*, *Pholadomya*, *Ceromya*, *Goniomya*, *Cardium*, *Arca*, *Cucullaea*, *Cardinia*, *Myoconcha*, *Modiola*, *Pinna*, *Lima*, *Pecten*, *Ostrea* u. a. m. (Bivalvenfacies.)

3) Scyphienschichten. Kalkige und mergelige Schichten mit Kieselpongien. (Schwammfacies.)

4) Ammonitenthone. } (Ammonitenfacies.)
5) Rothe Ammonitenkalke. }

6) Aptychenkalke (meist hornsteinführend).

7) Brachiopodenkalke. (Brachiopodenfacies.)

Die Korallenkalke, und zwar sowohl die Korallenkalke im engeren Sinne, als auch die Nerineenkalke, Hippuritenkalke, Caprotinenkalke und Megaloduskalke, und ebenso auch die Bivalvenschichten in der vorerwähnten Auffassung sind ausgesprochene Seichtwasserbildungen und tragen alle Charaktere einer solchen in so ausgeprägter Weise an sich, dass hierüber wohl niemals ein Zweifel walten konnte und uns diese Ablagerungen eine sichere Basis zur Beurtheilung der übrigen an die Hand geben.

Unter diesen sind es nun die Ammoniten-reichen Ablagerungen, welche wegen ihrer allgemeinen Verbreitung und mächtigen Entwicklung in erster Linie unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, und man kann wohl sagen, dass die richtige Erkenntniss der wirklichen Natur dieser Schichten uns den Schlüssel zur Entzifferung der Faciesverhältnisse der mesozoischen Ablagerungen an die Hand giebt.

Da in den jetzigen Meeren keine Ammoniten mehr existiren, und uns daher die Möglichkeit benommen ist, auf dem Boden direkter Erfahrung über die Sachlage ins Reine zu kommen, so bleibt uns zur Klarstellung der Verhältnisse nur der indirekte Weg übrig, indem wir einerseits die Begleitformen der Ammoniten ins Auge fassen, andererseits die Ablagerungen, ihrem Gesammthabitus nach mit andern Ablagerungen von bekannter Natur vergleichen.

In letzterer Beziehung fällt nun sofort eine Thatsache von schwerwiegender Bedeutung ins Auge und diese besteht darin, dass in den ausgesprochenen Seichtwasserablagerungen der mesozoischen Periode fast ausnahmslos die Ammoniten entweder vollständig fehlen oder doch nur äusserst selten und ausnahmsweise vorkommen.

Diese Thatsache ist so allgemein und so streng ausgesprochen, dass es ganz unmöglich ist, darin eine blossе Zufälligkeit zu sehen und dass dieselbe meiner Anschauung nach für sich allein vollkommen hinreichen würde, um die Ammoniten-führenden Schichten als Ablagerungen tieferen Wassers oder als „elitorale“ Bildungen zu charakterisiren.

Es giebt jedoch noch eine ganze Reihe anderer Anhaltspunkte, welche sämmtliche in derselben Richtung weisen.

Die gewöhnlichste und verbreitetste Form, in welcher Ammoniten-führende Schichten auftreten, sind die sogenannten „Ammonitenthone“, als deren typisches Beispiel der Gault von Folkestone gelten mag.

Fasst man diese Ablagerungen auch nur oberflächlich ins Auge, so fällt sofort die ausserordentliche Ähnlichkeit auf, welche dieselben in allen ihren Charakteren mit den Pteropodenmergeln und Pleurotomenthonen des Tertiär zeigen.

Wir finden hier denselben blaugrauen, zarten, weichen und plastischen Thon, denselben Reichthum an canaliferen Gastropoden und Solarien, an *Nucula*, *Leda*, *Corbula*-Arten und zartschaligen Amusien, dieselbe Menge von grossen Dentalien und verschiedenen Einzelkorallen. Und so wie sich die Pleurotomenthone durch das Fehlen aller ausgesprochenen Litoralformen, sowie namentlich aller Turbiden, Trochiden und Cerithien auszeichnen, so treten diese Organismengruppen in genau derselben Weise auch im Gault von Folkestone ganz zurück. Besonders auffallend ist aber die Übereinstimmung in der Foraminiferenfauna, welche hier genau so wie im Pleurotomenthone durch zahlreiche Nodosarien, Dentalinen und Cristellarien charakterisirt wird, während Polystomellen und Nummulitiden, sowie überhaupt alle grösseren und derberen Formen vollständig fehlen oder doch ganz in den Hintergrund treten.

Ganz ähnliche Charaktere wie der Gault von Folkestone zeigen nun zahlreiche andere mesozoischen Ablagerungen, wie z. B. die Baculitenthone Böhmens (Priesner-Schichten), die Ammoniten-reichen Thone von Siegsdorf in Bayern, der Speetonclay, Kellowayclay und Oxfordclay Englands, die schwarzen Ammonitenthone der vaches noires, die Ornatenthone Schwabens, die dunkeln ammonitenreichen Liasthone Englands und Schwabens, die Aon-Schiefer und Wengener-Schiefer der alpinen Trias u. v. a. In allen diesen Fällen haben wir Absätze von dunklem, zartem Thon vor uns, welche durch zahlreiche Nodosarien, Dentalinen, Cristellarien und Marginulinen, durch Ammoniten, Sepien und Belemniten, durch Gryphaeen, zartschalige Amusien, Posidonien und Daonellen, durch Einzelkorallen, Dentalien, sowie durch Arten der Gattungen *Nucula*, *Leda*, *Corbula* u. s. w. charakterisirt sind, während die oft erwähnten bezeichnenden Litoraltypen überall fehlen.

Sehr bezeichnend ist es, dass in diesen Ammonitenthonen fast regelmässig auch die sogenannten „Fucoiden“ gefunden werden, welche, wie eingangs erwähnt wurde, fast durchwegs nichts anderes als baumartig verzweigte Wurmgänge sind, die ihrer Entstehung nach ebenfalls auf tiefes, ruhiges Wasser weisen. (*Chondrites bollensis* etc.)

Von den Fischen, welche in diesen Ablagerungen sehr häufig gefunden werden, zeigen sehr viele in ihrem Habitus Ähnlichkeit mit den Clupeiden und Scomberoiden der Jetztzeit, und weisen dadurch ebenfalls auf Tiefseeablagerungen hin und dasselbe gilt auch von den Ichthyosauriern und Plesiosauriern, welche ebenfalls hauptsächlich in diesen Schichten auftreten, und als pelagische Thiere gleichfalls für Tiefseebildungen sprechen.

Dass in diesen Schichten sehr häufig Landorganismen, wie z. B. namentlich Landpflanzen und Insekten gefunden werden, kann allen diesen Thatsachen gegenüber unmöglich als Gegenbeweis angeführt werden, da ja dieselbe Erscheinung sich auch in den tertiären Radiolarienschiefen wiederholt.

Fussspuren von Landthieren sowie Eintrocknungsrisse sind in derartigen Ablagerungen noch niemals beobachtet worden.

Sehr ähnlich den Ammonitenthonen und in gewisser Hinsicht nur eine Abänderung derselben sind die sogenannten Aptychenschiefer. Es sind dies plattige oder schiefrige Kalkmergel oder Mergelkalke, welche augenscheinlich aus der Erhärtung eines Kalkschlammes entstanden sind, häufig Hornstein führen und sich paläontologisch durch den Umstand auszeichnen, dass in ihnen alle arragonitschaligen Bestandtheile aufgelöst sind, und sich nur kalkspathige oder überhaupt schwerer auflösbare Reste finden. Als solche erscheinen Belemniten, Sepienschulpe, Fische, Krebse, Crinoiden, *Comatula*-Arten und von Ammoniten die Aptychen.

Besonders bezeichnend sind die Aptychen, welche in der Regel in Verbindung mit Belemniten den Haupttheil der Fauna bilden.

Sehr häufig, ja man kann wohl sagen, in den meisten Fällen, führen die Aptychenschiefer Hornsteine, welche höchst wahrscheinlich aus einer Anhäufung von Radiolarien hervorgegangen sind.

Alle diese Momente sprechen übereinstimmend dafür, dass die Aptychenschiefer sich in tiefem Wasser abgesetzt haben, in ähnlicher Weise wie die Ammonitenthone.

In der That braucht man sich blos in der Fauna der Ammonitenthone alle aus Arragonit bestehenden Bestandtheile aufgelöst zu denken, um die Fauna der Aptychenschiefer zu erhalten.

Manche Ammonitenthone zeigen in ihrer Fauna auch thatsächlich einen Übergang in die Fauna der Aptychenkalke. In diesem Falle sind z. B. die liasischen Thonschiefer von Boll, in welchen man vergebens nach *Nucula*- und *Leda*-Arten sucht, und in dem sich überhaupt kaum irgend welche arragonitschaligen Organismen mehr erhalten haben, und in denen auch die Ammonitenschalen, wie es scheint, bis auf die Epidermis aufgelöst sind, so dass sie nur als dünne Häutchen erscheinen, bei denen sehr häufig der Aptychus durchscheint.

Einen weiteren Schritt in dieser Richtung bezeichnen die bekannten Solenhofener Schiefer, deren Fauna vollständig den Habitus einer Aptychenfauna zeigt, mit dem einzigen Unterschiede, dass sich bisweilen um die Aptychen herum noch schattenhafte Reste der Ammonitengehäuse zeigen.

Wir haben zuvor gesehen, dass die tertiären Pteropodenmergel häufig Cephalopoden, wie Sepien, Nautilen, Aturien und Argonauten führen. Denken wir uns nun an Stelle der Nautilen, Aturien und Argonauten Ammoniten, so haben wir einen vollkommenen Ammonitenthon vor uns. Dass die tertiären Pteropodenmergel und Pleurotomenthone Tiefseeablagerungen sind, kann wohl als feststehend angesehen werden und da die Ammonitenthone innerhalb der mesozoischen Ablagerungen in jeder Beziehung die genauen Analoga derselben sind, so muss man diese Auffassung wohl auch auf sie übertragen.

Man fasst die Solenhofener Schiefer in der Regel als eine ganz locale, abnorme Bildung auf, und vergleicht sie mit jenen Absätzen von Kalkschlamm, welche sich nach DARWIN in den ruhigen Lagunen der Korallenriffe bilden und erst neuerer Zeit hat AGASSIZ diese Auffassung insoferne unterstützt, als er bei der Schilderung der verschiedenartigen Absätze, die sich in den Lagunen der Küstenriffe an der Südspitze von Florida bilden, ausdrücklich auch Absätze eines zarten Kalkschlammes erwähnt, welche erhärtet vollkommen dem lithographischen Kalksteine von Solenhofen gleichen.

Es lässt sich nun gewiss nicht in Abrede stellen, dass diese Auffassung auf den ersten Blick vieles für sich zu haben scheint, und dass namentlich das massenhafte Vorkommen von Landorganismen, wie von Landpflanzen, Reptilien und Insekten hiemit scheinbar in guter Übereinstimmung stehen würde.

Bei einer unbefangenen Prüfung aller hier einschlagenden Momente, sowie namentlich bei einer vergleichenden Betrachtung mit andern Ablagerungen scheint mir diese Anschauung jedoch nicht stichhaltig zu sein.

Vor allen Dingen muss hervorgehoben werden, dass die Solenhofener Schiefer keineswegs eine so beschränkte locale Bildung sind, wie dies gewöhnlich dargestellt wird, da sie ja, wie auch schon FRAAS hervorgehoben, einen fast ununterbrochenen Zug durch ganz Franken und Schwaben bilden und auch im südlichen Jura bei Cirin wieder auftreten. Auf diesem langen Zuge führen sie aber an vielen Punkten (Nusplingen, Cirin) genau dieselbe Fauna, wie in Franken in den Gebieten von Solenhofen, Eichstädt und Pappenheim, mit dem einzigen Unterschiede,

dass die Insekten fehlen; doch muss dem gegenüber bemerkt werden, dass auch in Franken die Insekten keineswegs überall, sondern nur an gewissen Punkten gefunden werden*.

Ebenso ist es ganz unrichtig, wenn man die Solenhofer Schiefer in Bezug auf ihre petrographische Beschaffenheit und den Charakter ihrer Fauna als etwas ganz Abnormes und isolirt Dastehendes hinstellt, wie dies so häufig geschieht.

Lithographische Kalksteine von demselben feinen Korn, wie sie in den Solenhofener Schiefeln Frankens gefunden werden, sind allerdings kaum von einem zweiten Punkte bekannt**, indessen ist dies ein rein technisches Moment und bilden diese feinen lithographischen Steine auch in Franken nur einen sehr kleinen Bruchtheil des genannten Kalkschiefercomplexes. Sieht man von diesem geologisch nebensächlichen Momente ab, so bilden die Fische Schiefer vom Monte Bolca und vom Libanon (Hackel, Sahel Alma) genaue Analoga der Solenhofer Schiefer, ja wenn man von untergeordneten Differenzen absieht, könnte man auch die Plattenkalke der Westphälischen Kreide, sowie die schwarzen Raiblerschichten hierher rechnen.

Betrachtet man aber die Fauna, so finden wir eine solche, welche im Wesentlichen aus genau denselben Elementen zusammengesetzt ist, z. B. in den Plattenkalcken von Sendenhorst, in den Raibler Fische Schiefeln, in den Schiefeln von Boll und vielen andern Punkten. In allen diesen Ablagerungen finden wir genau so, wie bei Solenhofen Ammoniten, Aptychen, Sepien, Fische, Krebse, Reptilien und Landpflanzen. Es ist zwar wahr, dass hier nirgends Insekten gefunden werden, doch muss ich in dieser Beziehung nochmals darauf hinweisen, dass dies auch in den Solenhofener Schiefeln eine Ausnahme ist, und dass dieselben z. B. bei Cirin und Nusplingen ebenfalls vollkommen fehlen.

Andererseits muss erwähnt werden, dass Insekten in grosser Menge im untern Lias der Schambelen, im untern Lias Eng-

* Ich glaube, es ist namentlich Eichstädt, welches die Insekten liefert.

** Die lithographischen Kalksteine von Cirin sollen den fränkischen nicht viel nachstehen.

lands, sowie im Opalinenthone Norddeutschlands vorkommen, und zwar stets in Ablagerungen, welche den Charakter von Ammonitenthonen zeigen und daher unserer Auffassung nach als Tiefseebildungen zu betrachten sind.

Ebenso haben wir nicht den leisesten Anhaltspunkt dafür, dass die Fauna, welche sich in den Lagunen der Koralleninseln vorfindet, irgend welche Ähnlichkeit mit derjenigen der Solenhofer Schiefer zeigen würde.

In den Lehrbüchern der Geologie liest man allerdings bisweilen von dem reichen Thierleben der Lagunen, welches vollständig verschieden von denjenigen der Riffe sei und meist aus zartgebauten Thiern bestände; in Wirklichkeit sind aber alle derartigen Schilderungen reine Phantasiegebilde und Suppositionen, da uns (so sonderbar und unglaublich dies auch vielen erscheinen wird) bis jetzt so gut wie gar keine Beobachtungen über das Thierleben der Korallenriff-Lagunen vorliegen. DARWIN erwähnt allerdings, dass die im Innern der Lagune vorkommenden Thiern verschieden von denjenigen des Riffes, und zwar zarter gebaut seien, er spricht hier aber von Korallen, welche in der Lagune wachsen, und zwar von Korallen der Gattungen *Maeandrina*, *Porites*, *Millepora*, *Seriato-pora*, mithin von Formen, welche dem Solenhofer Schiefer vollkommen fremd sind. Ferner erwähnt er allerdings auch eine *Scarus*-Art, die in manchen Lagunen schaarenweise vorkommt und nach seiner Ansicht wesentlich zur Erzeugung des Kalkschlammes und Kalksandcs in der Lagune beiträgt, aber eben der Umstand, dass er nur diese eine *Scarus*-Art erwähnt, scheint darauf hinzudeuten, dass er sonst keine andere Fische beobachtet habe.

In dem Meere, welches die Solenhofer Schiefer absetzte, muss es gewimmelt haben von den mannigfaltigsten Cephalopoden, Fischen und Crustaceen, da nicht nur die Individuenmenge, sondern auch die Artenanzahl in allen diesen Gruppen enorm ist. Würde etwas Ähnliches in den Lagunen der heutigen Koralleninseln vorhanden sein, so wäre es doch wohl von DARWIN oder DANA erwähnt worden. Weder der eine noch der andere spricht jedoch davon und die Naturforscher der Challenger-Expedition erwähnen im Gegentheile sogar ausdrücklich, dass die Lagunen

der Koralleninseln im Allgemeinen ausserordentlich arm an thierischem Leben seien, eine Erscheinung, die sie auf die Überhitzung des Wassers in denselben zurückführen*.

Hiezu kommt noch, dass die Thiere des Solenhofer Schiefers ihrer Mehrzahl nach ausgesprochene pelagische Thiere sind und dass sehr viele darunter wirklich riesige Grössen erreichen. Dass aber so kolossale Sepien und Fische, wie man sie im Münchener Museum aus den lithographischen Schiefeln sieht, in seichten Lagunen sollten gelebt haben, ist eine Sache, die gänzlich unwahrscheinlich ist.

Auch das Vorkommen von Insekten, Landpflanzen und terrestrischen Reptilien wird häufig zu Gunsten der Lagumentheorie der Solenhofer Schiefer angeführt, doch habe ich bereits Eingang ausgeführt, wie die Bedeutung dieser Vorkommnisse als Zeugen von Seichtwasserbildungen ausserordentlich übertrieben wird.

Für alle Fälle jedoch muss constatirt werden, dass Korallenriffe regelmässig sehr arm an Insekten sind, und namentlich keine grossen Formen beherbergen, so dass die Insekten des Solenhofer Schiefers, wenn dieselben sich auch in der Lagune eines Korallenriffes abgesetzt haben sollten, doch nicht gut vom Riffe herkommen können, sondern vom Innern des Festlandes hergeweht sein müssen.

Wenn nun auf diese Weise eine Übereinstimmung der Fauna der Solenhofer Schiefer mit derjenigen, welche sich in den Lagunen der Koralleninseln findet, in gar keiner Richtung nachgewiesen ist, so ist, wie bereits zuvor bemerkt, andererseits die Ähnlichkeit, welche sie mit der Fauna der Ammonitenthone und Aptychenkalke zeigt, so in die Augen springend, dass sie gar nicht übersehen werden kann. Als nächstliegendes Beispiel könnte man die bereits erwähnten Liasschiefer von Boll erwähnen, deren Fauna aus, wie erwähnt, genau denselben Elementen zusammengesetzt ist, wie diejenige der Solenhofer Schiefer, von den Ammoniten, Sepien, Aptychen, Fischen und Crustaceen angefangen, bis auf die Landpflanzen, Reptilien, Pterodactylen und Posidonien und wenn in Boll auch bisher keine Insekten gefunden wurden, so finden sich dieselben doch in

* MURRAY l. c.

grosser Menge in den ähnlichen Liasschiefern der Schambelen. — Ebenso möchte ich nochmals auf die Westphälischen Kreidemergel (Sendenhorst) hinweisen, welche sowohl in petrographischer als auch faunistischer Hinsicht die genauesten Analoga der Solenhofer Schiefer bilden, und die man doch gewiss nicht für Bildungen einer Korallenrifflagune erklären wird, schon aus dem einfachen Grunde, weil im westphälischen Kreidegebiet gar keine Korallenriffe existiren. Diese letztere Analogie ist aber noch desshalb von besonderem Interesse, weil die reiche Fischfauna der westphälischen Kreidemergel einen ganz ausgesprochenen und unzweideutigen Tiefseecharakter zeigt.

Schliesslich möchte ich noch erwähnen, dass GÜMBEL* aus dem sogenannten Ulmer Cementmergel, welcher bei Ulm die Plattenkalke von Solenhofen vertritt, eine ziemlich reiche Foraminiferenfauna kennen gelehrt hat, welche einen entschiedenen Tiefseecharakter zeigt.

Ein Punkt ist es allerdings, der auf den ersten Blick gegen die hier vertretene Anschauung und zu Gunsten der Lagunentheorie zu sprechen scheint, und dies sind die eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse, wie sie von FRAAS, namentlich aber von GÜMBEL** geschildert werden.

Indessen auch hier glaube ich, dass noch eine andere Auffassung möglich ist.

Derartige unbeständige Lagerungsverhältnisse und mannigfache Wechsellagerungen, wie sie FRAAS und GÜMBEL zwischen lithographischen Schiefern und Korallen- resp. Diceratenkalk schildern, finden sich nämlich ganz allgemein dort, wo Tiefseebildungen und Litoralbildungen an einander grenzen, und verweise ich in dieser Beziehung nur auf die von KARRER und mir nachgewiesenen Wechsellagerungen zwischen Badnertegel und Leythakalk, sowie auf die ganz ähnlichen Wechsellagerungen und unbeständigen Lagerungsverhältnisse, welche sich nach MOJSISOVIC und HÖRNES in der Trias der Südalpen, an der Grenze zwischen Korallen- und Tuff-Facies so häufig nachweisen lassen.

* Die geognostischen Verhältnisse des Ulmer Cementmergels, seine Beziehungen zu dem lithographischen Schiefer und seine Foraminiferenfauna. (Sitzber. Bayr. Akad. d. Wiss. 1871.)

** l. c.

Würde man im Wienerbecken vom Badner Tegel nur die dünnen Schmitzen kennen, welche bei Baden, Mödling und Vöslau dem Leythakalke auf- und eingelagert vorkommen, so würde es gewiss jedermann schwer gefallen sein, denselben für eine Tiefseebildung zu erklären, derselbe Fall scheint mir aber bei den lithographischen Schiefen vorzuliegen.

Der grösste Theil der lithographischen Schiefer liegt, wie dies auch von GÜMBEL l. c. ausgesprochen wurde, wahrscheinlich im Süden des heutigen Jurazuges unter dem Tertiär und Diluvium begraben, und was wir in Franken und Schwaben beobachten können, ist wahrscheinlich nur das Grenzgebiet zwischen den Tiefseeablagerungen (Plattenkalke, Aptychenkalke) und Litoralbildungen (Korallenkalk, Diceratenkalk).

Weniger allgemein verbreitet als die Ammonitenthone und Aptychenkalke, aber in sehr ausgezeichneter Weise als Tiefseebildungen charakterisirt und seit langem ziemlich allgemein als solche erkannt, sind die sog. Spongien- oder Scyphien-schichten. Es sind dies vorwiegend mergelige oder mergelig-kalkige Ablagerungen, welche sich in erster Linie durch eine grosse Häufigkeit von Kiesel-spongien, darunter vielen Hexactinelliden auszeichnen, in welchen Spongien bisweilen so massenhaft vorkommen, dass sie ähnlich wie die rasenförmigen Korallen für sich allein ganze Schichten zu bilden scheinen. — Neben den Kiesel-spongien finden sich zahlreiche Belemniten, Ammoniten und Brachiopoden, ferner Crinoiden, Echiniden, *Serpula*-Arten, sowie in bald grösserer, bald geringerer Menge verschiedene Gastropoden und Bivalven, unter denen meist kleinere Formen vorherrschen, die grossen dickschaligen Formen des seichten Wassers jedoch durchaus fehlen.

Von Korallen kommen ausschliesslich Einzelkorallen oder einfach strauchartige Formen vom Habitus der Oculinen vor, während massige riffbildende Formen niemals gefunden werden.

Der Charakter dieser Ablagerungen als Tiefseebildungen ist bekanntlich bereits von GRESSLY erkannt worden und überhaupt in allen Punkten so ausgesprochen, dass eine nähere Begründung überflüssig erscheint.

Als Beispiele dieser Ablagerungsform kann man die sogenannten Plänerbildungen der oberen Kreide (Teplitzer Schichten),

sowie die bekannten Spongienschichten des weissen Jura in Franken und Schwaben betrachten (W. Jura α , β , γ , δ). Beachtenswerth ist, dass ein Theil dieser jurassischen Scyphienschichten petrographisch dem Flysche sehr ähnlich ist und auch ganz ähnliche „Fucoiden“ enthält, wie dieser (*Chondrites Hechingensis*).

Weisse Kreide.

Seitdem man überhaupt sein Augenmerk darauf richtete, unter den Ablagerungen früherer geologischen Epochen Litoralbildungen und Tiefseebildungen zu unterscheiden, wurde die weisse Schreibkreide stets als ein typisches Beispiel von Tiefseebildung betrachtet, und seitdem man durch die neueren Tiefseeuntersuchungen den Globigerinenschlamm mit seiner eigenthümlichen Fauna von Hexactinelliden und eigenthümlichen Echinodermen kennen gelernt hatte, schien diese Ansicht so sicher und unumstösslich begründet, dass man die Sache allgemein als etwas Selbstverständliches ansah und von vielen Seiten in vielleicht etwas übertriebener Weise den Globigerinenschlamm als eine direkte Fortdauer der Kreideperiode in der Tiefsee bezeichnete.

Es musste daher ein gewisses Aufsehen erregen, als JEFFREYS im Jahre 1877 als Präsident der biologischen Section der British Association for the Advancement of Science eine Ansprache hielt, in welcher er diese Anschauung bekämpfte und im geraden Gegentheile die weisse Kreide für eine Seichtwasserbildung erklärte*, welche Anschauung bisher, soviel mir bekannt, ohne direkte Erwiderung geblieben, ja sogar von einer Anzahl namhafter Forscher, wie z. B. WALLACE, vollinhaltlich acceptirt und zur Unterstützung gewisser theoretischen Speculationen verwerthet worden ist.

Ich muss gestehen, dass mir diese neueste Wendung der Frage von Anbeginn an etwas räthselhaft erschien, da es doch, wie ich glaube, wenigstens jedem Geologen, sofort klar sein musste, dass JEFFREYS die Frage von einem etwas einseitigen Standpunkte betrachtete.

Da jedoch, wie bereits zuvor erwähnt, die JEFFREYS'sche Anschauung bisher auch von geologischer Seite nicht wieder-

* Report of the Brit. Assoc. Advancement of Sc. 1877. 79.

legt wurde, und die Sache mir andererseits von grösster principieller Wichtigkeit zu sein scheint, so fühle ich mich verpflichtet, dieselbe in Nachfolgendem etwas näher zu besprechen.

Die Punkte, auf welche sich JEFFREYS zur Begründung seiner Anschauung stützt, sind im Wesentlichen folgende:

a) Die bekannten Foraminiferen, sowie die Discolithen und Coccolithen, aus denen das Material der weissen Schreibkreide zum grössten Theile besteht, sind keineswegs Tiefseeorganismen, sondern pelagische Organismen, deren Reste bisweilen auch in litoralen Bildungen der Jetztzeit gefunden werden, und welche sich daher auch in seichtem Wasser angesammelt haben können.

b) Der Globigerinenschlamm der jetzigen Meere enthält stets eine beträchtliche Beimengung von kieseligen Theilchen, welche 30 %—50 % der Gesamtmasse ausmachen, während die Schreibkreide fast reiner kohlenaurer Kalk ist und nur ganz unbedeutende Mengen unlöslicher Stoffe, speziell kieseliger Bestandtheile enthält.

c) Die Mollusken der weissen Kreide, wie z. B. die Gattungen *Ostraea*, *Pecten*, *Spondylus*, *Chama*, *Venus*, *Pinna*, *Patella* etc. sind keine Tiefseegattungen, sondern Litoraltypen.

d) Die wirklichen typischen Tiefseegattungen von Mollusken, wie z. B. *Nucula*, *Leda*, *Neaera*, *Verticordia*, *Axinus* u. d. g. fehlen in der weissen Kreide fast vollständig.

Was nun den ersten Punkt anbelangt, so ist es ganz sicher, dass pelagische Organismen mitunter auch in litoralen Bildungen gefunden werden und daselbst unter Umständen vielleicht auch selbstständige Ablagerungen bilden können*, ebenso sicher ist es jedoch auch, dass dies im Allgemeinen doch nur eine Ausnahme sein wird, und dass derartige Ablagerungen sich nur ganz örtlich und in beschränkter Ausdehnung und Mächtigkeit bilden können.

Dass aber Ablagerungen pelagischer Foraminiferen von solcher Mächtigkeit, Ausdehnung und gleichmässiger continuirlicher Verbreitung, wie die weisse Kreide sie besitzt, in seichtem Wasser gebildet sein sollten, scheint vollkommen unmöglich.

* Siehe LIVERSIDGE l. c.

Was den zweiten Punkt betrifft, so ist bereits seit langer Zeit von zahlreichen Geologen darauf hingewiesen worden, dass der jetzige Zustand der weissen Kreide höchst wahrscheinlich nicht mehr dem ursprünglichen Zustande der Ablagerung entspricht, und dass der gegenwärtige Mangel von kieseligen Bestandtheilen einfach daher rührt, dass dieselben sich aus der Gesamtmasse ausgeschieden und in den Feuersteinknollen concentrirt haben.

Diese Anschauung ist in neuerer Zeit durch die schönen Untersuchungen von SOLLAS und HINDE direkt bestätigt worden, indem dieselben nachwiesen, dass sich im Innern der sogenannten hohlen Feuersteine noch häufig unveränderte Reste des ursprünglichen Sedimentes erhalten haben und dass diese genau die Zusammensetzung des jetzigen Globigerinenschlammes zeigen, insbesondere eine ganz analoge Menge von Kieselorganismen, namentlich von kieseligen Schwammnadeln enthalten*.

Was nun schliesslich die Punkte c und d, oder die Fauna der weissen Kreide anbelangt, so muss vor allen Dingen darauf hingewiesen werden, dass man bei solchen Fragen stets in erster Linie diejenigen Organismen berücksichtigen muss, welche die häufigsten und zu gleicher Zeit am allgemeinsten verbreiteten, mithin die charakterbestimmenden sind, und dies sind in der weissen Kreide die Kieselspongien und die Echiniden.

Die Kieselspongien, namentlich die so häufig auftretenden Hexactinelliden (Ventriculiten) sind aber ausgesprochene und typische Tiefseeorganismen, und ebenso fehlen unter den Echiniden ausgesprochene Litoralformen durchaus, während sich die Mehrzahl zunächst an bekannte Formen der Tiefsee anschliesst, und

* SOLLAS: On the Flint Nodules of the Trimmingham Chalk. (Ann. Mag. Nat. Hist. 1880. VI. 437.) HINDE: Fossil Sponge-Spicules from the Upper Chalk found in the Interior of a single Flint-Stone from Horstead in Norfolk. München 1880. Siehe auch: WALLICH: A Contribution to the History of the Cretaceous Flints. (Quart. Journ. Geol. Soc. 1880.) — On the Origin and Formation of the Flint of the Upper or White Chalk. (Ann. Mag. Nat. Hist. 1881. a.) — Supplementary Notes on the Flints and the lithological Identity of the Chalk and recent calcareous Deposits in the Ocean. (Ann. Mag. Nat. Hist. 1881. b. 46.)

ein sehr beträchtlicher Theil aus ganz typischen Tiefseeformen besteht. (Ananchytiden, Pourtalesien, Salenien, Echinothurien.)

Die in der weissen Kreide so häufigen Brachiopoden kommen in den oberen Kreideschichten, ebenso wie während der Tertiärperiode und Jetztzeit vorwiegend in Tiefseebildungen vor und sprechen daher ihrerseits ebenfalls für eine Ablagerung in grösserer Tiefe.

Dasselbe muss man von den Einzelkorallen und Crinoiden sagen, die bisweilen in der weissen Kreide gefunden werden.

Was nun die Gastropoden und Bivalven anbelangt, so behauptet JEFFREYS allerdings, dass dieselben durchgehends litoralen Gattungen angehören und bildet diese Behauptung die wesentlichste Stütze seiner Anschauung.

Dem gegenüber muss wohl darauf hingewiesen werden, dass es absolut litorale Gattungen wohl nicht giebt. Die Gattungen *Pecten*, *Spondylus*, *Ostrea*, *Lima*, *Pinna*, *Patella* u. s. w. sind zwar in der Jetztzeit allerdings insoferne litorale Gattungen, als sie in der Litoralzone ihre grösste Entwicklung erreichen, aber von jeder dieser Gattung kommen einzelne Arten auch in der Tiefsee vor und gehören mitunter sogar geradezu zu den bezeichnendsten Vorkommnissen dieser Region. (*Ostrea* [*Gryphaea*] *cochlear*, *Spondylus* *Gussonii*, *Pecten* *testae*, *vitreus*, *Hoskynsii*, *Lima* *excavata* u. s. w.) Dasselbe lässt sich aber auch von den übrigen Gattungen sagen, welche JEFFREYS anführt, und kann man überhaupt wohl behaupten, dass es kaum eine grössere Conchyliengattung giebt, welche nicht auch einzelne Vertreter in der Tiefsee hat*.

Unter solchen Umständen ist es aber vollständig unzulässig, sich ohne weiteres auf die Gattungen zu berufen, und muss man vielmehr die einzelnen Arten ins Auge fassen. Thut man dies aber, so muss man gestehen, dass die einzelnen Arten unter Berücksichtigung aller Verhältnisse viel mehr den Habitus von Tiefsee-, als von Litoralthieren zeigen. Die einzelnen Arten sind

* Auch die Gattung *Patella* ist in abyssischen Tiefen nachgewiesen worden.

nämlich verhältnissmässig klein und zart, sie sind durchgehends verschieden von jenen Gattungsgenossen, welche in den wirklichen und unzweifelhaften Litoralbildungen derselben Epoche vorkommen, und schliesslich muss noch hervorgehoben werden, dass von jeder dieser sogenannten litoralen Gattungen doch nur eine sehr geringe Anzahl von Arten in der weissen Kreide gefunden wird, diese aber eine sehr weite Verbreitung zeigen, ein Umstand, der auch auf die Verhältnisse der Tiefsee hinweist.

JEFFREYS führt aber auch an, dass in der weissen Kreide alle charakteristischen Tiefseegattungen, wie z. B. *Nucula*, *Leda*, *Neaera*, *Limopsis*, *Verticordia* etc. vollständig fehlen, und dieser Umstand könnte allerdings auf den ersten Blick Befremden erregen. Bei näherer Betrachtung gewinnt die Sache jedoch ein gänzlich anderes Ansehen. Man überzeugt sich nämlich sehr leicht, dass in der weissen Kreide nicht nur die vorerwähnten Gattungen, sondern überhaupt alle arragonitschaligen Organismen fehlen und dies ist ein Anzeichen, dass uns in der weissen Kreide nicht die ganze, sondern nur ein Theil der ursprünglichen Fauna erhalten geblieben ist und wir daher das gegenwärtige Fehlen gewisser Gattungen nicht als einen ursprünglichen Zustand betrachten dürfen. Es liegt hier ganz derselbe Fall vor, wie in den weissen Zancleén-Mergeln und den Aptychen-Kalken. Auch in Foraminiferenmergeln des Zancleén und in den Aptychenkalken findet man niemals auch nur eine Spur der vorerwähnten Tiefseegattungen, und doch wird es gewiss niemandem beifallen, diese Ablagerungen deshalb für Litoralbildungen zu erklären.

In den weissen Foraminiferenmergeln der Astischen Stufe, welche im Übrigen vollkommen ident mit den Zancleén-Mergeln sind, finden sich die Fossilien sämmtlich erhalten und hier trifft man denn auch sofort in grosser Menge Arten von *Nucula*, *Leda*, *Neaera*, *Verticordia*, *Limopsis* u. s. w.

Dass aber in der weissen Kreide ursprünglich thatsächlich arragonitschalige Organismen vorhanden waren, welche später aufgelöst wurden, dafür bietet eine sehr merkwürdige Entdeckung HÉBERT's einen ganz schlagenden Beweis.

HÉBERT fand nämlich in der weissen Kreide von Meudon

häufig Austern (*O. vesicularis*), welche an ihrem Wirbel Abdrücke von Conchylien zeigten, auf denen sie ursprünglich aufgewachsen waren, welche aber sonst in der weissen Kreide nicht vorkommen*.

Die Conchylien, deren ehemalige Anwesenheit auf diese Weise constatirt werden konnte, waren mehrere Arten von *Ammonites*, *Ancyloceras*, *Hamites*, *Trochus*, *Turbo*, *Turritella*, *Cerithium* u. dg., mit einem Worte lauter arragonitschalige Organismen.

Die Abdrücke, welche diese Conchylien an den Austern hinterlassen, zeigen unwiderleglich, dass sie einmal in der weissen Kreide vorhanden waren, da sie aber gegenwärtig nicht mehr in denselben gefunden werden, so bleibt nur die Annahme übrig, dass sie eben aufgelöst wurden.

Wenn auf diese Weise die von JEFFREYS zur Begründung seiner Ansicht angeführten Gründe mir keineswegs stichhaltig zu sein scheinen, so giebt es anderseits eine Reihe von Gegenargumenten, welche dieselbe gänzlich unhaltbar machen dürften.

JEFFREYS hat bei seiner Argumentation fast ausschliesslich die Mollusken und zwar speziell die Gastropoden und Bivalven im Auge; und übersieht hiebei ganz, dass der biologische Charakter der weissen Kreide in erster Linie gar nicht durch diese Thiergruppen, sondern vielmehr durch die Spongien und Echiniden bestimmt wird. Die Spongien und Echiniden der weissen Kreide sind aber in so ausgeprägter Weise Tiefseeformen, dass hierüber gar keine Discussion möglich ist, und da auch die so häufig vorkommenden Belemniten und Brachiopoden für die Tiefsee sprechen, so muss man gestehen, dass der weitaus vorwiegende Charakter der Fauna ganz ohne Zweifel derjenige einer Tiefseefauna ist, und zwar selbst für den Fall, dass man rücksichtlich der Gastropoden und Bivalven die JEFFREYS'sche Anschauung gelten lassen wollte.

Ein weiteres Argument ergiebt sich aber sofort, wenn man die JEFFREYS'sche Anschauung einen Augenblick acceptirt und mit unseren Erfahrungen über recente Ablagerungen vergleicht.

* Tableau des fossiles de la craie de Meudon et description de quelques espèces nouvelles. (Mém. Soc. géol. 2 Série. V. 345.)

Nehmen wir doch einen Augenblick an, die weisse Kreide wäre wirklich, wie JEFFREYS wahrscheinlich zu machen sucht, eine Litoralbildung, mit welcher Art, von uns bekannten Litoralbildungen sollen wir sie denn vergleichen? Wo finden wir denn in den jetzigen Meeren eine Ablagerung, welche Ähnlichkeit mit der weissen Kreide hätte, eine Ablagerung, welche mit Ausschluss von jedem gröberen Detritus zum grössten Theile aus pelagischen Foraminiferen, aus Discolithen und Cyatholithen besteht, welche grosse Massen von Kieselschwämmen, Brachiopoden und Ananchitiden enthält, Ablagerungen, in welchen alle derberen, dickschaligen Foraminiferen, alle rasenbildenden Korallen, alle die grossen dickschaligen Conchylien, welche für die Litoralzone so bezeichnend sind, fehlen, ja in welchem überhaupt alle arragonitschaligen Organismen aufgelöst sind, und von Bivalven sich fast nur eine beschränkte Anzahl kleiner Austern, *Pecten*, *Spondylus*- und *Lima*-Arten findet?

Es ist klar, dass solche Ablagerungen in der Litoralzone der jetzigen Meeren nicht bekannt sind und wenn man es vielleicht auch nicht gerade in Abrede stellen kann, dass sich solche, bei Annahme eines Zusammentreffens aussergewöhnlicher Umstände örtlich bilden könnten, so scheint mir doch ihre Bildung in solcher Mächtigkeit und Ausdehnung, wie die weisse Kreide sie zeigt, geradezu ein Ding der Unmöglichkeit zu sein.

Die bisher vorgebrachten Gründe dürften wohl vollkommen auszureichen, um das Irrthümliche der JEFFREYS'schen Anschauung klarzulegen, und die weisse Kreide in ihr altes Recht als Tiefseebildung betrachtet zu werden, wieder einzusetzen; gleichwohl giebt es noch ein Argument, welches diese Thatsache noch auffälliger vor Augen führt, und mir überhaupt sehr geeignet erscheint, auch die letzten allenfalls noch vorhandenen Bedenken in dieser Richtung zu zerstreuen, und dieses Argument ergiebt sich aus einer vergleichenden Betrachtung der weissen Kreide mit den wirklichen und unzweifelhaften Litoralbildungen der oberen Kreideformation.

Als solche unzweifelhafte Litoralbildungen haben wir die Hippuriten- und Orbitulitenkalke, die Quadersandsteine und den Calcaire pisolithique von Meudon anzusehen.

In der That genügt es, diese Bildungen nur einen Moment sich ins Gedächtniss zu rufen, um den ganz fundamentalen Gegensatz zu erkennen, in welchem dieselben in jeder Beziehung zu den Ablagerungen der weissen Kreide stehen.

Hatten wir in der weissen Kreide stets ein ausserordentlich zartes, homogenes aus mikroskopischen, flottirenden Organismen zusammengesetztes Material, so haben wir hier anstatt dessen Conglomerate, Sandsteine und mannigfache Grobkalke.

Bestand die Fauna der weissen Kreide aus Kiesel-spongien, eigenthümlichen Echiniden, Belemniten, Brachiopoden, Einzelkorallen, sowie aus kleinen Austern, *Pecten*, *Spondylus*- und *Lima*-Arten, so fehlen alle diese Typen in den vorerwähnten Bildungen vollständig und statt ihrer finden wir Massen von grossen, rasenbildenden Korallen, von Hippuriten, Nerineen, Actaeonellen und anderen grossen und dickschaligen Conchylien, wie sie in allen Formationen die Litoralzone bezeichnen.

Während wir auf diese Weise einen durchgreifenden Gegensatz zwischen der weissen Kreide einerseits und den vorerwähnten Ablagerungen andererseits erkennen, finden wir die engsten und mannigfachsten Beziehungen zwischen der weissen Kreide und einer Reihe anderer Ablagerungen der jüngeren Kreideformation, die wir auf Grund der eingangs entwickelten Gesichtspunkte ebenfalls für Tiefseebildungen ansehen müssen, wie z. B. die Mergelkreide, den Baculitenmergel, den Plänermergel, die Plattenkalke von Sendenhorst, die Sevenmergel, die Scaglia u. s. w.

In allen diesen Ablagerungen fehlen gleichmässig alle charakteristischen Litoralformen, während in verschiedenen Proportionen die charakteristischen Typen der weissen Kreide vorkommen, in Verbindung mit anderen Formen, welche allgemein Tiefseeablagerungen charakterisiren, wie z. B. Ammoniten, bandförmige Fische, Crinoiden, kieselschalige Foraminiferen, *Pollicipes*-Arten u. dgl. m.

Es ist im Vorhergehenden des Calcaire pisolitique von Meudon als einer Litoralbildung gedacht worden, und in der That trägt er die Zeichen einer solchen in ausgezeichneter Weise an

sich. Er enthält in grosser Menge echte riffbildende Korallen, mehrere Arten riesiger Cerithien aus der Verwandtschaft des *Cerithium giganteum*, Crassatellen u. s. w. Doch muss man sich wohl hüten, den gesammten Calcaire pisolithique als Litoralbildung zu bezeichnen. Für den Kalkstein von Faxoe würde dies z. B. nicht passen.

Der Kalkstein von Faxoe wird ganz allgemein als Korallenkalk bezeichnet* und in seiner Gesammtheit als ein Korallenriff aufgefasst. Thatsächlich besteht er nun allerdings zum grossen Theil aus Korallen. Wenn man aber diese Korallen näher betrachtet, so findet man, dass dieselben durchaus keine massigen, rasenbildenden, sondern vielmehr strauchartig ästige Formen sind, nach Art der Oculinen und Stylasteriden, mithin Formen, wie sie nicht in der Litoralzone, sondern in der Tiefsee dominiren (Pourtalès Plateau). Ebenso sprechen auch die sonstigen Vorkommnisse des Faxoekalkes für eine Tiefseeablagerung (Cephalopoden, Brachiopoden). Wenn man daher den Faxoekalk ein Korallenriff nennen will, so kann man dies allerdings thun, nur darf man hiebei nicht an ein gewöhnliches Seichtwasserriff, sondern an ein Tiefseeriff nach Art des Portalès Plateau oder der Korallenkalke in den weissen Pliocänmergeln Süditaliens denken.

Auch die Tuffkreide von Maestricht zeigt viele Charaktere einer Tiefseebildung und darf durchaus nicht schlechtweg als eine Litoralbildung aufgefasst werden.

Eine sehr eigenthümliche Ablagerungsform, welche namentlich in den alpinen Bildungen sehr verbreitet ist, und dort vom unteren Lias bis ins Tithon in fast allen Jurastufen sich mit ganz ähnlichen Charakteren wiederholt, ist jene, welche man gemeinhin mit dem Namen der „Hierlatz-Facies“ bezeichnet.

Es sind dies ausserordentlich reine, dickbankige oder massige, meist weisse, häufig subkrystallinische Kalke, welche fast ausschliesslich aus einer Anhäufung kleiner Brachiopoden gebildet erscheinen. Neben den Brachiopoden stellen sich häufig

* FISCHER BENZON: Über das relative Alter des Faxoekalkes und über die in demselben vorkommenden Anomuren und Brachyuren. Kiel 1866.

zahlreiche Gastropoden und Bivalven ein, welche zwar meist sogenannten litoralen Gattungen angehören (Chemnitzien, Cerithien, Turbiden, Trochiden) und auch reiche Sculptur zeigen, jedoch immer klein und stets gänzlich verschieden sind, von den grossen schweren Formen, die sich in den gleichzeitigen Litoralbildungen finden. Häufig liegen zwischen den Brachiopoden Crinoidenglieder und dieselben nehmen bisweilen dermassen überhand, dass das Gestein in einen wahren Crinoidenkalk übergeht.

Als Beispiele solcher Bildungen führe ich nur an die unterliasischen Hierlatzschichten des Salzkammergutes, die Schichten mit *Terebratula Aspasia* in den Südalpen, Apenninen und auf Sicilien, die Vilser Schichten der Nordalpen, sowie schliesslich die vielgenannten und weitverbreiteten Kalke mit *Terebratula diphya*.

Die Natur dieser Ablagerungen ist verschieden beurtheilt worden, doch glaube ich, dass man bei einer vergleichenden Erwägung aller einschlagenden Momente zu der Überzeugung kommen muss, dass man in der Hierlatz-Facies ein bestimmtes Glied der Tiefseeformationen vor sich habe. Die Gründe, welche mir dafür zu sprechen scheinen, sind namentlich folgende:

1. dass die vorkommenden Organismen fast ausnahmslos klein und eigenthümlich sind;
2. dass rasenförmige Korallen und die bekannten riffbewohnenden Conchylien niemals in diesen Schichten gefunden werden;
3. dass die Schichten häufig Übergänge in Ammonitico rosso zeigen und fast regelmässig im engen Schichtenverbande sowohl mit diesem als mit Aptychenkalken auftreten;
4. dass dieselben stets in ausgesprochenem Gegensatz zu den typischen Seichtwasserbildungen derselben Zeit stehen.

Die letzteren Eigenthümlichkeiten lassen sich besonders deutlich an den sogenannten *Diphya*-Schichten zeigen, welche ein Glied der Stramberger Schichten in weiterem Sinne bilden.

Bei Stramberg besteht der gesammte Complex der sog. Stramberger Schichten aus zwei scharf geschiedenen Schichtengruppen.

1. Aus weissen Kalken voll Korallen, Diceraten, Nerineen, grossen Brachiopoden und einer erstaunlichen Menge ver-

schiedenartiger grosser, dickschaliger Conchylien (Stramberger Schichten im engeren Sinne);

2. aus einem rothen Kalkstein, welcher fast ausschliesslich aus einer Anzahl kleiner Brachiopoden zusammengesetzt ist, welche diesen Schichten zum grössten Theile eigenthümlich sind, und in dem darüber lagernden eigentlichen Stramberger Diceratenkalk entweder gar nicht oder doch nur selten gefunden werden (Nessel-dorfer Schichten).

Dieser Gegensatz findet sich fast in allen Gebieten, in denen die tithonischen Schichten entwickelt sind. Regelmässig finden wir auf der einen Seite die weissen massigen Korallenkalke mit Nerineen und Diceraten, denen Ammoniten und *Terebratula diphya* fehlen, auf der andern aber die rothen Kalke mit kleinen Brachiopoden, *Terebratula diphya* und zahlreichen Cephalopoden, denen wieder vollständig die Typen des Diceratenkalkes mangeln.

In den jetzigen Meeren kann bis zu einem gewissen Grade das Pourtalès Plateau als ein Analogon der Hierlatzschichten aufgefasst werden. Auch hier haben wir Tiefseeablagerungen aus massigem reinen Kalkstein mit einer ungeheuren Menge kleiner Brachiopoden, sowie mit einer Menge verschiedenartiger kleiner Gastropoden und Bivalven, und es ist vielleicht nicht ganz zufällig, dass die hier in so grosser Menge vorkommende *Waldheimia floridana* in ihrem äusseren Habitus ausserordentlich der *Terebratula Aspasia* ähnelt.

Der einzige wesentliche Unterschied zwischen den Kalkbildungen des Pourtalès Plateau und den Hierlatzschichten besteht darin, dass das Pourtalès Plateau überaus reich an Tiefseekorallen ist, welche merkwürdiger Weise in den Hierlatzschichten gänzlich zu fehlen scheinen.

In den Alpen, Karpathen und Apenninen treten von der Trias angefangen bis ins Neocom sehr häufig Ammoniten-reiche Ablagerungen auf, welche einen andern Habitus zeigen, als die Ammonitenthone, und die man allgemein mit dem Namen „Ammonitico rosso“ bezeichnen könnte. Es sind dies bald reinere, marmorartige, bald etwas mergelige, dickbankige oder schieferige Kalke, von meist rother Farbe, die eine ausserordentliche Menge von Ammoniten enthalten, die bisweilen in solcher Menge angehäuft sind, dass das Gestein zu einer förmlichen Ammoniten-

breccie wird. Neben den Ammoniten finden sich bisweilen noch in grösserer Menge Brachiopoden, wie sie in den Hierlatzschichten vorkommen, sowie auch Crinoiden, alle übrigen Vorkommnisse sind jedoch ganz vereinzelt und selten.

Die vollkommene Abwesenheit von allen ausgesprochenen Litoralformen, sowie die innige Verbindung, in welcher diese Ammonitenkalke mit Aptychenkalken und anderen Tiefseeablagerungen auftreten, nöthigen uns auch, sie als Tiefseebildungen aufzufassen, eine Auffassung, welche neuerer Zeit auch durch die Untersuchung der Foraminiferen bestätigt worden ist. CANAVARI hat nämlich von einer grossen Anzahl von Ammonitenkalken der Appenninen Dünnschliffe angefertigt und dabei gefunden, dass diese Kalksteine fast ganz aus Foraminiferen zusammengesetzt sind, unter denen sich namentlich die *Nodosarien*, *Dentalinen*, *Cristellarien* und *Globigerinen* durch ihre Häufigkeit auszeichnen, mithin genau dieselben Formen, welche auch die Ammonitenthone und die tertiären Tiefseebildungen charakterisiren*.

Bemerkenswerth ist übrigens der auffallende Unterschied, welcher zwischen der Ammonitenfauna der Ammonitenthone und derjenigen der Ammonitenkalke existirt. Während nämlich in den Ammonitenthonen die Gattungen *Trachyceras*, *Aegoceras*, *Arietites*, *Harpoceras*, *Amaltheus*, *Cosmoceras*, *Oppelia*, *Perisphinctes*, *Stephanoceras* und Verwandte vorherrschen, treten alle diese Formen in den Ammonitenkalken mehr oder weniger zurück und dominiren dafür in diesen Schichten die Gattungen *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Arcestes* und Verwandte.

Ich habe bereits in der Einleitung darauf hingewiesen, dass dieser Unterschied wahrscheinlich dadurch begründet wird, dass die Formen der Ammonitenthone nach Art der Argonauten ein pelagisches Leben führten, während die Phylloceraten, Lytoceraten und Arcesten vorzugsweise auf dem Grunde lebten, wie in den heutigen Meeren *Nautilus* und *Spirula*.

Paläozoische Schichtenreihe.

So wie die Lebewelt der paläozoischen Formation in allen Zweigen eine durchaus eigenthümliche ist, so bieten auch die

* La Montagna di Suavicino (Boll. Com. Geol. 1880. 254).

Faciesverhältnisse derselben mancherlei Eigenthümlichkeiten dar, von deren Erkenntniss die richtige Beurtheilung der Ablagerungen dieser Periode abhängt.

Die wichtigste und auffallendste dieser Eigenthümlichkeiten besteht darin, dass die Cephalopoden, welche wir in der mesozoischen Zeit hauptsächlich als pelagische und Tiefseethiere kennen gelernt haben, während der paläozoischen Zeit vorwiegend Litoralthiere gewesen zu sein scheinen.

Während daher die Korallenriffe der mesozoischen Zeit regelmässig sehr arm an Cephalopoden sind, sind die paläozoischen Riffe im Gegentheil stets sehr reich daran, ja die grossen schweren Orthoceratiten, *Cyrtoceras*- und *Phragmoceras*-Arten so wie die grossen Nautilen und Goniatiten scheinen hier sogar ihren eigentlichen Wohnsitz gehabt zu haben. — Ich erinnere in dieser Beziehung nur an den Kohlenkalk, den Korallenkalk des Devon, an den Wenlock-Kalkstein, an den Niagara-Kalkstein, an die *Orthoceras*-Kalksteine Schwedens und Russlands so wie vor allen an die berühmten Kalksteine der Etage E des Böhmisches Silurbeckens mit ihren zahlreichen Korallen und ihrem geradezu beispiellosten Reichthum an Cephalopoden.

Es fehlen die Cephalopoden zwar auch in den Tiefseebildungen der paläozoischen Zeit nicht vollständig und scheinen sie dasselbst namentlich während der devonischen und Carbonzeit bereits ziemlich reich vertreten gewesen zu sein, doch findet man hier regelmässig nur kleinere, oft dünnschalige Formen, welche vielleicht bereits damals ein pelagisches Leben führten.

In einem gewissen Gegensatze zu den Korallenkalcken stehen unter den mesozoischen Ablagerungen die Ammonitenthone oder Ammonitenschiefer, die vorzugsweise pelagische Organismen nebst dünnschaligen Pecten, Posidonien und Daonellen enthalten. Ganz ähnlich verhalten sich nun in der paläozoischen Schichtenfolge die Culmschiefer der Carbonzeit, die Wissenbacher Orthoceren-schiefer des Devon, so wie die verschiedenartigen graptolithenreichen Schiefer des Silur.

Die Graptolithenschiefer sind sehr häufig mit Kieselschiefer vergesellschaftet, welche nach der Ansicht GÜMBEL'S aus Anhäufungen von Polycistinenschalen hervorgegangen sind und gewisser-

massen metamorphosirte silurische Tripoli darstellen. In neuer Zeit hat nun ROTHPLETZ eine Anzahl von Kieselschiefern aus dem sächsischen Graptolithenschiefer mikroskopisch untersucht und hiebei in denselben in der That eine grosse Menge von unzweifelhaften Polycistinenpanzern gefunden, wodurch einerseits die Muthmassung GÜMBEL's vollkommen bestätigt erscheint, andererseits aber auch ein neuer Beweis für die Tiefseenatur der Graptolithenschiefer erbracht ist*.

Bemerkenswerth ist, dass die Graptolithenschiefer häufig in grosser Menge kleine zarte Brachiopoden, namentlich Arten der Gattungen *Orthis*, *Strophomena*, *Leptaena*, *Lingula* und *Discina* führen.

Tiefseekalke mit Cephalopoden, analog den Ammoniten-reichen Tiefseekalken der mesozoischen Periode (Ammonitico rosso u. dgl.) scheinen in der paläozoischen Schichtenreihe selten zu sein. Vielleicht wird man jedoch die Clymenienkalke des Devon hierher rechnen können.

Eine Ablagerung von sehr eigenthümlichem Charakter bilden die bekannten brachiopodenreichen Kalke der Etage F des böhmischen Silurbeckens, die Kalke von Konieprus und St. Ivan. Die petrographische Beschaffenheit der Gesteine, das Vorherrschen der Brachiopoden geben diesen Ablagerungen eine grosse Ähnlichkeit mit der sogenannten Hierlatzfacies der mesozoischen Formationen und in der That zeigen sie auch mehrere Eigenthümlichkeiten, welche auf die Bildung in tiefem Wasser hindeuten.

So fehlen hier z. B. alle grossen Bivalven, welche doch in E und G in so grosser Menge auftreten**, und die Conocardien, welche für diese Schichten besonders bezeichnend sind, sind kleine, zierliche Formen, die häufig dünne, schnabelartige oder häutige, flügelartige Fortsätze besitzen, Charaktere, die ruhiges Wasser anzudeuten scheinen.

Cephalopoden sind auffallend arm an Arten und Individuen.

Überaus häufig und zahlreich sind jedoch Fenestellen, zarte zerbrechliche Polyarien, welche ebenfalls auf tiefes Wasser weisen.

* Radiolarien, Diatomaceen und Sphärosomatiten in silurischem Kieselschiefer von Langenstriegis in Sachsen. (Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch. 1880. 447.)

** *Veвода*, *Vlasta*, *Isocardia*, *Panenka*, *Pantata*, *Kralowna*.

Trotz aller diesen Eigenthümlichkeiten wage ich nicht die Kalke von Konieprus für eine Ablagerung tieferen Wassers resp. für ein Analogon der Hierlatzschichten zu erklären. Es kommen nämlich in denselben Kalken u. z., wie es scheint, ziemlich häufig und sogar bankbildend, grosse massige Korallen, so wie auch eine grosse Menge von Gastropoden vor, von denen die meisten eine ansehnliche Grösse erreichen. Diese zwei Charaktere sind aber, unsern jetzigen Erfahrungen nach, gänzlich unvereinbar mit Tiefseebildungen.

Wir haben im Tertiär sowohl als auch innerhalb der mesozoischen Bildungen sehr häufig Ablagerungen angetroffen, die sich durch den merkwürdigen Umstand auszeichneten, dass in ihnen alle arragonitschaligen Organismen fehlen und ausschliesslich calcitische Reste vorhanden sind und haben diese Erscheinung auf eine secundäre Auflösung der arragonitischen Bestandtheile zurückgeführt. (Zancléen, Priabonaschichten, Weisse Kreide, Aptychenkalke.)

Es ist nun gewiss äusserst merkwürdig zu finden, dass im Bereiche der paläozoischen Ablagerungen ähnliche Erscheinungen vollkommen unbekannt sind und demnach auch Ablagerungen, welche ihrem Charakter nach der weissen Kreide oder den Aptychenkalken entsprechen würden, vollkommen fehlen.

Es hängt diese Erscheinung offenbar mit einer zweiten Eigenthümlichkeit zusammen, welche nicht minder auffallend und unerwartet ist.

Das Vorkommen von Steinkernen ist in paläozoischen Ablagerungen verhältnissmässig sehr selten zu beobachten und tritt meistens nur in Sandsteinen (Spiriferensandstein u. dgl.) auf, wo dann aber regelmässig arragonitische und calcitische Reste gleichmässig aufgelöst sind.

In mesozoischen Ablagerungen tritt die Bildung von Steinkernen bereits viel häufiger u. z. auch in Kalksteinen auf und findet man hiebei als allgemeine Regel, dass bloss die arragonitischen Organismen aufgelöst sind, während die calcitischen die unversehrte Schale zeigen.

Bei alledem ist es jedoch noch ganz gewöhnlich, dichte Kalksteine und feste Sandsteine zu finden, in denen auch die Arragonitschalen vollkommen unversehrt erhalten sind, ja es ist dies sogar häufiger als das Vorkommen von Steinkernen.

Gänzlich anders verhält sich dies jedoch im Tertiär.

Im Tertiär findet man erhaltene Arragonitschalen fast nur in losen Sanden und Thonen, und sowie man auf feste Gesteinsbänke stösst, sind die arragonitschaligen Organismen ausnahmslos aufgelöst und nur als Sternkerne erhalten. So weit verbreitet auch im Mediterrangebiet die miocänen Leythakalke sind, so ist mir doch kein einziges Beispiel bekannt, wo ein solcher arragonitische Fossilien mit unversehrter Schale enthielte und auch in den Nummulitenkalken verhält es sich ganz ähnlich*. Sehr häufig findet man im Tertiär lose Sande und weiche Thone mit einzelnen harten Bänken wechsellagernd oder man findet auch feste Kalksteine mit Zwischenschichten von weichen Mergeln und sehr häufig kann man hiebei die Beobachtung machen, dass dieselben Conchylien in dem losen Material mit vollkommener Schale erhalten sind, im festen Gestein aber nur in der Form von Steinkernen auftreten.

Ähnlich wie im Tertiär verhält es sich auch in den recenten Ablagerungen. Die jungen gehobenen Korallenriffe am Rothen Meere haben vollkommen das Aussehen eines Leythakalkes mit Steinkernen und auch sonst zeigen die gehobenen Riffkalke Indiens und Polynesiens die arragonitischen Organismen regelmässig nur als Abdrücke und Steinkerne**.

Diese Erscheinung ist so auffallend und kehrt mit solcher Regelmässigkeit an allen Punkten der Erde wieder, dass man sie unmöglich auf zufällige und lokale Ursachen zurückführen kann, sondern genöthigt ist, dafür eine allgemein wirkende Ursache anzunehmen. Worin diese Ursache zu suchen ist, vermag ich für den Moment allerdings nicht zu sagen. Im Allgemeinen macht es den Eindruck, dass die auflösende Kraft des Meeres in der älteren geologischen Epoche geringer gewesen wäre als in der neueren und in der Jetztzeit***.

* In den eocänen Alveolinenkalken des Monte Postale, sowie in den festen Kalken der Gombertoschichten im Vicentinischen sind auch die arragonitischen Conchylien mit der Schale erhalten, es erscheinen diese Vorkommnisse aber als vollständige Ausnahmen.

** Wie anders verhalten sich dagegen z. B. die Korallenkalke des Tithon mit ihren prachtvoll erhaltenen Gastropoden!

*** Mit dieser ganzen Erscheinung hängt es offenbar auch zusammen, dass die Fossilien der paläozoischen Formationen durchschnittlich so auffallend gut erhalten sind.

So wie unter den paläozoischen Ablagerungen keine gefunden werden, welche sich ihrem Charakter nach mit der weissen Kreide und den Aptychenkalken vergleichen liessen, so findet man auch keine, welche man als Analoga der Scyphischichten betrachten könnte.

Gleichsam als Ersatz für diese mannigfachen Lücken scheint in den paläozoischen Formationen eine Ablagerungsform sehr verbreitet zu sein, welche in jüngeren Formationen nur ausnahmsweise gefunden wird, und dies sind Sandsteinbildungen, welche nach ihrer Fauna den Charakter von Tiefseebildungen an sich tragen.

Als ein gutes Beispiel hiefür kann die Etage D im böhmischen Silurbecken betrachtet werden.

Diese Etage ist vorwiegend eine Sandsteinbildung, welche durch zahlreiche Arten von *Nucula*, *Leda*, *Astarte*, *Lingula*, *Discina*, durch mehrere Arten von *Orthis*, *Leptaena* und *Strophomena*, durch zahlreiche Pteropoden, Trilobiten und eigenthümlich blasige, dünnchalige Cystideen ausgezeichnet ist, während nicht nur alle Typen der Korallenfacies, sondern überhaupt alle grösseren und dickschaligen Formen fehlen, oder doch nur ganz sporadisch gefunden werden*.

Unter den Trilobiten finden sich eine Anzahl blinder Formen, ein Umstand, der auch für eine Tiefseebildung spricht.

Bemerkenswerth ist das häufige Vorkommen zahlreicher *Lingula*-Arten, welche in ganz ähnlicher Weise auch in den Graptolithenschiefern, mithin in Ablagerungen gefunden werden, die ihrer ganzen Natur nach zu den Tiefseebildungen gerechnet werden müssen.

In den jetzigen Meeren kommt *Lingula* ausschliesslich in der Litoral-, ja geradezu in der Strandregion vor und auch während der mesozoischen Zeit scheint diese Gattung ähnliche Wohnplätze vorgezogen zu haben. In den paläozoischen Ablagerungen ist dies jedoch durchaus nicht der Fall und scheinen sie hier ganz allgemein auch in Tiefseeablagerungen aufzutreten.

* Die Bivalven sind fast ausnahmslos klein: *Nucula*, *Leda*, *Nuculites*, *Sluha*, *Redonia*, *Babinka*, *Arca*, *Synek*, *Dcerceska*, *Modiolopsis*, *Astarte*, *Posidonomya*. Bloss einige Pterineen und *Avicula*-Arten erreichen eine etwas bedeutendere Grösse.

Es ist dies abermals ein Beweis dafür, dass man die Verhältnisse der Jetztzeit durchaus nicht ohne Controle sofort auf frühere Zeiten übertragen darf, dass vielmehr dieselben Gattungen, Familien und Ordnungen zu verschiedenen Zeiten eine ganz verschiedene Rolle gespielt haben und man daher bei Beurtheilung einer Ablagerung sich niemals einseitig an ein einzelnes Merkmal halten darf, sondern immer den ganzen Complex von Eigenschaften vor Augen haben muss.

Ich will hiebei noch daran erinnern, dass *Discina* die regelmässige Begleiterin der *Lingula*, welche man auch lange Zeit für ein charakteristisches Litoralthier hielt, durch die neuen Tiefseeuntersuchungen auch in abyssalen Tiefen nachgewiesen wurde.

Ähnlichen Charakter wie die sandigen Ablagerungen des böhmischen Silur D zeigen die obere Ludlowschichten mit *Lingula*, *Discina*, *Orthis*, *Leptaena*, *Rhynchonella*, *Orthonota*, *Pterinea*, mit Pterygoten, Eurypteren und mit zahlreichen sogenannten Fucoiden, ferner die Spiriferensandsteine des Devon, die „Carboniferous slates“ des Irischen Carbon und wahrscheinlich wird hieher auch ein Theil jener roth und bunt gefärbten Sandsteine zu rechnen sein, welche in verschiedenen Etagen der paläozoischen Schichtenreihe wiederkehren*.

Es ist nicht zu verkennen, dass diese Sandsteinbildungen mit Tiefseecharakter eine gewisse Ähnlichkeit mit der Flyschformation zeigen, wo Tiefsee-Sandsteine ebenfalls sehr verbreitet sind. Hat doch MURCHISON schon vor langer Zeit auf die grosse Übereinstimmung hingewiesen, welche die fucoidenreichen oberen Ludlowschichten mit dem italienischen Macigno zeigen.

Eine sehr interessante Ablagerung des englischen Silur, welche ich ebenfalls für eine Tiefseebildung halten möchte, sind die bekannten „Wenlock-shales“, jene wohl in keiner Sammlung fehlenden, lichtgrauen Mergelplatten, welche an ihrer Oberfläche besät sind mit wunderbar erhaltenen dünnästigen Polyparien, kleinen, zarten Brachiopoden, Gastropoden und Bivalven, sowie mit zahlreichen Trilobiten, so dass jede Platte ein ganzes Museum kleiner zierlicher Organismen darstellt.

* Natürlich müssen hier die Conglomeratbildungen ausgeschlossen werden und ebenso alle Sandsteine, welche falsche Schichtung oder sonst unzweifelhafte Anzeichen seichten Wassers an sich tragen.

In den Sammlungen oder auch in den Petrefactenverzeichnissen sind die Fossilien dieser „Wenlock-shales“ in der Regel mit jenen des „Wenlock-limestone“ vermengt, zwei Bildungen, welche, obwohl allerdings demselben geologischen Zeitabschnitte angehörig, doch in Bezug auf Faciesverhältnisse strenge auseinander gehalten werden müssen.

Der „Wenlock-limestone“ ist ein echter Korallen-Riffkalk, der fast ganz aus massigen Korallen aufgebaut ist, eine Fülle grosser dickschaliger Conchylien enthält, und stockförmige Massen im oberen Theil der Wenlock-shales bildet, die sich nach allen Seiten rasch auskeilen und gewöhnlich noch in der Form einzelner Blöcke und Knollen, welche in die Wenlock-shales eingewickelt sind, eine Strecke weit fortsetzen.

Die „Wenlock-shales“ sind wellig schiefrige Mergelplatten, aus äusserst zartem Kalkschlamm hervorgegangen, welche ausschliesslich die vorerwähnten kleinen und zarten Fossilien enthalten, von den Vorkommnissen des Riffkalkes jedoch so gut wie nichts aufweisen*.

Der Wenlock-limestone verhält sich zu den Wenlock-shales in jeder Beziehung genau in derselben Weise, wie die triasischen Riffkalke der Alpen zu den gleichzeitigen Mergel- und Schieferbildungen und da die letzteren offenbar die gleichzeitigen Tiefseebildungen darstellen, so muss man diese Anschauung wohl auch auf die Wenlock-shales übertragen.

Zum Schlusse muss ich noch einer sehr merkwürdigen Bildung gedenken, welche von vielen Seiten als der Typus einer Tiefseebildung, ja als die einzige Ablagerung hingestellt wird, welche man mit den Ablagerungen der Abyssenregion vergleichen kann.

Es sind dies die Primordialschiefer, die ältesten bekannten fossilführenden Ablagerungen; welche meist aus dunkeln Thon- und Kieselschiefeln bestehen und fast nur Trilobiten und Graptolithen führen. Die vorkommenden Trilobiten-Gattungen sind fast alle dieser Stufe eigenthümlich, weichen sehr stark von denjenigen der jüngeren Etagen ab und zeichnen sich

* Sie zeigen dadurch eine gewisse habituelle Ähnlichkeit mit dem Pläner oder mit den Priabona-Schichten.

fast ausnahmslos durch den merkwürdigen Umstand aus, dass sie vollkommen augenlos sind.

Da man nun in den grösseren Tiefen der jetzigen Meere eine Anzahl augenloser Crustaceen gefunden hat, so wollte man in der Blindheit der primordialen Trilobiten einen Beweis finden, dass diese Thiere in grossen Tiefen in beständiger Dunkelheit lebten*. Dieses Argument hat jedenfalls viel für sich und da auch die übrigen Verhältnisse, wie das Fehlen aller ausgesprochenen Litoralorganismen, die Beschaffenheit des Sedimentes, das häufige Vorkommen von Graptolithen, in gleichem Sinne beweisend sind, so glaube ich thatsächlich, dass man mit dieser Vorstellung das Richtige getroffen, und dass man die Primordialschiefer wirklich als eine Tiefseebildung betrachten muss.

Von diesem Standpunkte aus scheint es mir nun sehr bemerkenswerth, dass die Primordialschiefer sehr häufig Graptolithen, sowie *Lingula* und *Discina* enthalten, und dass sie ganz gewöhnlich in engster Verbindung mit rothen Sandsteinen auftreten, welche sich durch massenhaftes Vorkommen von *Lingula* auszeichnen, so dass wir auch hier wieder die Gattung *Lingula* und *Discina* im Anschluss und in Verbindung mit Tiefseebildungen auftreten sehen.

Mächtigkeit, Verbreitung und Lagerungsverhältnisse

Wir haben in der Einleitung gesehen, dass die litoralen Thiere in den heutigen Meeren eine verhältnissmässig sehr schmale Zone einnehmen, während weitaus der grösste Theil der Meeresbecken von der Tiefseefauna bevölkert ist.

Denken wir uns eines der jetzigen Weltmeere durch Sedimente allmählig vollkommen ausgefüllt, so würden wir eine

* Als BARRANDE zuerst auf das Fehlen der Augen bei vielen Trilobiten aufmerksam machte, wurde diese Thatsache von Seiten vieler Fachleute in Zweifel gezogen, indem sie darauf hinwiesen, dass man in der Jetztzeit blinde Crustaceen nur unter den Schmarotzern, niemals aber unter den freilebenden Arten finde. Heutzutage stehen die Sachen freilich ganz anders. Sehr merkwürdig ist, dass nach BARRANDE *Trinucleus* in der Jugend Augen hat, dieselben aber im Alter verliert, denn auch dies findet sich bei vielen Tiefsee- und auch bei Höhlenthieren.

abgelagerte Masse erhalten, die aus zwei wesentlich verschiedenen, aber sehr ungleich mächtigen Theilen bestünde.

1) Aus einem unteren von mehreren 1000 Faden Mächtigkeit, der entweder azoisch oder mit pelagischen und Tiefseethieren gefüllt wäre, und

2) aus einem oberen von 50—100 Faden Mächtigkeit, der die litoralen Thiere enthalten würde.

Die litoralen Ablagerungen würden thatsächlich nur als dünne Decke über einer ungeheuren Masse von Tiefseesediment erscheinen.

In Wirklichkeit sind die Verhältnisse allerdings nicht so einfach, denn erstens bilden die vom Festland ins Meer geführten Sedimente einen verhältnissmässig nur schmalen Saum längs der Küsten, durch welchen Umstand die litoralen Ablagerungen gewissermassen begünstigt werden, und zweitens geht die Sedimentbildung überhaupt nicht in einem Zustande der Ruhe, sondern unter fortwährenden Veränderungen der Niveauverhältnisse vor sich, durch welche die einfache, regelmässige Schichtfolge selbstverständlich vielfach gestört und modifizirt wird.

Bei alledem muss man jedoch erwarten, dass trotz aller dieser Complicationen und Störungen die Tiefseebildungen durchschnittlich eine grössere Mächtigkeit zeigen müssen als die gleichzeitigen Litoralbildungen und es entsteht nun die Frage, ob dies bei jenen Ablagerungen, welche wir im Vorhergehenden als Tiefseebildungen aufgefasst haben, thatsächlich der Fall ist. Trifft dies bei denselben zu, so ist dies wohl ein sehr wichtiges Argument, dass wir ihre Natur richtig erfasst haben, während im entgegengesetzten Falle die Richtigkeit der hier vertretenen Anschauung sehr in Frage gestellt wäre.

Es ist mir diesen Augenblick nicht möglich, diese Frage an der Hand umfassender Daten ziffernmässig zu behandeln wie dies wohl wünschenswerth wäre, doch glaube ich, dass bereits ein schätzungsweise Vergleichen der bekannten Thatsachen ausreicht, um zu der Überzeugung zu gelangen, dass abgesehen von gewissen Ausnahmen, die thatsächlichen Verhältnisse aufs beste mit den erwähnten Voraussetzungen stimmen.

Die Ablagerungen, welche wir in Vorliegendem als Tiefseebildungen aufgefasst haben, zeigen wirklich durchschnittlich eine

viel bedeutendere Mächtigkeit als die gleichzeitigen Litoralbildungen, ja es scheint sogar, dass die Tiefseebildungen um so mächtiger sind, je reiner ihr Tiefseecharakter ausgeprägt ist, und die Litoralbildungen um so mehr zusammenschrumpfen, je typischer sie ihren litoralen Charakter zeigen.

Die Primordialschiefer Böhmens haben eine Mächtigkeit von 300—400 Metern, die Sandsteine und Schiefer der Etage D über 2000 Meter, während die litoralen Kalke der Etage E durchschnittlich bloss 200 Meter besitzen.

In England sollen die primordialen Graptolithenschiefer mit Einschluss der Efusivdecken von Eruptivgesteinen an 5000 Meter Mächtigkeit erreichen.

Die Wenlock-shales, welche wir als eine Tiefseebildung aufgefasst haben, werden nach MURCHISON 600 Meter mächtig, während die gleichzeitigen litoralen Korallenkalke (Wenlock-limestone) höchstens 90 Meter Mächtigkeit erreichen, meist aber weit unter dieses Maass zurückgehen.

Die sächsischen und thüringischen Silurbildungen bestehen fast nur aus Graptolithenschiefer und Kieselschiefer und in dem reich gegliederten skandinavischen Silurterrain zeigen die verschiedenen Graptolithenschiefer regelmässig eine unverhältnissmässig bedeutendere Mächtigkeit als die kalkigen Bänke mit den Korallen und Litoralconchylien.

Der Lias besteht in Europa fast ganz aus Tiefseebildungen und treten Seichtwasserbildungen nur ganz lokal und in geringer Mächtigkeit auf. (White Lias, Sandsteine von Hettange.)

Der weisse Jura in Schwaben erreicht eine Mächtigkeit von circa 1000', wovon reichlich $\frac{2}{3}$ auf Tiefseebildungen kommt, während die litoralen Korallenkalke kaum $\frac{1}{3}$ umfassen.

Die Solenhofer Schiefer und Krebsseeerenkalke, obwohl an und für sich durchaus nicht besonders mächtig, sind doch bedeutend mächtiger als die gleichzeitigen Diceraskalke ihres Gebietes.

In den Alpen und Apenninen sind die Lias- und Juraschichten fast nur durch Tiefseebildungen repräsentirt.

Die tithonischen Diphyakalke und Ammonitenkalke sind regelmässig bedeutend mächtiger als die gleichzeitigen Korallen- und Nerineenkalke.

Die weisse Kreide ist unverhältnissmässig mächtiger als der litorale Calcaire pisolithique von Meudon und auch in den Südalpen sind die Hippuritenkalke nicht so mächtig wie die Scaglia.

Im Eocän des Mediterrangebietes werden die Litoralbildungen im Wesentlichen durch den Nummulitenkalk, die Tiefseebildungen durch die Priabonaschichten und den eocänen Flysch dargestellt, es ist aber evident, dass im Ganzen betrachtet die Nummulitenkalke durch die Priabonaschichten und den eocänen Flysch weit aus an Masse übertroffen werden.

Fasst man den Flysch der Karpathen als Ganzes auf, so findet man, dass der Flysch von ausgesprochenem Tiefseecharakter weitaus mächtiger ist als jener von litoraler Natur.

Der Londonthon, eine ausgesprochene Tiefseebildung, hat im Becken von London eine durchschnittliche Mächtigkeit von 300'—400', welche auf der Insel Sheppey bis 480' steigt, während z. B. der litorale Grobkalk des Pariser Beckens nirgends über 100' mächtig ist, meist aber weit unter dieser Mächtigkeit zurückbleibt.

In den Pliocänbildungen Italiens ist das Überwiegen der Tiefseebildungen über die Litoralbildungen meist ein ganz auffallendes. Man sieht in der Regel eine enorme Masse von Pteropodenmergeln und Pleurotomenthonen, welche nach oben von einer verhältnissmässig dünnen Schicht von litoralen gelben Sanden bedeckt sind.

Auch in Süditalien sind die weissen Foraminiferenmergel und übrigen Tiefseebildungen durchschnittlich mächtiger als die litoralen Ablagerungen.

Allerdings giebt es auch bedeutende Ausnahmen von diesem hier geschilderten Verhalten, indem Litoralbildungen von ganz ausserordentlicher Mächtigkeit auftreten, welche in gar keinem Verhältniss zu der Seichtheit der Zone stehen, innerhalb welcher in den jetzigen Meeren litorale Thiere leben, oder man findet auch Schichtcomplexe, in denen die Tiefwasserbildungen überhaupt von geringerer Mächtigkeit sind als die Ablagerungen von litoralem Charakter.

Als Beispiel des ersten Falles könnte man die miocänen Nagelfluhen der schweizer Alpen oder der nördlichen Apenninen

anführen, welche wir ihrem Materiale und ihrer Petrefaktenführung nach für Litoralbildungen halten müssen, während sie doch eine Mächtigkeit von mehreren 1000' erreichen.

Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, dass hier eine kleine Täuschung vorliegt, indem diese Nagelfuhmassen sich wahrscheinlich an einer steil in grosse Tiefen abstürzenden Meeresküste, nach Art von Schuttkegeln ins Meer hinausbauten, so dass ein grosser Theil ihrer Masse strenge genommen in der Region der Tiefsee stand.

Dieselbe Erscheinung ist es vielleicht auch, welche theilweise in einem zweiten Falle, nämlich bei der Bildung der triasischen Korallenriffe der Alpen ins Spiel kam.

Die triasischen Riffkalke der Alpen erreichen ganz allgemein eine Mächtigkeit von mehreren 1000 Fuss und bestehen dabei, so wie es scheint, in dieser ganzen Masse aus typischen Seichtwasserbildungen. — Man hat zur Erklärung dieser Erscheinung meist angenommen, dass diese Ablagerungen sich in einer Periode constanter langsamer Senkung bildeten und es lässt sich nicht läugnen, dass diese Erklärung nichts Unnatürliches enthält und Senkung höchst wahrscheinlich auch wirklich mit im Spiel war.

Nichtsdestoweniger scheint mir noch eine andere Auffassung möglich zu sein.

Denkt man sich an der Küste einer isolirten oceanischen Insel ein Korallenriff angesiedelt, so wird dasselbe an seinem Aussenrande fortwährend zerstört und die Trümmer werden in die Tiefe geführt, wo sie sich in der Art von Schuttkegeln anordnen. Je länger dieser Process andauert, je weiter sich die Schuttkegel von Korallenmaterial ins Meer hinaus bauen, in um so grössere Tiefen werden sie auch reichen, und schliesslich müssen steil aus der Tiefe des Meeres aufsteigende Bergmassen gebildet werden, welche ihrer ganzen Masse nach aus litoralem Korallenmaterial bestehen, ohne dass hiebei irgend eine Hebung oder Senkung ins Spiel gekommen wäre.

Man nimmt bei der Erklärung der Koralleninseln der Südsee gleichsam als selbstverständlich an, dass sie in ihrer ganzen Mächtigkeit aus (wenn ich mich so ausdrücken darf) „gewachsenem“ Riffkalk u. z. aus massigen Korallen bestehen. Es ist

dies aber thatsächlich eine reine Supposition, die durch gar nichts erwiesen ist und es ist ganz gut möglich, dass der Kern der Atolle aus allem andern, nur nicht aus massigen Riffkorallen besteht und dass die Masse der Insel zum grössten Theile aus blossem Schutt gebildet ist, der sich von vorn herein in tiefem Wasser ablagerte, so dass bei der Entstehung der ganzen Insel weder eine Hebung noch eine Senkung im Spiel gewesen zu sein braucht.

Nach den Untersuchungen MOJSISOVIC'S zeigen die triassischen Korallenriffe der Alpen in ihren massigen Theilen regelmässig eine deutliche „Überguss-schichtung“, was wohl sehr dafür spricht, dass sie nach Art der Schutthalden entstanden, so zwar, dass ein grosser Theil dieser Riffe, obwohl aus litoralem Material aufgebaut, doch thatsächlich in grösserer Tiefe gebildet wurden.

Ein sehr merkwürdiges Beispiel von Überwiegen der Litoralbildungen bieten die marinen Ablagerungen der Carbonzeit, welche trotz der ausserordentlichen Verbreitung und grossen Mächtigkeit, welche sie zeigen, doch fast ausschliesslich aus ausgesprochenen Seichtwasserbildungen bestehen. Allerdings bestehen dafür die Ablagerungen der Liasperiode ebenso vorwiegend aus Tiefseebildungen.

Man hört zuweilen die Ansicht aussprechen, dass in den Ablagerungen älterer geologischer Epoche die Tiefwasserbildungen, in denjenigen der jüngeren Epochen u. z. besonders der Tertiärzeit die Litoralbildungen vorherrschen.

Nun ist es zwar allerdings richtig, dass die ältesten fossilienführenden Ablagerungen, welche wir kennen, nämlich die Primordialschiefer überall Tiefseebildungen zu sein scheinen, und ebenso ist es richtig, dass die marinen Quaternärbildungen so wie die jüngsten Pliocänbildungen mit ganz geringen Ausnahmen durchaus Seichtwasserbildungen sind.

Hiemit ist aber auch alles erschöpft, was man zur Unterstützung dieser Ansicht vorbringen kann.

In den Tertiärbildungen, mit alleinigem Ausschlusse des allerjüngsten Pliocäns, sind Tiefseebildungen nicht nur in allen Stufen reichlich entwickelt, sondern dieselben haben sogar, wenigstens in Europa, was das Volumen betrifft, entschieden das

Übergewicht, wie aus den vorhergehenden Angaben wohl zur Genüge hervorgeht.

Dass diese Verhältnisse bisher so sehr verkannt werden konnten, rührt einfach daher, dass die tertiären Tiefseebildungen entweder sehr arm an organischen Resten sind (Flysch, Schlier), oder aber eine sehr einförmige und dabei unansehnliche Fauna besitzen (Pleurotomenthone, Priabonaschichten) und in Folge dessen dem Paläontologen selten in Erinnerung gebracht werden, während umgekehrt die Litoralbildungen eine viel reichere, mannigfaltigere und auffälligere Fauna enthalten, und dadurch in den Sammlungen sich gewissermassen immer in den Vordergrund drängen.

Wer kennt z. B. nicht die „Faluns“ der Touraine mit ihrem ausserordentlichen Reichthum an schönen Litoral-Fossilien und doch bestehen diese Faluns aus einer Anzahl winziger isolirter Ablagerungen, deren Mächtigkeit oft nur wenige Fusse beträgt.

Der Schlier der Apenninen, diese typische Tiefseebildung, welche so ziemlich dasselbe Alter hat, war bis vor Kurzem so zu sagen noch völlig unbekannt, und doch bildet er ganz allein mächtige Gebirge und repräsentirt in seiner Gesamtheit ein Volumen, welches das der Faluns viele hunderttausendmal übertrifft.

Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Grobkalk im Verhältniss zum London-Thon oder mit den Nummulitenkalken im Verhältniss zu den Priabonaschichten und dem eocänen Flysch. Auch in diesen Fällen repräsentiren die Seichtwasserbildungen ein viel geringeres Volumen als die Tiefsee-Ablagerungen, sind aber in Folge ihres grossen Petrefaktenreichthums viel mehr bekannt.

Wenn nun auf diese Weise innerhalb der Tertiärformation durch die eigenthümliche Vertheilung der Fossilien das Augenmerk hauptsächlich auf die Litoralbildungen gelenkt und das Urtheil zu deren Gunsten gewissermassen präoccupirt wird, so tritt innerhalb der mesozoischen und ganz insbesondere innerhalb der jurassischen Periode durch ähnliche Ursachen gerade die entgegengesetzte Täuschung ein.

Die Tiefseebildungen der mesozoischen Zeit werden der Hauptsache nach, wie wir gesehen haben, durch die Ammoniten-

thone dargestellt. Die Ammoniten sind aber, wenn man sich so ausdrücken darf, die Lieblings- und Modethiere der Paläontologen; die Ammoniten wurden seit alten Zeiten mit besonderer Vorliebe gesammelt; wer sich der Paläontologie zuwendet, bekommt es sicherlich zuerst mit Ammoniten zu thun; die Ammoniten dienen fast ausschliesslich zur Charakterisirung der einzelnen „Zonen“ und wenn man die mesozoische Literatur nur oberflächlich betrachtet, gewinnt man fast den Eindruck, als ob es während dieser Periode fast nur Ammoniten gegeben hätte und alle mesozoischen Ablagerungen Ammonitenschichten seien.

In Wirklichkeit ist dies jedoch durchaus nicht der Fall.

Von den gewaltigen Korallenriffen der alpinen Trias an bis zu dem bescheidenen aber ebenso bestimmt charakterisirten Korallenriff des Calcaire pisolitique von Meudon finden wir in allen Stufen neben den ammonitenführenden Tiefseebildungen in grösserer oder geringerer Entwicklung ammonitenarme Seichtwasserbildungen mit Riffkorallen und andern charakteristischen Litoralthieren, ja in manchen Stufen, wie z. B. in der oberen Kreide, erreichen dieselben in ausgedehnten Gebieten das entschiedene Übergewicht über die Tiefseebildungen. (Hippuritenkalke der Mediterranländer.)

Dass zwischen dem Alter der Ablagerungen und dem Vorderrschen der Tiefseebildungen durchaus kein direkter Zusammenhang besteht, geht aber am schlagendsten aus der Thatsache hervor, dass ja gerade ein Glied der paläozoischen Formation, nämlich die marinen Ablagerungen der Carbonzeit es sind, in denen die Tiefseebildungen auf ein Minimum reducirt sind und die Seichtwasserbildungen absolut dominiren.

Nächst den Ablagerungen der oberen Kreide gibt es wohl kein Formationsglied, welches in allen Welttheilen in solcher Ausdehnung und Mächtigkeit und überall mit solchem Petrefaktenreichthum entwickelt ist, wie der Kohlenkalk, gleichwohl giebt es aber auch keines, welches so durchaus aus Seichtwasserbildungen besteht wie dieses.

Wo immer wir die marinen Ablagerungen der Kohlenformation treffen, finden wir sofort rasenbildende Korallen, grosse dickschalige Bivalven und Gastropoden, riesige Produc-

tiden und Spiriferiden, grobe Foraminiferenkalke (Fusulinen) und andere untrügliche Anzeichen seichten Wassers.

Die Tiefseebildungen während dieser Periode werden bisher ausschliesslich durch die Culmschiefer mit ihren Posidonien vertreten, denen man vielleicht noch die crinoidenreichen Mergel der Keokou-Formation Nordamerika's anschliessen könnte, doch bilden diese beiden Entwicklungen nur einen sehr geringen Bruchtheil der gesammten Formation.

Ein sehr eigenthümliches Verhältniss zeigt in vielen Fällen die Art der Ablagerung der Litoral- und Tiefseebildungen, welches seiner häufigen Wiederholung wegen eine kurze Erwähnung verdient.

Wenn man im nördlichen Italien die Schichtenfolge des Pliocäns studirt, so findet man zuoberst die bekannten gelben litoralen Sande, darunter die Pleurotomenthone und zuunterst die Pteropodenmergel.

So weit ist nun die Schichtenfolge vollständig in Ordnung, indem sie ganz der Voraussetzung entspricht, dass die oberen Theile eines zusammengehörigen Schichtencomplexes den litoralen, die unteren den Tiefseecharakter zeigen.

Das Merkwürdige an der Sache aber ist, dass man unter den Pteropodenmergeln u. z. meist ganz plötzlich und unvermittelt abermals pliocäne Litoralbildungen antrifft, welche eine ganz ähnliche Fauna enthalten wie die oberen litoralen Sande, dabei aber weitaus mächtiger sind als diese.

Eine ganz ähnliche Schichtenfolge zeigt in Nord-Italien auch in der Regel das Miocän, indem man zuoberst eine unbedeutende Lage von Litoralbildungen vom Charakter des Leythakalkes, darunter die miocänen Pleurotomenthone, unter denselben in mächtiger Entwicklung Pteropodenmergel (Schlier) und unter diesen plötzlich abermals in grosser Mächtigkeit litorale Conglomerate und Nagelfluen mit der Fauna der Hornerschichten findet.

Eine ganz analoge Erscheinung bieten uns nun aber auch ältere Ablagerungen, wie z. B. die böhmischen Kreidebildungen.

Wir haben hier zuoberst eine Litoralbildung (oberen Quadersandstein),

darunter den Baculitenthon und Pläner als Tiefseebildungen;

und zuunterst den unteren Quadersandstein und den Korallenkalk von Korycan, welche abermals eine Litoralbildung darstellen.

Ähnliche Erscheinungen lassen sich in vielen andern Fällen constatiren und man könnte als allgemeines Schema derselben aufstellen:

- a) Litoralbildung von geringer Mächtigkeit.
- b) Tiefseebildungen von grosser Mächtigkeit.
- c) Litoralbildungen von grösserer Mächtigkeit als die oberen.

Es ist zwar richtig und muss hier ausdrücklich hervorgehoben werden, dass in allen den 3 vorher angeführten so wie auch in den meisten andern analogen Fällen die unteren Litoralbildungen den oberen nicht ganz äquivalent sind, sondern der Fauna nach eine etwas ältere Stufe repräsentiren, doch ist der Unterschied in der Regel ein äusserst unbedeutender, so dass diese sonderbare Combination von Ablagerungen doch in gewisser Hinsicht als ein zusammengehöriges System betrachtet werden kann.

Wir haben im Vorhergehenden bei der Betrachtung von Litoral- und von Tiefseebildungen stets nur typische Vorkommnisse im Auge gehabt. Nun liegt es aber in der Natur der Sache, dass in Wirklichkeit diese beiden Kategorien keineswegs so strenge geschieden sind, als es unserer Darstellung nach vielleicht den Anschein haben könnte, dass sich vielmehr die charakteristischen Eigenthümlichkeiten beider Kategorien in mannigfacher Weise mischen und combiniren und man sehr häufig Ablagerungen trifft, welche man strenge genommen weder als Litoralbildungen noch als Tiefseebildungen betrachten kann, oder auch welche man mit gleichem Rechte in die eine oder in die andere Kategorie stellen könnte*.

Man muss hier jedoch im allgemeinen 2 Fälle unterscheiden.

Es ist bekannt, dass bereits im Meere die Litoralzone und Tiefseezone nicht scharf getrennt sind, dass es vielmehr zwischen beiden eine mehr oder minder breite Übergangzone giebt, in welcher sich Litoralthiere und Tiefseethiere in verschiedener

* Es ist auffallend, dass derartige Mischfaunen namentlich im braunen Jura häufig gefunden werden.

Weise mischen, in der eine Menge indifferente Formen vorkommen und in der in der Regel gewisse typische und ausgezeichnete Litoralthiere und Tiefseeethiere fehlen.

Wenn aber in den Meeren überall eine solche Übergangszone existirt, so muss man selbstverständlich auch Ablagerungen finden, welche diese Charaktere zeigen und thatsächlich ist dies auch allenthalben reichlich der Fall. Ich verweise z. B. nur auf die Grenzregion zwischen Pleurotomenthonen und gelben Sanden im italienischen Pliocän, wo sich die Vorkommnisse der Pleurotomenthone und der litoralen Sande in so ausgedehnter Weise mischen, dass es kaum eine Art gibt, welche man nicht auch gelegentlich in diesen Ablagerungen finden würde.

Ein zweiter Fall ist jedoch folgender:

Man findet gar nicht selten in ausgesprochenen Tiefseebildungen einzelne Nester, Flasern oder auch fortsetzende Lagen von Litoralsediment mit Litoralconchylien, oder es zeigt sich auch ein wiederholter scharfer Wechsel von typischen Tiefseebildungen und typischen Litoralbildungen in Bänken und Lagen von geringer Mächtigkeit.

So wird z. B. der Leythakalk bei Mödling vom Badner Tegel überlagert, in welchem sich einzelne Blöcke von Leythakalk eingewickelt finden, von denen jeder von einer Rinde von Amphisteginenmergel umgeben ist. Der Tegel enthält die reine Badner Foraminiferenfauna ohne jede Beimengung von Amphisteginen u. dgl. und ebenso zeigt der Amphisteginenmergel eben nur eine eigenthümliche Fauna ohne Beimengung von Badner Formen.

Bei Berchtoldsdorf fand man in einer mächtigen Ablagerung von Badner Tegel, welche gelegentlich der Anlage der Wiener Wasserleitung in einem Einschnitte aufgeschlossen wurde, mitten im zarten homogenen Tegel einzelne Nester und Flasern von grobem Material mit Nulliporen und Amphisteginen*.

Bei Gassino nächst Turin kommt als tiefstes Glied der Miocänbildungen der Superga, ein ausserordentlich zarter homo-

* Siehe des Näheren über diese Verhältnisse: FUCHS u. KARRER: Über das Verhältniss des marinen Tegels zum Leythakalke. (Jahrb. Geol. Reichsanst. 1871.) KARRER: Geologie der Kaiser Franz Joseph Hochquellen-Wasserleitung. (Abh. k. k. Geol. Reichsanst. IX. 1877. Taf. IX.)

gener Tegel vor, der seinem Material und seiner Foraminiferenfauna nach den reinsten Typus einer Tiefseebildung darstellt. Mitten in diesem Tegel und mit demselben wechsellagernd finden sich jedoch mehrere Bänke eines blendend weissen reinen Nulliporenkalkes, welcher eine Masse grosser Foraminiferen, wahrscheinlich Heterosteginen, sowie grosse dickschalige Aустern enthält, wie sie eben allgemein in den litoralen Leythakalken auftreten. Im Tegel findet sich keine Spur von Litoralformen, im Nulliporenkalk keine Spur von Tiefseeformen, beide Ablagerungsformen sind vollkommen rein und typisch ausgebildet und haarscharf von einander geschieden und wechsellagern in Bänken von 1 oder wenigen Fuss Mächtigkeit.

Ähnliche Fälle kommen gewiss an andern Punkten vielfach vor

In allen diesen Fällen ist es unmöglich, dass die Litoralorganismen, welche wir auf diese Weise dem Tiefseesediment eingeschaltet finden, von Haus aus dort gelebt, es ist vielmehr augenscheinlich, dass hier 2 verschiedene Materialien aus verschiedenen Bildungsstätten, durch irgend eine Kraft secundär gemengt wurden und ist demnach das Zusammenvorkommen von Tiefseeorganismen und Litoralthieren in diesem Falle kein ursprüngliches, primäres, sondern eigentlich nur ein scheinbares, sekundäres.

Die Kraft, welche in diesen Fällen die Mischung der beiden Sedimente bewirkte, resp. welche die litoralen Materialien in die Tiefe führte, darf wohl nicht in der Wellenbewegung des Meeres gesucht werden, da in diesem Falle die beiderlei Materialien nicht so gesondert hätten bleiben können, sondern mehr durcheinander gemischt worden wären. Es hat vielmehr den Anschein, dass hier die litoralen Sedimentmassen entweder von selbst abrutschten oder unter dem Drucke aufgestauter Wassermassen in die Tiefe gedrückt wurden, wo sie sich dann in zusammenhängenden Decken oder einzelnen Flasern und Nestern dem Tiefseesediment einschalteten*.

* Siehe des Näheren hierüber meine beiden Mittheilungen: „Über eigenthümliche Störungen in den Tertiärbildungen des Wiener Beckens und über eine selbstständige Bewegung loser Terrainmassen“ (Jahrb. Geol. Reichsanst. 1872) und „Über die Kräfte, durch welche die Meeresedimente von der Küste gegen die Tiefe zu bewegt werden.“ (Verhandl. Geol. Reichsanst. 1877. 225.)

Eintheilung der Formationen und Facies.

Man hat seit langer Zeit darauf aufmerksam gemacht, dass man bei der Gliederung der Formationen sich wohl hüten müsse, Landbildungen und Meeresbildungen mit einander zu vermengen, da der Gang der organischen Entwicklung auf dem Lande und im Meere durchaus nicht immer gleichen Schritt halten. Epochen tiefer Umgestaltung der Meeresfauna können die Landfauna nahezu unberührt lassen und ebenso umgekehrt.

Man könnte in dieser Richtung nun noch einen Schritt weiter gehen und sagen, dass man nicht nur Land- und Meeresbildungen, sondern dass man unter den Meeresbildungen wieder zwischen Tiefsee- und Litoralbildungen unterscheiden müsse, ja dass man eigentlich überhaupt nur gleichartige Ablagerungen oder, um einen häufig gebrauchten Ausdruck zu gebrauchen, gleiche „Facies“ mit einander vergleichen könne.

Es lässt sich der Fall sehr gut denken, dass die Litoralfauna eines Meeres eine sehr grosse Umgestaltung erleidet, während die Tiefseefauna wenig oder gar nicht beeinflusst wird und ebenso kann auch der entgegengesetzte Fall eintreten.

Ebenso scheint es auch ganz gut möglich, dass durch irgend ein äusseres Moment auf den Korallenriffen eines Meeres eine grosse Veränderung vor sich geht, während die im Sande und Schlamm vergrabene Fauna desselben Meeres unverändert bleibt.

Wenn man eine Korallenfauna mit einer Ammonitenfauna oder eine Ammonitenfauna mit einer Brachiopodenfauna vergleicht, so ist es klar, dass man aus diesem Vergleiche allein gar keine Anhaltspunkte zur Beurtheilung der relativen Altersverhältnisse derselben gewinnen kann, da ja zwischen diesen verschiedenen Organismengruppen gar keine graduelle Abstufung gedacht und daher auch kein Grad der Verschiedenheit geschätzt werden kann.

Wollte man der Sache auf den Grund gehen, so müsste man freilich bekennen, dass man selbst mit der Anforderung nur gleiche Facies mit einander zu vergleichen noch nicht den Kern der ganzen Sache erfasst hat.

Ähnliche Facies sind nur der Ausdruck ähnlicher äusserer Verhältnisse. Wir wissen aber, dass unter denselben äusseren Verhältnissen sehr verschiedenartige Organismen zusammen leben,

und die Erfahrung lehrt uns, dass diese verschiedenartigen Organismen, trotzdem sie unter denselben äusseren Verhältnissen miteinander leben, doch eine sehr ungleichartige Entwicklung haben können und die Zeiten ihrer Umprägung oder Umwandlung durchaus nicht zusammenfallen.

So finden wir z. B., dass zwischen der unteren und oberen Kreideformation eine durchgreifende, fundamentale Veränderung der Landflora statt hat, indem an Stelle der Cycadeen- und Farnbäume, in der oberen Kreide ziemlich plötzlich und unvermittelt eine reiche und mannigfaltige Flora dicotyledoner Holzgewächse tritt. Die Thiere des Landes zeigen während dieser Zeit hingegen gar keine wesentliche Veränderung und werden in der unteren, sowohl wie in der oberen Kreide durch ähnliche Dinosaurier, Crocodilier, Schildkröten und Pterodactylie repräsentirt.

Umgekehrt sehen wir, wie mit dem Übergang der Kreide ins Eocän an Stelle der bisher dominirenden grossen Reptilien plötzlich eine grosse Menge verschiedenartiger Säugethiere erscheinen, während doch die Landflora zur selben Zeit nur sehr unwesentliche Veränderungen erkennen lässt.

Die Säugethierfauna des Oligocäns und Miocäns zeigt einen ausserordentlich tiefgehenden Contrast, während die Binnenconchylien dieser beiden Zeitabschnitte einander so ausserordentlich ähnlich sind, dass sie sich nur schwer auseinanderhalten lassen.

Ähnliche Erscheinungen zeigen sich auch im Meere.

Für die niederen Seethiere bildet der Übergang von der Juraformation in die Kreide durchaus keinen tiefergreifenden Wendepunkt der Entwicklung, wohl aber für die Fische, welche im Jura vorwiegend aus Ganoiden, in der Kreide hingegen vorwiegend am Teleostiern bestehen, so dass die Kreidefische viel mehr Verwandtschaft mit den Tertiärfischen als mit den Jura-fischen zeigen, während in den meisten übrigen Gruppen von Seethieren das umgekehrte Verhältniss stattfindet.

Es deuten diese Verhältnisse darauf hin, dass die Entwicklung der organischen Welt durchaus nicht das einfache Wiederspiel der Veränderungen ist, welche sich in den äusseren Lebensverhält-

nissen vollziehen, sondern dass dieselben unabhängig von diesen durch innere organische Ursachen bedingt wird.

Ebenso geht aber auch hieraus hervor, dass die allgemeine Gliederung der Formationen eigentlich immer nur einen relativen Werth haben kann und dass man in wissenschaftlichem Sinne eigentlich immer nur von einer Entwicklung der einzelnen organischen Stämme sprechen sollte.

Kritische Schlussbemerkungen.

Ich habe im Vorhergehenden zu wiederholten Malen Anlass genommen, auf verschiedene Irrthümer aufmerksam zu machen, welche so häufig von Geologen begangen werden, wenn es sich darum handelt, die bathymetrische Natur gewisser Schichten festzustellen oder überhaupt unter den Ablagerungen früherer geologischer Epochen Litoral- und Tiefseebildungen von einander zu unterscheiden.

Ich kann jedoch nicht umhin, zum Schlusse nochmals auf diesen Gegenstand zurückzukommen und hier namentlich eine Theorie näher zu beleuchten, welche wie ich glaube zuerst von PREVOST* aufgestellt, sich bis in die neueste Zeit wie ein rother Faden durch alle Diskussionen dieses Gegenstandes zieht, und einen wahrhaft verhängnissvollen, oft kaum begreiflichen Einfluss auf die Anschauungsweise der Geologen genommen und welchem es wohl hauptsächlich zuzuschreiben ist, dass eine richtigere Auffassung der Verhältnisse so lange aufgehalten wurde.

PREVOST ging von der bekannten Thatsache aus, dass das vom festen Lande ins Meer geschobene Detritusmaterial daselbst unter dem Einflusse der Wellenbewegung eine Sonderung nach der Grösse des Korns erfährt und danach auch in verschiedenen Zonen zur Ablagerung gelangt.

Zunächst dem Strande bleibt das Gerölle, etwas weiter hinaus der Sand und schliesslich der Schlamm liegen. Noch weiter hinaus in noch grösserer Tiefe, wohin kein mechanisches Sediment mehr gelangen kann, bilden sich auf chemischem Weg erzeugte Kalkniederschläge.

* Comptes rendus 1845 p. 1062.

Wir erhalten auf diese Weise vom Strande gegen die Tiefe fortschreitend 4 Zonen, welche in ihrer Reihenfolge immer grösseren Tiefen entsprechen.

- 1) Gerölle.
- 2) Sand.
- 3) Thon.
- 4) Kalk.

Gerölle, Sand und Thon werden nun als „fluvio-marine“, der Kalk hingegen wird als „pelagische“ Ablagerung betrachtet, womit zugleich für die erste Gruppe der Begriff einer Ablagerung in geringer, für die zweite der Begriff einer Ablagerung in grosser Tiefe verbunden ist.

Diese Ansichten wurden nun in kurzer Zeit die dominirenden in der Geologie, besonders seit sie durch BIGSBY in seiner grossen Arbeit über die paläozoischen Ablagerungen Nordamerika's praktisch angewendet wurden* und durch SUSS' bekannte ausgezeichnete Arbeiten „Über die Wohnsitze der Brachiopoden“ eine neue Stütze erhielten**.

SUSS hatte nämlich gefunden, dass die kalkschaligen Brachiopoden in den jetzigen Meeren mit Vorliebe in grösseren Tiefen wohnen, und da es nun augenscheinlich ist, dass diese Thiere im fossilen Zustande auch vorzugsweise in kalkigen Ablagerungen gefunden werden, so hatte man scheinbar eine neue Bestätigung dafür gefunden, dass kalkige Ablagerungen wirklich regelmässig Ablagerungen grösserer Tiefen seien.

Von nun an schien die Sache ausgemacht zu sein und durch alle geologische Arbeiten zieht sich dasselbe, allerdings bequeme summarische Verfahren. Sande und Thone werden als litorale, reine Kalke werden als Tiefseebildungen betrachtet, für welche letzteren Ausdruck man nur bisweilen vorsichtshalber die unbestimmte und mehrdeutige Bezeichnung „pelagische“ Bildung substituirt.

Trotzdem ist die ganze Anschauungsweise, wenigstens soweit

* An Inquiry into the Sedimentary and other External Relations of the Palaeozoic Fossils of the State of New York. (Quart. Journ. Geol. Soc. XV. 1859. 251.)

** Über die Wohnsitze der Brachiopoden I u. II. (Sitzber. Wiener Akad. 1859 u. 60.)

es sich um die Beurtheilung der vorhandenen Ablagerungen handelt, gänzlich unhaltbar.

Wir haben im vorhergehenden gesehen, dass Ablagerungen von Sand und Thon in Tiefen von 400, 500, bis 600 Faden, ja noch tiefer gefunden werden, d. i. in Tiefen, welche wohl niemand mehr mit Bezug auf die Fauna als litoral bezeichnen wird und welche jedenfalls viel bedeutender sind als jene, in welchen die reichen Brachiopodengründe liegen.

Was nun aber vollends die Kalkbildungen anbetrifft, welche alle „pelagische“ und „Tiefseebildungen“ sein sollen, so muss man sich unwillkürlich fragen, hat denn PREVOST und haben denn alle seine Nachfolger ganz die Korallenriffe vergessen? oder sind diese Korallenriffe vielleicht keine reinen Kalkbildungen, oder sind die Korallenriffe, welche die Küsten des Rothen Meeres, die Küsten von Brasilien und Florida umgürten, vielleicht keine „litoralen“ Ablagerungen?

Es ist sehr zu bedauern, dass SUESS bei der versuchten Anwendung der PREVOST'schen Lehre sich auf das Silur beschränkte und diesen Versuch nicht auch auf jüngere Ablagerungen ausdehnte, bei denen die Unhaltbarkeit der PREVOST'schen Principien ja sofort hätte zu Tage treten müssen. Ich erinnere nur an die brachiopodenreichen Stramberger Kalke, welche gewiss reine Kalkbildungen sind und die doch sicherlich niemand für eine „Tiefsee-Bildung“ halten wird, ganz abgesehen von den Megaloduskalken der Alpen, von den Korallenkalken des weissen Jura, dem Caprotinenkalk, dem Hippuritenkalk, dem Nummulitenkalk etc. etc.

Man könnte vielleicht einen Augenblick glauben, dass die Seichtwasser-Kalkbildungen sich durch eine gewisse gröbere Textur von jenen des tiefen Wassers unterscheiden müssten, doch wäre auch dies unrichtig. Die Kalksteine des Urgonien und viele Diceraskalke zeigen ein so zartes homogenes Gefüge, dass man sie in kleinen Stücken nicht vom lithographischen Kalkstein unterscheiden kann, und doch enthalten sie Caprotinen, Diceraten, Nerineen u. s. w. und sind daher ohne Zweifel Seichtwasserbildungen.

Wir sehen daher, dass die petrographische Beschaffenheit allein uns durchaus keinen Aufschluss über die Natur einer Ab-

lagerung giebt, indem Ablagerungen aus Sand, Thon und Kalk ebenso gut in der Litoralregion wie in der Tiefsee gebildet sein können und wenn PREVOST Sand- und Thonbildungen für litorale (oder wie er sich ausdrückt „fluvio-marine“), Kalkbildungen aber für pelagische Ablagerungen erklärt, so verhält es sich in der Wirklichkeit sogar meistens gerade umgekehrt, indem Kalkbildungen in der Mehrzahl der Fälle Litoralbildungen, Thonbildungen hingegen meistens Ablagerungen tiefen Wassers sind.

Ich führe als Beispiel nur das Wiener Becken an, in welchem ja von SUSS selbst die Leythakalke für Litoralbildungen, die Badner Tegel aber für Ablagerungen tiefen Wassers erklärt worden sind, ganz im Gegensatze zu der PREVOST'schen Lehre.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch darauf hinweisen, wie GRESSLY*, dem doch so gut wie gar keine Kenntnisse der Lebensverhältnisse der Meeres-Thiere zu Gebote standen, durch seine genaue, aufmerksame und stets vergleichende Beobachtung der Natur, eine viel tiefere und richtigere Auffassung der Verhältnisse gewonnen hatte, als PREVOST und seine Nachfolger.

Seine Charakterisirung der litoralen Korallen-, der Thon- und Sandfacies sind wahre Meisterstücke feiner Beobachtung. Er unterschied scharf zwischen litoralen und pelagischen Thonbildungen, zwischen eigentlichen Korallenbildungen und Scyphienbildungen, und ebenso machte er einen genauen Unterschied zwischen den ursprünglichen ungestörten Ablagerungen und jenen Mischbildungen, wie sie überall im Umkreise von Korallenbildungen auftreten. (Dépôts de charriage.)

Alle diese reichen Keime zu weiterer Förderung der richtigen Erkenntnis der Verhältnisse blieben jedoch späterhin vollkommen unberücksichtigt und gingen vollständig unter, unter der schablonenhaften Behandlung des Gegenstandes nach dem Vorbilde PREVOST's.

* Observations géologiques sur le Jura Soleurois. (Neue Denkschr. der allg. Schweiz. Gesellsch. für die gesammten Naturwiss. V. 1841.)