

4. Über Meerestransgressionen und daran sich anknüpfende Fragen.

Von Herrn W. DEECKE.

Seit langer Zeit interessierte mich die Art und Weise, wie sich Meerestransgressionen und im besonderen, wie sich das Einwandern der Faunen vollzieht und wie sich deren Entwicklung in dem neu eroberten Gebiete gestaltet. Gerade in Europa haben wir dafür zahlreiche typische Beispiele, von dem skandinavischen Cambrium an bis zur Litorinasee. Es gewährt einen gewissen Reiz, einzelne charakteristische gemeinsame Züge oder die Unterschiede, welche die Änderung in der Zusammensetzung der Tierwelt bedingt, vergleichend hervorzuheben, ferner das Schicksal zu verfolgen, welches einzelne Gattungen oder ganze Ordnungen erlitten. Diesen Fragen soll der folgende Aufsatz gewidmet sein.

Wir haben in Deutschland zwei Beispiele verschiedener Art, nämlich die Transgression der unteren Trias und des unteren Lias, welche zur Bildung eines Binnenmeeres und zu einer von tiefen Löchern durchsetzten Schelfsee führten.

Am klarsten ist der Gesamtvorgang bei der unteren Trias. Ganz langsam sinkt eine weite Landschaft unter den Spiegel der See, aber so, daß das hereingetragene, abgeschwemmte oder umgelagerte Sandmaterial trotz der bis 1000 m im Maximum messenden Eindellung den Boden aufzufüllen und den Charakter einer ganz flachen, nur eben vom Wasser überspülten Uferzone aufrecht zu erhalten vermag. Diese von Wind und Wellen immer bewegten, kaum zur Ruhe gelangenden Buntsandstein-Massen waren nicht geeignet, ein reicheres Tierleben zu gestatten. Erst im obersten Teil, im Röt, kommen mit Landpflanzen einige Gattungen vor, die wirklich marin sind, neben solchen indifferenten Charakters. Die ersten sind *Limulus*, *Myophoria*, *Gervillia*, *Lingula*, die letzten *Estheria*, mehrere andere Krebse und Fische. Es sind Vorläufer der Muschelkalkformen, und sie liegen in sandig-tonigen Lagen, meist in einzelnen, wenig weit anhaltenden Bänken, daher immer lokal auftretend und schon in der Nachbarschaft verschwin-

dend. Die durch diese Einwanderer begonnene Entwicklung verzögert sich, weil infolge von vorübergehendem Abschluß und Einengung des Meeres Salz- und Gipsausscheidung einsetzt, welche kein Leben duldet, so daß erst im Wellenkalk mit erneuter und diesmal energischerer Senkung die Meeresfauna geschlossen eindringt und von dem ganzen zentraleuropäischen Areal gleichmäßig und auf einmal Besitz ergreift. Was beobachten wir da? In den untersten Bänken des Wellendolomites von Schwaben, Baden, Elsaß-Lothringen, also weit ab von der oberschlesischen Pforte, stellen sich plötzlich zahlreiche Formen ein: Große und kleine Schnecken (*Loxonema*, *Naticopsis*, *Omphaloptychia*), ein Cephalopode (*Beneckia Buchi*), viele Zweischaler, eigentlich die ganze charakteristische Muschelkalkgesellschaft (*Lima*, *Gervillia*, *Myophoria*, *Terquemia*, *Pecten*, *Myacites*), ferner ebenso die Brachiopoden und Echinodermen (*Spiriferina*, *Terebratula*, *Lingula* und *Encrinus* nebst Seesternen). Begleitend treten auf Fische und Labyrinthodonten. Es ist gleich anfangs alles da, was lebhaft gegen später absticht, wo zeitweise vieles wieder verschwindet und einzelne Gruppen ausfallen. Wie öde sind der obere Wellendolomit und manche Teile des mittleren Wellenkalks, wie einförmig die Orbicularis-Region! Man sieht, wie das einflutende Wasser Keime mitschleppt und über die ganze Fläche verstreut, wie diese zunächst aufkommen, sich vermehren, aber ebenso rasch vergehen und z. B. im Wellenmergel neu angesamt werden müssen (Bänke mit *Myophoria cardissoides*, *Homomya Alberti*, *Gervillia socialis* var. *funicularis* und größeren Schnecken), diesmal begleitet von Mixosauriern. Durchweg finden wir in den untersten Teilen Linguliden, Myaciten und Trochiten, von denen die letzten auch verschwemmt sein können. Wir erleben diese Besamung abermals in ausgesprochenem Maße über der Anhydritgruppe, wo dieselben Formen zum zweiten Male geschlossen eindringen und dem höheren Salzgehalt und einer vielleicht weiteren oder näheren Pforte entsprechend, von rein halogenen Tieren begleitet werden. Zu letzten rechne ich vor allem die *Encrinus*, die sich nun weithin ansiedeln, Foraminiferen (*Trochammina*, *Endothyra*) und Korallen. Wiederum stecken diese Schichten, die unteren Trochitenkalke, voll von Saurierknochen (*Nothosauriden*), die gegen oben genau so abnehmen, wie im Wellendolomit und -kalk. Bemerkenswert ist, daß bei Freudenstadt im Wellendolomit tief unten eine *Thamnastraea* erscheint, wie im Trochiten-

kalk bei Donaueschingen die *Cyathophora* und einige andere Formen, denen aber keine wirkliche Verbreitung erlaubt war. Diesmal gelingt es den *Encrinus* auf viele Hunderte von Quadratkilometern den Boden mit einem dichten Rasen zu überziehen, ein Versuch, der im unteren Muschelkalk mißglückt war. Man sieht, wie von Osten über Rüdersdorf sich die Trochiten bis in die thüringische Bucht ausdehnen im Wellenkalk, aber dann versagen. Voll steckt noch der Rüdersdorfer Kalk von Saurierresten, die im unteren Muschelkalk immer weniger werden gegen Westen hin. Im neuen Stadium der Hauptmuschelkalktransgression entstehen die Bayreuthischen an *Nothosaurus*, *Placodus*, *Cyamodus* reichen Schichten und zu den diesmal mitgebrachten Formen gehören außer Spongien die Gyroporellen, die bis Schwaben und Lothringen verschleppt wurden und kurze Zeit dort gediehen, ferner *Retzia trigonella* (Würzburg, Grötzingen, Lothringen, Schwaben) und vereinzelt Ammoniten (*Arcestes*) und Spongien. Dieser alpine Einschlag ist sehr deutlich in den Kieseloolithen an der Basis des Hauptmuschelkalks, deren Fauna HOHENSTEIN neuerdings beschrieb. All die kleinen Schnecken schließen sich an Arten oder Gattungen des schlesischen oder alpinen Muschelkalks an, haben vorübergehend in Süddeutschland anscheinend weite Verbreitung besessen, sind jedoch im Trochitenkalk bis auf die kleinen *Naticina gregaria* wieder fort. Überhaupt sind die Gastropoden des Muschelkalks wenig ausdauernd. Nach einer kurzen Blüte im Muschelsandstein oder im *Homomya Alberti*-Mergel werden sie sehr spärlich, desgleichen nach dem Trochitenkalk, und in der Lettenkohle sind sie sogar selten (Grenzdolomit). Es erinnert an die Ostsee, in der Cardien, Tellinen und Mytiliden ebenfalls länger ausdauern, als die Schnecken, welche mit *Litorina littorea* als einziger Form schon bei Rügen verkümmert sind. Wir werden später Ähnliches mehrfach beobachten. Im Wellenkalk liegt die Hauptbank von *Beneckia Buchi* etwas über der Basis, ebenso sind im badisch-württembergischen Hauptmuschelkalk die eigentlichen Ceratitenbänke erst über dem Trochitenkalk vorhanden und zwar im Odenwald als eine durchgehende Bank mit zahlreichen *Cer. compressus*. Mit den Ammoniten, vor allem aber mit den Gyroporellen, Retzien und den kleinen Schnecken vermögen wir eine Wanderung vom Unt. Muschelkalk in Oberschlesien nach Westen, der über der Anhydritgruppe erreicht wird, beweisen. Jedesmal scheinen Fische in Scharen eingedrungen

zu sein, denen die räuberischen Saurier folgten; im Trochitenkalk zeigen die *Placodus*-Zähne, daß auch die muschelknackenden Arten ihren Weg auf die dicht besetzten Myophorien- und Gervilliengründe gefunden hatten.

Was auch im Muschelkalk an Veränderungen erfolgte, der Binnenmeercharakter erzeugte die Einförmigkeit der Fauna und die Anhäufung einzelner Arten zu kompakten Bänken, eine Eigentümlichkeit, die sich im Keuper beim Aussterben der marinen Typen steigert (*Gervillia*-*Corbula*-bank etc.). Mit der Übergangszone im *Trigonodus*-Dolomit und Lettenkohle zeigen sich zwei neue Gattungen, erst *Trigonodus*, dann *Anoplophora*, worauf ich noch einmal beim Lias zurückkommen werde.

Vergleichen wir mit diesen allgemein bekannten Verhältnissen der germanischen Trias das Einbrechen des Liasmeeres, so ergeben sich wesentliche Unterschiede. Die Buntsandsteinphase, welche von Oberschlesien bis westlich der Vogesen reichte, ist bei dem Lias auf die Ränder der Inseln oder Kontinente zurückgedrängt, findet sich als Sandfazies nur lokal mächtiger entwickelt (schwäbischer Rhätsandstein). Wir müssen bis an den Ardennenrand (Diekirch in Luxemburg) oder nach England gehen, um den Muschelkalk in sandiger Ausbildung anzutreffen, während der Lias am Harz, in Südbelgien und Luxemburg, auf Bornholm und in Schonen, am Cotentin und an vielen anderen Stellen diese Form annimmt, welche bei Weitergreifen der Transgression am Rande der skandinavischen Masse durch den Dogger bis ins Callovien reicht. Das Wellenkalkmeer breitete sich über einen weithin eingeebneten Boden aus, konnte daher so gleichartigen Habitus annehmen; das Rät- und Liasmeer drang in ein Gebiet ein, das z. T. unter dem Meeresspiegel lag oder tiefe Löcher erhielt, erfüllte alles, fand aber an Höhen und Rändern viele innere und äußere Grenzen, wo die Fazies naturgemäß eine andere werden mußte.

Die einwandernde liasisch-rätische Fauna ist uns in ihrer Herkunft wenigstens teilweise bekannt; von der triadischen Fauna wissen wir wegen der langen Buntsandstein-Unterbrechung in dieser Hinsicht bisher eigentlich nichts. Man muß daher die alpine ober-triadische Fauna der Raibler-Schichten und der Rhaetischen Serie vor Augen haben, um unsere Infraliasformen abschließen zu können. Da sehen wir die bekannten Leitfossilien bei uns sich einstellen (*Avicula contorta*, *Pecten*

valoniensis, *Cardium rhaeticum*, *Mytilus minutus* usw.), wozu sich als Lokalkolorit *Anoplophora postera*, *Gervillia praecursor*, *Corbula postera* gesellen, die in ähnlichen Formen sonst im Keuper vorgekommen sind. Versuche eines Eindringens haben einzelne Spezies schon vorher versucht, z. B. *Myophoria Kefersteini* bei Würzburg = *M. Raibliana*, *Gervillia exilis* mit Naticiden und Myophorien in einem Keuperdolomit des Morvan, nur daß in beiden Fällen dies nicht glückte. Es ist zu bemerken, daß selbst im schwäbischen Rät mit geringen Ausnahmen nur solche Gattungen vertreten sind, welche wir aus der germanischen Trias vorher kennen (*Lima*, *Pecten*, *Mytilus*, *Gervillia*, *Corbula* etc.); dies prägt sich noch mehr in Schonen aus, wo *Myacites*, *Anoplophora*, *Mytilus*, *Gervillia* herrschen; bloß *Cardium rhaeticum* weicht ab. Die Rätfauna gewinnt gewissermaßen wieder den Charakter des Wellenkalks. Woran dies liegt, ist zweifelhaft, da mehrere Ursachen angenommen werden können, nämlich: 1. ein flaches Meer mit Dünen und Sandscharen, zwischen denen andere Arten nicht gedeihen konnten, 2. Mangel an geeigneter Nahrung für die eigentlich liasischen Arten, z. B. Foraminiferen, die sich langsam verbreiteten, 3. ungleiche Mischung des Wassers mit Süßwasser oder Salzen, welche vom Meerwasser abwich und die anderen Tiere bis zum endgültigen Ausgleich abhielt, 4. können Strömungen in Betracht gezogen werden und anfangs enge, ungünstig gelegene, z. B. durch Sandzonen mehr oder minder versperrte Pforten — Faktoren, die sich vermehren ließen.

Alles das ist erst mit Einsetzen der kalkig-mergligen Serie, mit Insektenmergel, Schwaichel oder der Pylonotuskalkbank überwunden, an anderen Stellen erst mit dem Arietenkalk, am Ardennenrand mit der Tuberkulatuszone; am skandinavischen Südrande gelangte es überhaupt nicht dazu und südlich davon in Pommern und Mecklenburg erst im oberen Lias. Was beobachten wir dabei an bezeichnenden Arten? In Menge stellen sich *Pentacrinus*-Reste und zum ersten Male reichlich Seeigel ein, dann große *Lima*, eigenartige *Velopecten*, *Mytilus* und *Gervillia-Perna*-Arten. Neu sind *Ostrea-Gryphaea*, beide noch eng verbunden und schwer zu trennen, sowie die Ammoniten. Wenn wir von den *Psiloceras* absehen, deren Abstammung im Dunkeln bleibt, sind es obertriadische Typen, die eine weite Verbreitung erlangen. *Pentacrinus* besuchte gelegentlich (Schaumkalk) das germanische Triasbecken, verschwand

immer wieder, während er in der alpinen Provinz (Esinokalk, Cassianer Schichten) sich entfaltete. Auch Foraminiferen und Seeigel sind in letzterer vertreten. Die Seeigel gehören, obgleich in anderen Formen, den Cassianer Schichten an und kommen mit Stacheln, wie bei den Arten des untersten Lias in den Azzarola-Schichten vor. Von den größeren Arten, wie *Lima punctata*, *L. pectinoides* kennen wir Vorläufer aus den Raibler Schichten (*L. subpunctata* d'Orb., *L. inaequistriata* Stopp.). Die von QUENSTEDT abgebildete *Perna* ist eine durchaus in die Gruppe von *Gerv. musculosa* Stopp. oder *G. Santi Galli* gehörige Form. Dagegen sind anscheinend neu die Gryphaeen, aber nur deswegen, weil ihre Form noch so wenig fest ausgeprägt ist. GOLDFUSS hat diese Schalen mit Recht *Ostrea irregularis* genannt, OPPEL hat schon die Zugehörigkeit zu *Gryphaea arcuata* festgestellt und, was QUENSTEDT *Gryphaea rugata* hieß, ist dieselbe Form. So bilden CHAPUIS und DEWALQUE aus Luxemburg *Gryphaea arcuata* mit breiter Ansatzfläche ab, SCHALCH sammelte solche neben mehr typischen Exemplaren in der Pylonotenbank des Hallauer Berges bei Schaffhausen. Man sieht ordentlich, wie die *Gryphaea* wird, und zwar aus *Ostrea*-artigen Typen. Deshalb stelle ich hierhin sehr viele von den aus der Sandsteinfazies beschriebenen Dingen, deren unregelmäßiger Habitus so schwer einen Vergleich und eine Benennung gestattet, z. B. aus dem Hettinger Sandstein.

Der Sand war für die Ausbildung der Gryphaeen ungeeignet; sie ziehen, wie auch später, Mergelboden vor und können sich dort zu der gekrümmten Gestalt entwickeln, die festerer Boden nicht gestattet.

Ärmlich bleibt die Pylonotenfauna, und es ist nach ihr Schritt für Schritt die Ankunft neuer Einwanderer zu verfolgen. Aber das organische Leben hört doch nicht auf, wie im oberen Wellendolomit, es geht weiter, bereichert sich, statt wie im mittleren Muschelkalk zu verarmen. In der Angulatus-Zone haben wir lebhaftere Entwicklung der im untersten Lias spärlichen Cardinien, welche wohl aus den *Trigonodus* hervorgingen und deren Hauptelemente der etwas sandige, zum Eingraben geeignete Meeresboden war, die also gleichsam auch triadischen Charakter tragen. Hinter den Cardinien her kommen *Macrodon*, *Cucullaea*, dann *Pinna*, welche sich rasch vermehrt und schon an der Basis der Arietenzone eigene Bänke bildet. In dieser Zone zeigen sich die ersten Schnecken und in der sandigen Fazies von

Lothringen entwickeln sich diese plötzlich so mannigfaltig und zahlreich (*Purpurina*, *Cerithium*, *Pleurotomaria*, *Trochus*, *Eunema* etc.) wie kaum wieder je im westdeutschen Lias; nur der Jura Englands bewahrt sich dauernd in der Nähe der alten Massive eine ähnliche Mannigfaltigkeit. Also wie in dem Wellenkalk suchen die Schnecken weite Gebiete zu besiedeln, was ihnen aber nur hie und da wirklich glückt. Schließlich erscheinen die Brachiopoden mit Rhynchonellen und Terebrateln. — Während der Angulatus-Zeit entfalten sich die ersten schon heimisch gewordenen Einwanderer und vermehren sich nicht nur, sondern erreichen auch rasch stattliche Dimensionen, so daß *Gryphaea arcuata* die typische Form, die vollen Maße und die kolossale Vermehrung anstrebt, welche ihr im Arietenkalk die Quadratmeilen umfassenden Bänke zu bilden gestattet. Wie die Trochiten im Hauptmuschelkalk zwar bald einsetzen, aber erst ca. 10 m über der Anhydritgruppe die massenhafte Verbreitung erfahren, so die Gryphaeen. *Lima gigantea*, *Lima succincta*, *Pinna Hartmanni* wachsen zu ungewöhnlich großen Exemplaren heran. Neu treten die Myen reichlicher hinzu, besonders *Pholadomya* mit mehreren noch einfach skulpturierten Arten, wie sie in der alpinen Trias, ähnlich enthalten sind. Die Spiriferinen, welche schon im Aussterben sind, versuchen ein letztes Mal ihr Glück im neuen Gebiet und erlangen wirklich mit *Spir. Walcottii*, *rostrata*, *verrucosa* eine Nachblüte. Mit ihnen finden sich die ersten großen Pleurotomarien ein, die von nun an im Jura überall da vorkommen, wo Brachiopoden reichlich auftreten. Auch die letzte fremde Gruppe, die im oberen Arietenkalk erscheint, die Belemniten (*Bel. acutus*) wiederholen das Verhalten der Gryphaeen, der *Lima punctata* etc.: sie beginnen klein, um rasch mannigfaltigere Form und erheblichere Größe (Lias γ und δ) zu erreichen. Man nimmt *Aulacoceras* als Vorfahren der Belemniten an, sicher ist dies jedoch nur in demselben Sinne, wie etwa *Mixosaurus* und *Nothosaurus* die Ahnen der im unteren Lias vorhandenen Ichthyosaurier und Plesiosaurier sind. Alle drei Gruppen sind wesentlich spezialisiertere Typen ohne unmittelbaren Zusammenhang mit den genannten älteren Formen. Die Ammoniten fallen aus dieser Betrachtung heraus; weder für die Pylonoten, noch für die Angulaten und eigentlich auch nicht für die Arieten haben wir einen triadischen Anschluß. Daß Pylonoten und Arieten genetisch verbunden sind, glaube ich für meine Person nicht, möchte

vielmehr beide als verwandte Zweige einer gemeinsamen unbekanntem Wurzel ansehen. Das auffallendste Moment ist das plötzliche Verschwinden des so reichen Myophorienstammes, die im Rhaet mit *Myophoria postera* und *M. vestita* vorhanden sind. Warum verschwinden diese Muscheln sogar in den Alpen, wo doch der Zusammenhang der marinen Schichten über die Trias-Liasgrenze an so vielen Stellen gewahrt ist? Im ganzen unteren und mittleren europäischen Lias treten die Schizodonten völlig zurück, um erst im Dogger als Trigonien zu einer zweiten üppigen Blütezeit einzusetzen. Das ist eine ganz dunkle Erscheinung, welche jedoch in dem Vergehen der Trigonien nach dem Senon ein Analogon hat. Wie sich heute die Pectinaten an der australischen Küste erhalten haben und dort so gemein sind, wie bei uns die Cardien, so müssen Myophorientypen damals in einem beschränkten Gebiete überdauert und sich zu Trigonien umgewandelt haben. Den Pectinaten könnte eine ähnliche plötzliche, weltweite Verbreitung ebenfalls künftig beschieden sein. — Schließlich seien die Korallen erwähnt, von denen sich die kleinen *Montlivaultia*-Typen im unteren Lias einfänden, wie sie in den Mergeln der alpinen Trias existierten (*Montlivaultia*, *Stylophyllia* etc.). Im Hauptmuschelkalk machte diese Tiergruppe den Versuch, sich anzusiedeln; dem entspricht ein Versuch der liasischen Riffbildung am Rande der englischen Massive, der trotz der offenen See ohne Dauer bleibt. Dagegen ergreifen die scherentragenden langschwänzigen Decapoden vom ganzen Liasgebiete Besitz und zwar mit den aus der oberen alpinen Trias bekannten Typen und behalten diesen bei.

Im mittleren und oberen Lias geht die Zuwanderung der Arten weiter, besonders unter den Ammoniten (Amaltheen, Lytoceraten, Phylloceraten), auch andere Gruppen, unter denen ich *Posidonia* hervorheben möchte. *Posidonia Bronni* in den Liasschiefern ist kaum von *Pos. Wengensis* aus dem alpinen Keuper zu unterscheiden. Wenn diese Tiere im unteren und mittleren Lias selten sind, liegt dies wohl an der passenden Fazies, die bei uns erst im oberen Lias eintritt. Zu den neuen Typen, denen eine glänzende Entwicklung bevorstand, gehören auch die Teleostier, denen wir im Lias mit *Leptolepis* zuerst begegnen. Dies Genus zeigt besonders schön das Verhalten solcher Gruppen: sie bleiben längere Zeit untergeordnet, aber wachsen langsam an Dimensionen und Zahl, variieren etwas und plötzlich

bei einer Transgression sind sie die Alleinherrscher. In diesem Falle geben die liasischen Leptolepiden, die aus dem Malm von Soluhofen, die Fische aus dem istrischen Neocom und dem westfälischen Senon diese Marksteine der Entfaltung an.

Vergleichen wir nunmehr diese beiden Transgressionen miteinander. Ein großer Unterschied tritt sofort hervor: die Muschelkalkfauna ist fast vollständig auf einmal im ganzen Gebiete da, die Liasfauna kommt nach und nach. Die Wellenkalktiere sind etwas völlig Neues, die Liasarten nur in den Cephalopoden, während die Zweischaler im wesentlichen, mit Ausnahme der Myophorien, die gleichen Muschelkalkgenera bleiben. Echinodermen versuchen beide Male gleich sich auszubreiten, Gastropoden nehmen sofort randlich weit hinaus die neuen Nahrungsgründe in Beschlag, in lebhaftem, wenig anhaltendem Aufblühen. Die Hauptmenge der Cephalopoden hinkt etwas nach, obgleich sie schon im Anfang da sind. Die Anhydritgruppe unterbricht die Triasüberflutung, während die liasische sich andauernd bis zum Callovien steigert. Keine von beiden schafft für Korallen geeignete Böden, so daß es in der germanischen Trias gar nicht, in der Jurazeit erst im Dogger zur Entwicklung von Riffen kommt. In dem ständigen Zuwandern anderer Gattungen sieht man im Lias-Dogger den Einfluß der offenen See auf das Schelfmeer, in der dauernden Einförmigkeit den Binnencharakter der Muschelkalksee.

Den Einbruch eines Meeres in ein Binnenbecken haben wir in pleistocäner Zeit sowohl am Schwarzen Meer, als auch in der Ostsee beobachtet. In beiden neu angegliederten Gebieten haben sich gewisse Muscheln (*Pecten*, *Cardium*, *Tellina*, *Donax*) und Schnecken (*Litorina*, *Cerithium*, *Turritella*) rasch über das Gesamtareal randlich verstreut, und hinter Fischen drangen *Phoca* und Delphine ein, wie einst die Saurier. Im Schwarzen Meere verwickelt die leblose Tiefe das Bild etwas, in der Ostsee aber ist es in der Litorinazeit, wenn man entsprechend ändert, dem Muschelkalkmeere sehr ähnlich. Wenige, aber massenhaft auftretende Zweischaler (*Mya arenaria*, *Scrobicularia piperita*, *Mytilus edulis*, *Tellina baltica*, *Cardium edule*) sind bis Haparanda plötzlich vorhanden, begleitet von *Litorina litorea*, welche funktionell im Wellenkalk durch *Naticopsis Gaillardoti* vertreten wird. In beiden jungen Meeren dringt nicht die ganze Nordsee- oder mediterrane Fauna ein. Die Pforten bleiben eng und hindern manche

Arten an der Einwanderung, außerdem ist der Zufluß süßen Wassers erheblich und schließt dafür empfindliche Gattungen aus, in der Ostsee hat sogar rückläufige Bewegung eingesetzt. Der Einbruch der See war in beiden Fällen vorbereitet, in der Ostsee durch die im Mitteldiluvium beginnende Senkung und schon in der Phase der Yoldiasee vorübergehend einmal erfolgt, im Pontus Euxinus durch den pliocänen Einbruch der Aegaeis und der Becken nördlich der kleinasiatischen Scholle, die im Pleistocän durch Bosphorus und Dardanellen miteinander in Verbindung traten. Das stimmt wieder mit Muschelkalk und Keuper, wo erst die Buntsandsteinphase eine Zeit langer vorheriger Einfeldung war und im Keuperareale das Liasmeer ebenfalls niedrige oder gar unter dem Seespiegel liegende Flächen übergöß. In der starken Verbreitung der hier allerdings glazial entstandenen Sande hat die Litorina-See mit der Rhaet-Liastransgression eine gewisse Ähnlichkeit (Rät-sandstein, Hettinger, Luxemburger, Bornholmer Sande, Grès de May und Schonen). Die Ausdehnung des Lias von Württemberg über Deutschland und Nordfrankreich bis an die südschottischen Gebirge ist, was zu beachten, auch nicht viel größer, als Ostseebecken oder Schwarzes Meer. In dem letzten soll das eindringende Salzwasser die bisher dort lebende Tierwelt abgetötet und dadurch den Faulschlamm der Tiefenzone erzeugt haben; in dem flacheren Keuperbecken beweist das Bonebed einen analogen Vorgang, da die **Knochen** der Saurier und Stegocephalen abgerollt, zusammengeschwemmt, sogar mit liasischen Austern besetzt sind. Die in den zeitweilig eintrocknenden Schlamm-sümpfen des schwäbischen Keupers lebenden *Ceratodus*, die *Zanclodon* und *Plateosaurus* sind vernichtet, blieben aber am Rande, z. B. in England, am Leben und gestatteten dort eine Weiterentwicklung, wie analog die Dreissensien und die Störe in den russischen Flüssen erhalten sind, und die *Coregonus*-Arten vom Ladoga- und Onega-See her wieder den Finnischen Meerbusen zu besetzen vermochten.

Der mitteleuropäischen Liasüberflutung wäre in Osteuropa die Callovientransgression des Moskauer Beckens zu parallelisieren. An Stelle der Gervillien, die seit dem Lias zurücktreten, haben wir dort die Aucellen, die neben *Lima*, *Pecten*, *Macrodon* und verschiedenen Schnecken gleich massenhaft gedeihen. Sie beweisen ebenso wie die unseren Gebieten fremden Belemniten- und Ammoniten-Arten, daß die Besamung der neuen Meeresgründe aus einem uns un-

bekanntem Faunenbereich geschah. Ich betone, wie schon wiederholt, auch an dieser Stelle wieder, daß demgemäß Aucellen und *Cardioceras* etwa in Sibirien und im Polarlande keineswegs immer Callovien zu bedeuten haben, sondern auch Dogger sein können. Daß dies Moskauer Becken durch die baltische Straße einzelne Arten an die mitteleuropäische Provinz allmählich abgegeben hat (Aucellen, Virgatiten) ist bekannt und sei nur erwähnt.

Wir können die hier gewonnenen Ergebnisse an einem ganz anderen Beispiele nachprüfen, nämlich an der cambrosilurischen Transgression in Skandinavien. Den Eophyton-Sandstein vergleichen wir, obgleich er eine kürzere Zeit darstellt, am einfachsten mit dem Buntsandstein, weil auch er eine fortschreitende Senkung und Umlagerung klastischer Materialien andeutet. Die Quallen, die einzelnen Oboliden Schwedens, die dürftigen *Olenellus*-Reste, die Mickwitzien Estlands, die Lingulellen etc. Ölands, die Hyolithen Bornholms entsprechen in Verteilung und geologischem Auftreten ganz und gar den Lingula- und Myophorienbänken des Röt. So scharf wie der Gesteinswechsel von diesem roten Ton zum gelben Wellendolomit, ist die Grenze von Sandstein zum Alaunschiefer. Dann jedoch gleicht die Fortsetzung mehr den Verhältnissen im Lias, nämlich darin, daß erstens eine Menge von Trilobiten, wie später die Ammoniten, aufeinander folgen, zweitens, daß die See sich langsam weiter ausdehnt und daher lokal einzelne Zonen fehlen, drittens, daß die volle Eröffnung der neuen Meere und die endgültige Besiedelung bis in die obere Region des Untersilurs anhält, wie sie bis in den oberen Dogger dauert. Gewisse Typen sind gleich überall im Cambrium da, nämlich die Oboliden, Discinen, *Orthis*, *Leperditia*, und wenn wir im Untersten Lias von den Ammoniten, im Cambrium von den Trilobiten absehen, herrscht die gleiche Einförmigkeit, die um so mehr uns jetzt auffällt, als wir durch die nordamerikanischen Entdeckungen WALCOTTS eine überaus reiche und mannigfaltige Tierwelt in der *Olenellus*-Region kennen gelernt haben. Es fehlen die Cystideen, Krinoiden, Graptolithen, Korallen, großen kalkschaligen Brachiopoden, die Cephalopoden usw., die sich alle erst mit der Kalkfazies des Untersilurs im ganzen britisch-skandinavisch-baltischen Gebiet reichlicher einstellen. Den Vergleich im einzelnen durchzuführen, verbietet die heterogene Natur der entscheidenden Ordnungen; man könnte daran denken, die weit übergreifende Dictyonemazone mit der ebenfalls stark ver-

breiteten *Pentacrinus-tuberculatus*-Bank homolog zu setzen, da wohl beide Tiere flottierend gelebt haben und ihre Reste zusammengetragen wurden. Indessen haftet allen solchen Parallelisierungen etwas Gezwungenes an. Eines unterscheidet diese mittel- und oberkambrischen Sedimente von den jüngeren Transgressionen, das ist das Fehlen der Schnecken, was wahrscheinlich mit der geringen Entfaltung der Zweischaler und kalkschaligen Brachiopoden, also der Nahrung, zusammenhängt.

Dieser kambrisch-silurischen Transgression ist bis zu gewissem Grade konform die unterdevonische im Rheinischen Schiefergebirge. Die Fauna des Taunusquarzits ist ärmlich gegenüber den Koblenz-Schichten und diese wieder gegenüber dem Mitteldevon, mit dem, wie mit dem Obersilur, erst die Höhe der Mannigfaltigkeit erreicht wird. Im rheinischen Unterdevon kommen die Gattungen wie im Lias nacheinander; relativ früh werden Krinoidenreste zahlreich, sind Einzelkorallen und kleine Stöcke (*Pleurodictyum*) vertreten und die Schnecken überall reichlich zu finden, wo die Muscheln und Brachiopoden häufig vorkommen.

Ganz anderen Charakter als die bisher besprochenen trägt eine ältere partielle Strandverschiebung, nämlich das Zechsteinmeer. Im Muschelkalk, im Lias und im Callovien sehen wir lebenskräftige Faunen mit mannigfacher Entwicklung neuer Stämme und Gruppen. Im Zechstein herrscht Verkümmern und Altersmüdigkeit. Auch die mittel- und westeuropäische Zechsteinsee war ein Binnenmeer mit anscheinend engen Pforten. War es vielleicht von vornherein ungewöhnlich salzig oder sonst für das Leben verdorben? Jedenfalls ist die Tierwelt aus hauptsächlich im Rückgang befindlichen Gattungen zusammengesetzt (*Productus*, *Strophalosia*, *Spirifer*, *Fenestella*); nur *Schizodus* und *Camarophoria* erlangen anderswo als Myophorien und Rhynchonellen eine Weiterbildung. An neuen Formen erscheinen Foraminiferen (*Nodosaria*, *Dentalina* etc.) und die Seeigel, welche aber beide noch lange Zeit brauchen, bis sie im Lias wirklich aufblühen. Die Fenestellen und Verwandten erlangen eine letzte üppige Entfaltung, während es mit den Trilobiten ganz zu Ende geht. Man hat den Eindruck, als hätten sich in dies abgeschlossene Becken solche Formen gerettet, die anderswo schon verdrängt wurden, wie sich altertümliche Pflanzen und Tiere in isolierten Ländern oder Wüstenoasen erhalten (Beuteltiere in Australien, *Sphenodon* in Neuseeland). Nichts von den

Medlicottien und permischen Ammoneen, keine *Fusulina* oder *Schwagerina*, ebensowenig die Coralliopsiden fanden den Weg in das Zechsteinmeer. Die Triassee hat doch Anteil durch die Ceratiten, die Myophorien, Gervillien am neuen Leben gehabt. — Das Zechsteinbecken ist neuerdings ja im einzelnen untersucht und das an seinen Rändern fortschreitende Übergreifen des Wassers durch grobklastische Sedimente bis zur Mergel-Kalk- und Dolomitablagerung nachgewiesen. Dabei zeigt sich auch, daß zwar nicht alle Formen gleich vorhanden sind, daß aber mit der Trias das massenhafte Auftreten einzelner Arten in gesonderten Bänken gemeinsam ist. Die Krinoiden versuchen nach Art des Trochitenkalks in Thüringen sich anzusiedeln, aber die Verhältnisse am Meeresgrunde sind zu ungleich gewesen, um ihnen größere Ausdehnung zu erlauben. Dagegen mag der Kupferschiefer mit seinem Bitumengehalt, Landpflanzen und verkrümmten Fischen dem Faulschlamm des Schwarzen Meeres oder dem Bonebed des Rhaets entsprechen, in dem die Fauna eines Süßwasser- oder Brackwassersees durch Meereseinbruch zu Grunde ging.

Alle diese besprochenen Beispiele eines übergreifenden Meeres haben das Gemeinsame, daß ihnen eigentlich Übergangsbildungen entweder ganz oder doch fast fehlen. Deshalb haben wir in Europa aus dem Paläozoikum und dem älteren Mesozoikum so wenig Brackwasser- und Süßwassermollusken. Mit Ende der Jurazeit beobachten wir in Europa endlich den anderen Typus, den eines langsamen Verschiebens der Strandlinie, das Entstehen von Ufersümpfen, Haffen mit Moorrändern und das Einschwemmen von Landschnecken und Landtieren in die Deltasedimente und die Absätze der Küstenzone. Zu berücksichtigen ist dabei allerdings der Umstand, daß wir alt ausgestorbene oder von den rezenten stark abweichende terrestrische Formen nur schwer als solche erkennen werden. Allein durch die absolute Beschränkung einer Gruppe, wie z. B. der Anthracosien auf limnische Bildungen vermögen wir sie als Bewohner süßen Wassers zu bestimmen. Während wir in Kreide und Tertiär auch in marine Schichten eingebettete Helixarten ohne weiteres richtig einordnen, wäre dies mit anderen Schnecken im Oldred oder im Kambrium kaum der Fall, z. B. *Torellella* und *Volborthella*. Wie dem auch sei, jedenfalls haben wir vom Wealden an fast durchgehend in Europa irgendwelche Übergangsglieder unter den marinen Sedimenten. Im hannöverschen Wealden zeigen sich oben,

bevor das Neokom transgrediert, Melanien, Cyrenen gemengt mit *Ostrea*, in den pommerschen Wealdengeschieben treten neben rein limnischen Blöcken solche mit *Cyrena*, *Ostrea*, *Mytilus* auf. Den sächsischen Quadersandstein unterteufen lokal dünne Kohlenflöze mit Crednerien, wohl die Reste von Strandmooren, wie sie heute die pommersche Küste begleiten und langsam vom Dünensande oder vom Meere bei Sturmfluten verschüttet werden. Im Tertiär des Pariser Beckens sind bei den Oscillationen während des Alttertiärs mehrfach solche Brack- und Süßwasserlagen vorhanden, im Samlande sind die Bernsteinmassen mit ihren terrestrischen Inhalt dem marinen Sande beigemengt, im Oligocän des Rheintals haben wir die Melanienkalke und Cyrenen-Schichten des Sundgaus und Oberbadens, im Bodenseegebiete unter der miocänen Meeressmolasse die ältere mächtige Lage der sog. unteren Süßwassermolasse mit eingelagertem Landschneckenkalk an der Basis — alles Beispiele, die sich beliebig vermehren lassen.

Obwohl diese Lagerung langsame Senkung eines Streifen unter den Meeresspiegel beweist, haben wir doch, nachdem die schon tieferen Teile bedeckt waren, beim Weitergehen der Senkung unmittelbares Übergreifen der See auf älteres Land. Im allgemeinen dürfen wir in solchen Fällen diese Absätze als jünger betrachten. Also, um bei den genannten Einzelfällen zu bleiben, ist der Turritellenkalk auf Malm am Südrande der Schwäbischen Alb späterer Entstehung als die unteren marinen Sande des eigentlichen Bodenseebeckens, ist der Meeressand vom Röttler Schloß, der direkt auf Malm ruht, oder der Meeressand von Alzey und Weinheim Mittel-, nicht Unteroligocän, ist der Grünsand der Tourtia am Südrande der Münsterschen Bucht Cenoman, nicht Neokom, so ist endlich die Berrias-Stufe im Neuenburger Jura unterdrückt. Naturgemäß tragen diese oberen transgredierenden Sedimente ausgesprochenen litoralen Habitus, d. h. es sind Austernbänke, Muschel- und Schneckengrus, führen Balaniden, Pholaden, Lithothamnien und sind sandig-glaukonitische bis konglomeratische Gesteine. Zu betonen ist wieder die starke Verbreitung der Austern, der Pecten, welche im Tertiär bankweise oder sogar als mächtige Anhäufungen erscheinen und statt der Limen nunmehr von Cardien begleitet werden. In der Kreide sind in ähnlicher Weise die Inoceramen die Vertreter der triadisch-jurassischen Gervillien. Abermals beobachtet man in diesen

Strandschichten die oft ungläubliche Menge der Gastropoden (Turritellen, Naticiden, Neriten), ja bei der obersenenen Transgression stellen sich lauter neue Formen (*Fusus*, *Conus*, *Cypraea*, *Pleurotoma*, *Mitra*) ein, was für die rhaetoliasische Überflutung mit *Pleurotomaria*, *Rostellariden*, *Purpuriniden* und bei der des Callovien mit den Nerineen der Fall war.

In den neomesozoischen und känozoischen Überflutungsarealen haben wir aber ein in den älteren fehlendes Element, das sich erst seit dem Lias nach allen Richtungen entwickelte und sich die verschiedenen Meeresregionen eroberte, die Echinoiden. Unter diesen sind es im speziellen die Irregularien, die sich seit dem Callovien mit neuen Formen bei jeder Transgression einstellen. Sehen wir von den *Pygaster* als letzten Einwanderern im Lias und den Nucleoliten des mittleren Doggers ab, so haben wir im Callovien die *Dysasteriden*, im Neocom die *Toxaster*- und *Pyrina*-Arten, im Cenoman in Menge die *Galerites*, *Micraster* und *Holaster* mit dem Gefolge der Ananchytiden, im Danien *Hemipneustes*, im Eocän *Spatangiden*, *Schizaster*, *Conoclypeus*, im Oligocän *Clypeaster* und *Scutella*. Nur sehr wenige vermögen wir von älteren Gruppen abzuleiten, z. B. *Echinoconus* von *Holectypus*, vielleicht *Conoclypeus* von *Echinoconus*, *Micraster* von *Toxaster*; die meisten stammen aus unbekanntem Gebieten von unbekanntem Vorfahren ab. — Dagegen ist seit der mittleren Kreide eine andere Gruppe völlig aus den Strandsedimenten verschwunden, welche vorher eine wichtige Rolle spielte, die Oboliden-, Discinen-, Linguliden-Ordnung, ohne die man sich kambrisch-silurische oder triadische Uferbildungen kaum denken kann. Von den übrigen plötzlich erscheinenden Gruppen soll hier nur der Vollständigkeit wegen die Rede sein, von den Nummuliten, Alveolinen, Orbitoiden, Scaphiten, Baculiten, Turritiliten, Hippuriten, da wir mit ihnen, so wichtig sie als Leitformen sind, biologisch wenig anfangen können. Allen gemeinsam ist ihr Beginnen mit kleinen Arten und eine rasche Zunahme an Zahl und Größe, ein Beweis, daß sie in dem eroberten Gebiete heimisch geworden waren. Bei *Orbitoides* dauert es eine Weile, d. h. bis die Nummuliten im Rückgange begriffen sind, ehe seine energische Blüte einsetzt. Einige dieser Tiere haben schon früher existiert, aber keinen günstigen Boden gefunden (*Nummulites*, *Orbitulites*), bis eine solche Verschiebung von Meer und Land die uns unbekanntem Hindernisse forträunte. Daher ver-

mögen ebenso irgendwo persistierende alte Typen plötzlich zu einer neuen kurzen Entfaltung gelangen, wofür *Actinostromaria* im westfranzösischen Cenoman ein treffliches Beispiel ist, der letzte Rest des reichen paläozoischen Stromatoporiden-Stammes. In diese Kategorie wären heute eigentlich schon beinahe die Brachiopoden einzureihen, zum mindesten gehören dahin die jungtertiären Terebratelsande Kalabriens oder Vorkommen wie am Doberg bei Bünde, da ja aus den übrigen gleichaltrigen Schichten diese Tiere als ausschlaggebendes Element verschwunden sind.

Haben wir nun eine Serie durch die Lagerung als solche transgredierende Uferschichten erkannt und ihren petrographischen wie faunistischen Habitus festgestellt, so dürfen wir umgekehrt diese Erfahrung benutzen, um andere rein marine Komplexe als gleichartig entstanden zu erklären, wenn die übrigen Eigenschaften derselben stimmen. Ich denke als Beispiel an den Fall des oberen badischen Doggers und des unteren Neokoms von Neuenburg. Auf den zweifellos brackischen oder limnischen Purbecktonen ruhen dort im unteren und oberen Hauterivien Gesteine, die dem Hauptoolith und Cornbrash nach Gestein und Fossilinhalt ungemein ähnlich sind, nach ihrer Lagerung die Absätze eines flachen übergreifenden Meeres sein müssen. Hauptoolith und Cornbrash Südwestdeutschlands stecken ganz in einer rein marinen Serie, lassen zwar durch Kreuzschichtung, Pholaden, Korallen flache See vermuten, geben an sich dafür jedoch keinen absolut sicheren Beweis. Wenn wir nun bei Neuenburg über dem Purbeck die gleichen Knauermergel antreffen, voll von Rhynchonellen, Terebrateln, Pholadomyen, großen und kleinen Austern, den gleichen zahlreichen kleinen Diadematiden, Trochiden, Serpuliden, Einzelkorallen, dann dürfen wir unbedingt auch für den Cornbrash gleiche litorale oder Flachwassersedimentation annehmen. — In ähnlicher Weise wäre das Rät der Bayrischen Alpen nach der Fauna aus unserem Rät als Seichtwasserabsatz zu deuten oder die Marne di Azzarola am Luganer und Comer See, da schwerlich dieselben Tiere in flachem und tiefen Wasser gleich gut gediehen sind.

In betreff der Fauna solcher Transgressionen sei darauf hingewiesen, daß alle Oboliden und Linguliden oder Discinen festgeheftet waren, daß *Lima*, *Mytilus*, *Pecten*, *Gervillia* und wahrscheinlich *Aucella* und *Inoceramus* mit Byssus irgendwo angeklebt waren. In den känozoischen Sedimenten sitzen Balaniden und Patellen an Steinen und Felsen und seit

dem Rät sind die bodenständigen Austern vertreten. Erklärlich ist das Vorkommen sessiler Tiere leicht; denn in solchen sinkenden Gebieten mit zunächst flachem Wasser herrschen Strömungen durch Wind, Gezeiten, durch Öffnen und schließen von Pforten in wechselnder Weise. Ist das Wasser schon tiefer geworden, erscheinen die im Boden sich eingrabenden Gattungen, wie die Pholadomyen, Pleuromyen, die Seeigel, und ist das Meer ruhig geworden, die vielen kleinen Schlammuscheln (*Leda*, *Nucula*, *Tancredia*) und Schnecken (sog. *Scalaria*, Rostellariden), die Einzelkorallen etc. Interessant ist, wie sich bei den Pelecypoden die Gattungen ablösen. Im Devon und Karbon sind die gewöhnlichsten Formen der seichten Gewässer *Aviculopecten* und *Pterinea*; diese werden in der Trias durch die aus ihnen hervorgegangenen Gervillien abgelöst; in der oberen alpinen Trias wandeln sich letzte in Perniden um und bestehen als solche blühend, ja sich neu entwickelnd weiter. *Perna Bouei* aus den Raibler-Schichten ist den anderen in diesem Horizonte auftretenden Gervillien sehr nahe verwandt. In der Kreide verdrängt *Inoceramus* fast alle anderen Gattungen, wie es im russischen Malm *Aucella* tut, die darin als Vorläufer von *Inoceramus* aufgefaßt werden kann. Auch im norddeutschen Cenoman erscheint mit dem neuen Meere zunächst eine *Aucella* (*A. gryphäoides*), die rasch von den stattlicheren Inoceramen verdrängt wird. Im Malm Schwabens und Süddeutschlands und den Westvogesen versuchen beide Geschlechter Boden zu fassen; es gelingt aber nicht recht, wie es auch im Lias und Dogger den Inoceramen trotz gelegentlich großer Individuenzahl nicht glückte (*In. dubius* im Lias ϵ , *In. polyplocus* im Dogger β u. γ), wirklich herrschend zu werden. Deren Entwicklung vollzog sich im Molukkengebiet, wo dies Genus massenhaft vom Callovien an auftritt und bis zu 20 cm Länge erreicht. Von dort aus hat wohl bei der Cenomantransgression die Besamung der europäischen Meere stattgefunden, weil man die *Brongniarti*-, *Cuvieri*- und *Cripsi*-Formen am leichtesten an die südostasiatischen Typen anschließen kann.

Ferner sei der Mytiliden gedacht, welche im Paläozoikum wenig bedeuten. Ihre Entwicklung fällt in die mediterrane Trias, wobei die einzige Art der germanischen Trias nicht in Betracht kommt und immer relativ selten bleibt. Die Gervillien ließen sie nicht aufkommen. Auch in den Raibler-Schichten, wo diese herrschen und in zahlreichen Spielarten lebten, bleibt *Mytilus* klein und spärlich. Sowie

im Lias die Gervillien zurücktreten, setzen sich die anderen an ihre Stelle, erfahren sofort die üppigste Entfaltung und erobern sich im Dogger oder Wealden das Brackwasser schließlich als Dreissensien und Congerien auch die süßen Gewässer. In der gleichen Zeit entfalten sich ebenfalls die Pinniden, bleiben aber auf das Meer beschränkt. In dem Rahmen dessen, was eben von der Verbreitung der *Inoceramen* aus den Molukken gesagt wurde, ist zu beachten, daß *Trichites* bereits im unteren Dogger von Misol zusammen mit stattlichen Astarten in riesigen, dicken Exemplaren auftritt, dann im mittleren Dogger mit diesen Begleitern bei uns sich einstellt und heimisch bleibt, bis ihn *Inoceramus* verdrängt. — Auch von *Gervillia* ist Einiges zu erwähnen. Wir sehen, wie seit dem Muschelkalk die verkümmerten Gestalten nach Art der *Gerv. (Hoernesia) socialis* sich ausprägen; in der oberen alpinen Trias haben wir die entsprechende *Hoernesia Ioannis Austriae*. Von dieser Gruppe leite ich die in der Juraformation herrschenden und allein überdauernden *Gerv. tetragona*, *G. aviculoides* und deren unterkretacische Nachkommen ab, welche eine für dies Genus ungewöhnlich dicke Schale erreichen. — Auch *Pecten* gelangt erst mit dem Lias zu wirklicher Blüte und treibt seitdem immer neue Zweige, unter denen die berippten mit Stacheln oder dornenartigen Knoten versehenen vorzuwalton beginnen, während in der Trias und besonders in der germanischen nur glatte Species vorkommen (*P. discites*, *P. laevigatus*). Selbst dies so persistente Genus treibt bei Transgressionen Seitenzweige, wofür das rasche und mannigfache Auftreten von *Vola* seit dem Cenoman ein Beispiel ist. — Desgleichen gibt es normal seit der Lias-transgression keine glatten oder einfach gerippten Schizodonten mehr; denn *Trigonia gibbosa* ist eine Art Rückschlag und ersetzt die Berippung durch eine ungewöhnliche Dicke der Schale. — Umgekehrt fangen die in der alpinen Trias sich besser ausprägenden Cardien an einzuwandern, erst als kleine *Protocardia*-Arten, dann rasch wachsend und kompakt werdend (Cypricardien und *Cardium corallinum* im Callovien und Mahm), um nie wieder zu verschwinden und mit den cretacischen Strandverschiebungen alle Meere zu erobern.

Am gründlichsten läßt die Austerreihe den Wechsel mit den Transgressionen erkennen. In der Trias unbedeutend, besiedelt *Ostrea* die neuen liasischen Meeresgebiete als unregelmäßig wachsende napfförmige Gebilde. Wir ver-

mögen im untersten Lias die Herausbildung der *Gryphaea arcuata* aus der *Ostrea irregularis* beinahe schrittweise zu verfolgen. Mergelboden und weicher Schlamm gestatten ein nur beschränktes Aufwachsen; der Wirbel kann sich also ausbilden und krümmen, so daß die Gryphaeen entstehen. Ich habe schon früher die Linien *Gr. arcuata*, *obliqua*, *cymbium*, *calceola* und *Cymbium ferruginea*, *sublobata*, *dilatata* betont. Dann reißt die Serie ab. Was QUENSTEDT aus dem Malm β und ϵ abbildet, kehrt gleichsam zum *Irregularis*-Stadium mit breiter Aufwachungsfläche zurück. Aus solchen Formen mag die mit der mittelkretacischen Transgression einwandernde *Gryph. vesicularis* hervorgegangen sein, bei der diese altertümliche ausgesprochene Napfgestalt mit breiter Ansatzfläche niemals, auch nicht im Obersenon ganz überwunden wird. — Seit der Juraformation sind die Austern bei uns heimisch. Sie treiben einen zunächst in kleinen individuenreichen Arten sich bemerkbar machenden Seitenzweig, dem die Neigung seitlicher Krümmung innewohnt. Dahin gehören *Ostrea acuminata*, *Ost. Knorri*, welche uns langsam zu *Exogyra* führen, ein Typus, der endlich im Malm fertig wird (*Ex. Bruntrutana* und *virgula*). In Mitteleuropa wird durch die Jurahebung diese Entwicklung unterbrochen; sobald das Meer wiederkehrt, sind die Formen groß und alles beherrschend (*Exogyra Couloni*, *columba*, *conoidea* u. s. f.) bis Ende der Kreide. — Mit dem Tertiär stellt sich eine dritte Gruppe ein, welche in dem Dogger durch *Ostrea explanata*, im Malm durch *O. deltoidea* angezeigt ist und sich langsamer als die anderen entfaltet. Die ganze Gruppe der *Ostr. crassissima*, *longissima*, *Giengensis* etc. dürfte dieser Wurzel entstammen und erfährt seit den tertiären Uferverschiebungen in den übergossenen Uferstrecken eine unglaubliche Zunahme nach Arten und Zahl der Individuen. Zugleich vollzieht sich bei diesen Tieren insofern eine Änderung der Lebensweise, als diese Austern auch üppig im Sande und sandigen Sedimenten gedeihen, weil sie breit aufsitzen. Exogyren und Gryphäen waren ausgesprochene Schlammbewohner und kamen auf sandigem Boden nur mäßig fort. Die Austern gaben solchen Untergrund zwar nicht auf (Marnes à *Ostr. cyathula*), um ein Beispiel zu nennen, errangen sich aber dazu die anderen Regionen grobklastischer Absätze und dehnten damit ihren Lebensbezirk erheblich aus.

Ähnlich erlangen die Pholadomyen eine Blüte seit dem Lias. Ihre Vorfahren sind zweifellos triadische Pleuromyen. Die ältesten Spezies im Pylonoten- und Arietenkalk haben noch solchen Habitus, sind glatt, kaum gerippt. Mit *Ph. ambigua* im Mittl. Lias beginnt die Variation, die in zwei Arme sich zerlegt, die *Fidicula*- und die *Paucicosta*-Gruppen. Nach einem Höhepunkt im Malm hört der letzte auf, während der erste durch *Ph. multicostata* zu der im Neokom wieder erscheinenden *Neocomiensis*-Reihe weiterführt. Die Cenomanverschiebung gibt diesem Genus den ersten, die alttertiäre den letzten Stoß, so daß es rasch zurückgeht und durch *Mya* ersetzt wird.

Parallelen Gang schlagen manche Gastropoden ein, z. B. die Nerineen, welche im Tertiär von *Terebra* und *Mitra* abgelöst werden, die *Actaeonina-Actaeonella* des Lias bis Senon, die von *Conus* im Känozoikum nach den ersten Verschiebungen verdrängt sind. Die obercretacischen Strandänderungen bringen uns *Fusus*, *Mitra*, *Conus*, *Cypraea*, *Voluta*, *Pleurotoma*, wie im Lias die Pleurotomarien, aber es dauert ein Weilchen, ganz wie bei *Nerinea*, ehe sie absolut herrschend werden.

Überall zeigt sich das tötende und belebende Element, das den größeren und allgemeineren Transgressionen inneohnt. Ich denke mir als Erklärung dafür, daß in solchen neuen Gebieten bereits existierende, aber bisher von den alten Typen niedergehaltene Stämme den Kampf ums Dasein besser und erfolgreicher aufzunehmen vermochten. In den jeweils bisherigen Meeresgründen waren, wie auf einer Wiese, bereits alle Plätze durch langjährigen Kampf besetzt und ausgenutzt. In den neuen traten die verschiedenen Gruppen wie auf einer Rodung mit anderen Aussichten in Wettbewerb, und die jüngere konnte ältere niederringen. Nach der Eiszeit haben die atlantische und pontische Flora von Westen und Osten her den Boden Mitteleuropas langsam vorschreitend erobert und die glacialen und borealen Pflanzen nach Norden oder in die Höhen der Gebirge zurückgedrängt. Auf dem oberkarbonischen Gebirge ist ein ähnlicher Kampf der Gefäßkryptogamen erfolgt unter ungeahnter Entfaltung der Sigillarien und Lepidodendren. Die Salzwüste der oberen Dyas vernichtet viele dieser Pflanzen und schafft damit den Coniferen und Cycadeen Raum, die im Karbon nicht aufzukommen vermochten.

Diese Ausführungen wären unvollständig, wenn nicht mit wenigen Worten der Meeresregressionen gedacht

wäre. Bei diesen lassen sich wieder mehrere Fälle unterscheiden, welche ich die symmetrischen und unsymmetrischen nennen möchte, d. h. erstens der Zustand vor der Transgression wird annähernd oder ähnlich hergestellt, zweitens es folgt auf die marine Zeit ein neuer, anderer Zustand.

Als wirklich vollständiges Beispiel einer symmetrischen Geschichte diene das oberrheinische Becken. Dort beobachten wir obereocäne Süßwasserkalke, im Unteroligocän des Breisgaus Melanienkalke, Cyrenen- und Hydrobienschichten, in der Mitte marine Schichten und an der Oligocän-Miocän-Grenze oben die erste Facies zum zweiten Male in den Litorinellenkalken und Landschneckenkalken. Ebenso ist es im Miocän des Bodenseegebiets, nämlich unten an Land- und Süßwasserschnecken reiche Kalke von Hoppetenzell u. a. O., in der Mitte die Meeresmolasse, oben die Oehninger Stufe. — Strandmoore und dichte Sumpfwälder erzeugten am Rande des skandinavischen Schildes die Rät-Liaskohlen von Schonen und Bornholm; nach der jurassischen Zeit, die das Malmmeer bis an Norwegen und Bornholm heranschob, stellt sich der Zustand ausgehnter Sümpfe mit üppigem Pflanzenwuchs im Wealden wieder her; darauf folgt die mittel- und obercretacische randliche Überflutung, und zum 3. Male haben wir in den Bernsteinwäldern den Typus ausgehnter Ufermoore; deren Reste verschlingt die altoligocäne Überflutung, und das Miocän bringt in Mecklenburg, Pommern und Preußen zum vierten Male die Braunkohlenbildung. Ein letztes Beispiel seien Ancyclus-See, Litorina-Meer und heutige Ostsee, nämlich Süßwasserbinnenmeer, Anschluß an die offene See, Rückkehr zum ersten Stadium.

Bei den unsymmetrischen Regressionen tritt am Schlusse ein anderer Zustand ein, z. B. Festland, Meer, Wüste oder umgekehrt, ferner Wüste oder Salzsteppe, Meer, Binnensee und, sobald stärkere Faltungsprozesse hinzutreten, Binnensee, Meer, Gebirge. Man kann dies verschiedentlich variieren; die Hauptelemente sind jedoch hiermit bezeichnet. In Süddeutschland folgt auf die Salzsteppe des Keupers das Jurameer und dann das Tafelland der Kreidezeit mit seinen alttertiären Bohnerzbildungen. Im Miocän des Wiener Beckens und Italiens haben wir Festland, Meer, Süßwassersee der Congerienstufe und an der russisch-asiatischen Grenze als Endprodukt die Salzsteppe der Aral- und Kirgisienländer, im Schweizer Jura Tafelland, Meer, Faltengebirge.

Es genügt, wenn hiermit auf diese allen Fachgenossen bekannten Erscheinungen hingewiesen ist.

Von den Landfaunen und den Landpflanzen, welche sich mit dem Festlande sofort einfinden, soll ebenfalls nicht die Rede sein. Indessen muß erwähnt werden das Auftreten einiger anderer Formen in den schwindenden und salzärmer werdenden Strandseen. Vor allem ist *Cyrena* zu nennen, welche mit dem Rät bei uns eingewandert zu sein scheint, da sie am Rande des Harzes im Lias gelebt hat. Ihre Entwicklung geht durch den brackischen, englisch-schottischen Dogger bis zur enormen plötzlichen Entfaltung im Wealden. Gleichartig scheint der Werdegang von *Melania* und *Paludina* gewesen zu sein. In der Jurazeit vollzieht sich die Anpassung von *Mytilus* an das Brackwasser, welcher vom Wealden an keiner derartigen europäischen Bildung fehlt. Den gleichen Versuch macht *Perna* im Tertiär und zwar zusammen mit *Cerithium* (*Perna Sandbergeri* und die verschiedenen Cerithien, vor allem *Potamides* im Mainzer Becken und schon im Pariser Eocän) und *Mya* in der Gegenwart. Denken wir uns den Fall, aus der heutigen Ostsee ergriffe das Meer Besitz von Polen und Centralrußland bis zum Kaspisee, ohne daß wesentlich die Pforten erweitert würden. *Mya* wäre ein *Aucella* vergleichbares Leitfossil, wie es die Congerien gewesen sind in ungefähr gleicher Ausdehnung. — Im mittleren Tertiär Osteuropas beobachten wir bei den Cardien den gleichen Prozeß, schließlich bei den Brachyuren (*Telphusa* in Süßwasserkalk von Engelswies und Öhningen, rezent im Albaner See). Bei diesen Brackwasserarten ist das oben Betonte, daß freier Platz neuen Formen eine üppige Blüte gestattet, besonders klar zu erkennen. Weder die marinen, noch die rein limnischen Tiere vermögen es in der Zwischenzone auszuhalten. Daher ist freier Raum im Übermaße da, an aller möglicher Nahrung lebender oder abgestorbener Organismen fehlt es nicht, also können Cyrenen, Mytiliden, Cardien in Unzahl erscheinen. Freilich vermögen wir diesen Vorgang ebenfalls nur dort sicher zu beurteilen, wo rezent vorhandene Gattungen in Frage kommen, und deshalb bleibt alles auf das Oldred Bezügliche mehr oder minder in der Schwebe. Allerdings bin ich der Ansicht, daß dessen obere Abteilung in Schottland Süßwassersedimente darstellt, habe jedoch z. B. auseinandergesetzt, daß die Fische keinen Beweis liefern. — Damit nicht zu verwechseln sind marine Relikte in Meeresbuchten, Straßen, zwischen vulkanischen Inseln und in

Deltas. Also sind die Culmfauna der Südvogesen oder die Einschweemmungen von *Aviculopecten* und *Goniatites* im westfälisch-englischen Oberkarbon ganz anders zu beurteilen. An solchen Resten wird es in sich hebenden Strandgebieten natürlich nie fehlen.

Bei dem Übergang einer Meeresfläche in Salzwüste und Salzsteppe ist Verarmung der Fauna das allgemeine Kennzeichen. *Lingula*, *Estheria*, sog. *Corbula* halten im Keuper wie in der Anhydritgruppe noch ein Weilchen aus; am längsten die Phyllopoden, welche sehr salziges Wasser vertragen und durch ihre Dauereier die Möglichkeit haben, sofort neue zahlreiche Generationen zu liefern, sobald irgendwo die Lebensbedingungen durch frischen Wassereinbruch oder Platzregen für sie gegeben waren. Gewitterbäche schleppen im aufgewühlten Erdreich solche Dauereier mit, der Wind vertreibt sie mit anderem Staub in irgendwelche Lachen und vorübergehende Teiche, wo die Keime sich sofort entwickeln und in dem feinen Bodensatze die Schalen sich anhäufen. Trotz der ähnlichen Lebensweise schließen sich meistens Ostracoden und Estherien aus. — Zur Charakteristik solcher Salzsteppen gehören ferner lokal massenhaft vorkommende Fische, die einen schwindenden See bevölkerten, immer mehr zusammengedrängt wurden und mit diesem rettungslos abstarben, ferner Fußspuren und Knochen irgend welcher höheren Landtiere (Krokodile, Dinosaurier, Schildkröten). Unter den Fischen verdient natürlich der Lebensweise wegen *Ceratodus* besonders hervorgehoben zu werden.

Geht endlich bei einer Regression das gehobene Gebiet in ein Faltengebirge über, so fehlen meistens fossilreiche charakteristische Schichten oder sind zum mindesten untergeordnet. Grobklastische Gesteine, also Konglomerate, Breccien, grobe, schließlich feinere Sandsteine ohne alle Einschlüsse herrschen und geben uns nur über das Vorhandensein von Gefäll, von Höhen und Tiefen und lebhaft strömendem Wasser Kunde. So haben wir in den Alpen den Verrucano, zweitens das Flyschkonglomerat, drittens die mächtige miocäne Nagelfluh der Voralpen, im Apennin die Pliocänkonglomerate u. a. m. Finden sich in diesen oft bis 1000 m mächtigen Schuttmassen versteinерungsführende Schichten, liegen sie meist an der Basis und sind marin oder ganz oben und tragen dann brackischen oder limnischen Charakter, z. B. Riginagelfluh. Die ungeheure Dicke dieser Deltakegel beweist, daß der späteren Aufwölbung eine Zone tiefer Eindellung voranging, die als Schuttsammler diente,

bis sie aufgefüllt war oder selbst in die Faltung einbezogen wurde. Das schweizerisch-bayerische Molasseland, die Jura-nagelfluh am Nordrande des Schweizer Faltenjura sind dafür typische Belege. — Wohl hat Skandinavien seit dem Oberdevon randliche, positive und negative Bewegungen genug erfahren. Diese Konglomeratbildungen der alpinen Faltungszone fehlen dort absolut, woraus sich ergibt, daß diese hier als eine besondere Erscheinung abzutrennen waren. Dafür haben die sich hebenden Massive etwas anderes, was den Faltengebirgen fehlt, nämlich deutlich ausgeprägte *Strandterrassen*. Liegt ein Steilrand vor wie in Norwegen, so sind dieselben nah aneinander treppenförmig angeordnet und machen sich durch Brandungsgeröll, durch Brandungshöhlen und Pholaden oder Balaniden neben Muschelgrus bemerkbar. Für die letzte Eigentümlichkeit sind die sizilischen und kalabrischen Terrassen bezeichnend, auf deren Oberfläche der aus Bryozoen, Korallen, Clypeastriden und Terebrateln nebst Austern, Pecten und Spondylusgrus bestehende marine Kalktuff in ebener, höchstens schwach geneigter Lage ruht. In den Tropen bezeichnen gehobene von der Brandung zerfressene Korallenriffe die ehemaligen Wasserstände z. B. auf Misol, in Ceram, Nordost-Borneo und bilden in Deutsch-Neu-Guinea 6—7 Treppen, insgesamt 500 m hoch, an denen man die einzelnen Hebungsphasen unmittelbar abzählen kann. — Handelt es sich um ein flaches Gebiet mit negativer Phase, so liegen aus Sand und feinem Gerölle aufgebaute, meist breite Strandwälle weit auseinander, wie sie uns das Ostseegebiet in Nordschweden, Finnland und Estland aus den Ancyclus- und Litorinaperioden des Postglazials darbieten, wobei eben das langsame Auftauchen breiterer Zonen zugleich Haff- und Moorbildung begünstigte, also Übergangsschichten schaffen kann, welche den eigentlichen *Strandterrassen* abgehen. Das größte derartige Beispiel ist nach meiner Ansicht die Old red-Phase im Norden und an den Seiten des heutigen Atlantischen Ozeans, ein junges Gegenstück das langsame Auftauchen der Patagonischen Ebene, die daher von West nach Ost die Tertiärschichten stufenweise bis zu den pleistocänen darbietet.

Wie wir an den beiden Beispielen von Skandinavien und Südamerika erkennen, ist einseitige Hebung oder ein Kippen kontinentaler Schollen die Ursache, daß sich die Regression so verschieden gestaltet.

Schließlich erscheint es mir nötig, bei dieser Gelegenheit ein kräftiges Wort gegen die Übertreibungen zu richten, die mit der Meeresabrasion gemacht werden. Seit RICHTHOFEN diesen Vorgang hervorhob, hat man besonders im Kreise der Morphologen dieser Zerstörung eine hohe Bedeutung zugewiesen und auch bei Geologen wird zuviel von der rein abtragenden Wirkung des Meeres gesprochen.

Ich bin wesentlich anderer Meinung. Nach meiner Ansicht ist der tektonische Vorgang das wichtigere, die marine Abrasion ist nur eine Folge und durchaus Nebenerscheinung, ist ferner keineswegs von so einschneidender Wirkung, daß ganze Landflächen nach und nach weggeputzt würden. Das ist eine ganz falsche Vorstellung, und leider beruht auf dieser so manches tektonische Mißverständnis, indem jede später gefaltete Insel oder jeder Erosionsrest als „Überschiebung“, als „Teildecke“ erklärt wird.

Eine kristalline Insel, wie z. B. das Plateauzentral, ist seit der Triasperiode bis zum Tertiär vom Meere umgeben gewesen und doch nicht weggeräumt worden. Ein Eiland wie Bornholm trotz den Wellen der Ancylus-, Litorina- und heutigen Ostsee, und hat annähernd immer die gleichen Umrisse besessen. Die Strandlinien von Yoldia-, Ancylus- und Litorina-See laufen auf Gotland der heutigen Küste recht nahe und parallel, und wir sehen an den Strandwällen jener Zeiten, wie wenig das Meer sich dort wirklich in den Felsen eingefressen hat. Das Gleiche ergibt sich an den gehobenen Strandlinien Norwegens, wo die Brandungskehle erhalten blieb. In den Ketten des Apennins haben wir die mit Bohrlöchern versehenen alten Brandungs- und Uferzonen des pliocänen Meeres und erkennen, daß dieses kaum wesentlich anders von Anfang an begrenzt gewesen sein kann, als diese Strandmarken es angeben.

Die Brandungswirkungen sind in unglaublicher Weise überschätzt worden. Wohl sinkt eine Scholle Gestein nach der anderen von den Steilküsten Rügens herab. Aber wie langsam geht dies, selbst bei dem weichen Gestein! Hätte der Mensch auf Jasmund nicht in letzter Zeit künstlich unnatürliche Verhältnisse durch Zerstörung und Veränderung des natürlichen Vorstrandes geschaffen, so wäre die Wirkung der See als solche unbedeutend. Eine einfache Meeresbrandung schafft keine Felsküste fort, selbst nicht, wenn Küstenströmung dazukommt. Sonst müßten wir keine alten vulkanischen Inseln mehr haben. Die Liparen z. B.

zeigen über und unter dem heutigen Meeresniveau Strandterrassen, ebenso Vivarra und Procida, aber die Inseln als solche sind in ihrer Hauptmasse kaum angegriffen. Die Bretagne und die spanisch-portugiesische Küste sind den kräftigsten Wirkungen der atlantischen Wellen ausgesetzt und besitzen die ursprüngliche Flußtalzerschneidung unverändert. Das müßte ausgeglichen, zerstört, zum mindesten verwischt sein, wenn die umgestaltende Kraft der See wirklich so bedeutend wäre. Einzelne kleine Klippen und Felsen vergehen — das wird niemand leugnen —, aber die feste, in sich geschlossene oder selbst zerrissene, etwas ausgedehntere felsige Küste kann das Meer allein kaum bezwingen, nicht einmal die Koralleninseln. Man hat vielleicht unbewußt Verhältnisse von Helgoland verallgemeinert und vergrößert und hat dabei eigentlich immer an das sagenhafte Eiland mit seinen 14 Dörfern gedacht. Helgoland, obwohl von allen Seiten frei und angegriffen, wird noch lange bestehen. Wie anders sieht die Wirklichkeit aus selbst bei weichem Gestein, wenn das Meer nur einseitig abnagen kann! An der hinterpommerschen Küste sehen wir, wie der verschleppte Schutt als flacher Strandkegel die Küste schützt und so ausglättet, daß wirkliche Meeresabrasion nur an wenigen Stellen erfolgt. (Kirche von Hoff.) Nur wo ganz weiche Gesteine am Strande anstehen, kann ein wirklicher Rückgang des Ufers durch marine Abrasion eintreten und dann auch nur, wenn der Küstenstrom die Bildung eines Vorstrandes und Brandungsschuttkegels verhindert. Das wird aber immer eine lokale Erscheinung bleiben; denn sobald sich an solchen Stellen die See tiefer in das Land einfrißt, ändert sich der Küstenstrom, nimmt die unmittelbare Einwirkung der Brandung ab, der Geröllstrand wird flacher und breiter und damit die Wellenkraft vermindert, oder es entstehen Haffe.

Ich habe mir eine ganze Anzahl mariner Transgressionen, die ich an Ort und Stelle studiert habe, auf diese Momente hin vorgeführt. Einige der wichtigsten seien hier besprochen! In Schweden und in Finnland greift die kambrische See über weite Flächen des Grundgebirges. Nirgends haben wir dort bedeutende Konglomerate an der Basis. Rapakiwigrus baut in Finnland den Björneborgsandstein auf, wie es sein muß, wenn eine verwittrte Granitoberfläche vom Wasser überspült wird. Auf weite Flächen hin ist der Eophytensandstein ein feiner Sand und ganz gleichmäßig

aufgelagert im mittleren Schweden. In Dalarne liegt ohne bedeutende Brandungskonglomerate der präkambrische Sandstein auf der kristallinen Unterlage. Wie gleichmäßig die See nach kurzer Zeit den skandinavischen Schild weithin überdeckte, zeigen die dünnen Trilobitenzonen der *Paradoxides*-, *Agnostus*- und *Olenus*-Region. Dort wurde eine bereits vorhandene, irgendwie entstandene Abtragungsebene weithin durch Senkung unter den Meeresspiegel und zwar in recht gleichmäßiger Weise hinabgezogen. Ganz einheitlich erfolgte das nicht, wie die Unterschiede im Kambrium zu beiden Seiten der Ostsee dartun. — In Schonen greift der Lias (Hörsandstein) über den Gneis, der nur eine ganz dünne, umgelagerte Verwitterungsdecke zeigt, ebenso das Senon, dessen Sande auf dem Grundgebirge Blekinges so aufruhcn, daß die Austern auf den Felsen sitzen. Man erkennt die flachen Rinnen, in denen sich der Schutt abgelagerte. Abrasionsfläche in größerem Maße fehlt dort ebenso, wie bei Ignaberga die Brandungsgerölle in dem Bryozoengrus nur untergeordnet auftreten. Am Süd- und Ostrande von Bornholm greifen ohne sichtbare Brandungsspuren, Keuper und Lias über das Silur und später Unter- senon über Lias. In beiden Fällen lieferten umgelagerte Dünen das ausgeebnete Material. In Pommern sind die transgredierenden Gaultsande frei von Brandungsgeröllen. Im Baltikum zeigten nur die dünne Lage mit gerollten Feuersteinen und die aus Ananchyentrümmern zusammengesetzte Echinodermenbreccie im glaukonitischen, palaeocänen Sande das Vorrücken des Meeres an. Auch die eingreifende postdiluviale Litorinasee hat die diluvialen Inselkerne keineswegs ganz abgetragen, sondern nur etwas eingeebnet, wie den Adlergrund, die Prerow- und Plantagenetbank beweisen, und in Skandinavien sind die Äsar durch die See gar nicht erheblich angegriffen, obwohl sie aus losem Material bestehen (Äs von Upsala und von Wesenberg in Estland). Gerade der Einbruch der Yoldiassee in Mittelschweden zeigt uns, wie wenig ein solch transgredierendes Meer selbst lose Anhäufungen wegzuräumen vermag. Auswaschungen fehlen natürlich nicht, sind uns in den Steinfeldern Finnlands erhalten, aber daß dort Abtragungsflächen in ausgedehnterem Maße entstanden wären, ist nicht der Fall.

In Mitteldeutschland greift das Cenoman über im Gebiete von Essen, im Harzlande, in Sachsen, Böhmen und durch Oberfranken bis an die Donau. Hie und da sieht man Grundkonglomerate, beobachtet man Brandungskehlen oder

als Ausspülung zu deutende Taschen. Aber von einer generalen Abrasion des Festlandsockels durch die See ist doch wohl keine Rede. Wealden ist zur Neokomzeit umgelagert im Teutoburger Walde, Belemniten des Lias treten in unterkretazischen Sanden und in den Eisensteinen bei Ilsede auf, ebenso wie in der Umgebung von Rügen die gerollten Belemniten in rezenten Meeresschlamm und Strandgeröll liegen oder in dem paleocänen Trümmerwerk. So wenig wie die baltische Kreide, ist der hercynische Lias und Dogger generell verschwunden.

Wie wenig hat das einbrechende Rät- und Liasmeer die Küsten von Böhmen, des Plateau central, des Cotentin und der Bretagne, sowie der britischen alten Massen umgestaltet! Wir beobachten dort überall die alten Grenzen der See. Wir sehen Sande, Sandsteine, auch Konglomerate, aber daß dort bedeutende Massen durch das Meer eingeebnet seien, wird kaum jemand behaupten. Die See erfüllte ein bereits gesunkenes oder schnell sinkendes Becken, das sie rasch überdeckte und an dessen Rändern sie stehen blieb. Ganz ebenso machte der Zechsteingolf an bereits vorhandenen Ufern Halt, ohne kräftig zu abradieren; sonst hätten wir ja nichts mehr vom Rotliegenden in Mitteldeutschland.

Im Moskauer Becken überzieht bei Mjatschkowo eine kaum meterdicke Geröllschicht die schwach buckeligen hellen Karbonkalke unter der bald ganz rein tonigen, dunklen Decke des transgredierenden Callovien, die zeigen, daß dort nichts mehr abgetragen wurde.

Im Schweizer Jura beginnt die wieder gegen Norden vorschreitende Kreide mit glaukonitischen Sanden, nicht mit mächtigem Kalkschutt. Dasselbe gilt vom miocänen Meere auf der Schwäbischen Alb. Im Bodenseegebiet schiebt sich dort zwischen die feste Unterlage eine aus Süßwasser und oft wohl auch brackischen Sedimenten entstandene Zwischenschicht ein. Das sind deutliche Zeichen für Lagunen im sinkenden Küstenlande, über die das Meer dann endgültig herüberflutet. So haben wir Kohlenbildungen an der Basis des sächsischen Quadersandsteins, so ist auch der Gault über die Sumpfbiete der Wealdenbildungen, der marine Jura über die flachen Deltas des schonenschen Rät und Lias hinweggegangen.

In allen diesen Fällen — sie ließen sich sehr vermehren — handelt es sich um sinkende oder schon gesunkene Schollen, die vom Meere überspült wurden, um bereits eingeebnete oder flache Gebiete. In diesen hat die See nur

oberflächlich Umlagerung erzeugt, keine erheblichen Abtragungen vorgenommen. So wie etwa heute weite Strecken der Niederlande ohne die Deiche flach überflutet wären.

Steilküsten sind auch in geologischen Zeiten Steilküsten geblieben und nur wenig verändert. Die felsigen Ufer zeigen deutliche Brandungserscheinungen und sind von einer Zone von Meereskonglomeraten begleitet. Indessen alle diese Zonen sind schmal und nicht alle Gerölle des groben Schutts sind marine Erzeugnisse. Als wenig breite Streifen begleiten die oligocänen Konglomerate an beiden Seiten den Rheinalgraben und nehmen gegen die Mitte rasch ab. Als zwar vertikal mächtige, horizontal jedoch dünne Bänder begleiten im Apennin die pliocänen Konglomerate die Kalkketten, um in jedem etwas weiteren Becken sofort Tonen, Sanden, also feinerem hinausgeschwemmten Material Platz zu machen; ebenso vom Apennin gegen die Murgie und den Golf von Tarent. Diese Schuttmassen sind in einem aufsteigenden Gebirge um und in Inselketten entstanden, denen direkt vergleichbar, welche sich heute um die dalmatinischen Inseln ablagern. Ähnlich sind die Flyschkonglomerate der Alpen erzeugt und viele mesozoische gleiche Gesteine am Rheinischen Schiefergebirge, am Plateau central und anderswo. Bei vielen dieser Schuttmassen bleibt aber durchaus zweifelhaft, ob sie alle rein marinen Ursprungs sind. Im Mittelmeergebiet z. B. an den beiden Rivieren und in Unteritalien münden kurze, aber gefällreiche starkströmende, mit unglaublichen Schuttmassen beladene Bäche in das Meer und bringen dort mächtige Geröllmassen in Deltas, die sich oft eng aneinanderlegen, zustande. Auch in einem sich hebenden Gebirge, in dem die Erosion kräftiger anwächst, kann ein solcher Schuttgürtel fast ringsum ohne bedeutende Meeresabration zustande kommen. Dies war sicher im rheinischen Unterkarbon der Fall. Außerdem sind bei langsamem Untertauchen oft genug große Dejektionskegel, lange Flußterrassen und ähnliches aus früherer Zeit vorhanden, welche nunmehr Auswaschung, Sonderung durch Brandung und Küstenstrom erleiden und als marine Konglomerate neu zur Ablagerung gelangen. Der Rheinalgraben war schon vor der oligocänen Zeit unzweifelhaft angelegt, im Unteroligocän als Salzpflanne vorhanden. Schutt ist schon damals von den Seiten in ihn hineingetragen und sicher vielfach darauf durch das mitteloligocäne Meer umgeschüttet und neu sedimentiert. Man begeht oft denselben Fehler, den die norddeutschen Glazialgeologen bei Bestimmung der

diluvialen Sedimentgeschiebe machten, wenn sie z. B. ober-silurischen Pentameruskalk dorthin kommen ließen, wo er heute noch ansteht. Wenn auf Hauptoolith in den südbadischen Vorbergen aus demselben Gestein bestehendes Tertiärgeröll lagert, so muß es eben anderswo herkommen, vielleicht aus der Nähe von solchen durch Brandung zerstörten Klippen, vielleicht auch ganz anderswoher, durch Flüsse herbeigeschleppt. Echte Grundkonglomerate des transgredierenden Meeres über ein sinkendes Land sind sehr wenig mächtig, da ja rasch Ablagerung von Schutt erfolgt und den Untergrund der Abtragung entzieht. Gerade bei flach übergreifendem Wasser können die groben Bestandteile erst in einer gewissen von Ebbe und Flut oder Brandung entfernten tiefen Zone zum Absatz gelangen; sonst werden sie schließlich zu Sand und sind nicht mehr erkennbar. Der untere Buntsandstein bedeckt gegen Süden hin den mittleren Schwarzwald, aber das kristalline Gesteinstrümmer umschließende Ecksche Konglomerat bildet sich erst weiter gegen Norden als die Südgrenze des Hauptbuntsandsteins mächtig und typisch, d. h. in den schon früher unter den Seespiegel gerückten Teilen aus. Das Hauptkonglomerat liegt als dünne Decke auf der Abtragungsfläche des südlichen Schwarzwaldes, oft kaum $\frac{1}{2}$ m dick, schwillt aber nördlich davon in den mittleren Teilen von Vogesen und Schwarzwald zu 20 m mächtigen Lagen an. Umgekehrt können bei aufsteigendem Lande sich die groben Schuttmassen besonders in ursprünglich tieferen Senken und Löchern ansammeln, weil sie dorthin zusammengespült und schließlich auch durch Flüsse hingetragen werden. Im Süden Badens sehen wir über der Meeresmolasse eine konglomeratische, aus alpinen Geröllen aufgebaute Zone erst der Brackwasser-, dann der Süßwassermolasse. In dieser schwellen die Geröllbänke oft zu bedeutenden Linsen an. Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. BAUMBERGER enthält die enorm dicke Riginagelfluh oben brackische Fossilien und Landpflanzen. Dasselbe gilt von dem Juranagelfluhschutt des oberen Miocäns im Hegau. — Wie in ein Becken das Meer eindringt und bei dessen weiterem Sinken sich randlich ausbreitet, zeigt uns der mitteldeutsche Zechstein. An seiner Basis liegt das Zechsteinkonglomerat, hervorgegangen aus dem, was die See vorfand und verarbeitete, also aus Rotliegendeschutt. Nun rückt das Konglomerat seitlich sich ausdehnend und lokal ändernd in höhere Niveaus, und das geht ja am Rheinischen

Schiefergebirge und Ardennerand bis in den Lias hinein. Mit der jeweiligen Stabilität von Meer und Land nimmt das Konglomerat nicht zu, wie es die Abrasionstheorie erfordert, sondern ab.

Bei der Meerestransgression ist das Grundelement die positive Verschiebung, also das Tektonische. Ohne dieses bleibt im allgemeinen die Meereswirkung eine geringe und eine lokale. Wohl werden Klippen und Kliffs abgetragen und zerstört. Sehr bald müßte dies aber durch Erlangung der Gleichgewichtslage aufhören. Von einer marinen Abrasion weiter Landstrecken kann gar keine Rede sein. Handelt es sich um flaches Land, so greift das Meer gleich weit über. Meistens ist dieser Einbruch vorbereitet und der vorhergehende Zustand ein unhaltbarer gewesen. Ausgedehnte Platten härterer Gesteine, kristalline Inseln und Kerne kann die See gar nicht bezwingen. Die Faltung, der Einbruch von Gräben, Kesseln oder großen Schollen bedingt und begrenzt den jeweiligen Meeresstand. Nicht in allen Einzelheiten — denn die Wirkung der See auf ihre Ufer soll keineswegs geleugnet werden — aber mehr, als bisher allgemein angenommen, sind auch die Küstenformen durch tektonische Vorgänge und deren gestaltende Einflüsse bedingt.

Wir sind am Schlusse. Dieser Artikel hatte den Zweck, die Trans- und Regressionerscheinungen als Ganzes zu behandeln und zu ordnen, soweit es angeht. *Natura non facit saltus*. Wohl findet man in den Lehrbüchern die Einzelheiten sorgfältig aufgezählt, aber nirgends fand ich klar Unterschiede und Gleichheit getrennt und eine innere genetische Verknüpfung gegeben, auch nicht in dem sonst trefflichen Buche DACQUÉS über Paläogeographie, in welchem gerade das Kapitel über Meerestransgressionen merkwürdig dürftig ausgefallen ist. Behandelt man aber solche Fragen, die zurzeit morphologisch von den Geographen wiederholt lang und breit in schematischster Weise erörtert werden, so durfte das interessante paläontologische Moment nicht fehlen, durch welches gerade diese Erscheinungen der Vergangenheit so interessant werden und zahlreiche Fingerzeige für die Gegenwart darbieten. Von allen Theorien, deren wir mehr als genug haben, bin ich mit Sorgfalt ferngeblieben. Denn was die Ursachen dieser Strandverschiebungen angeht, so sind weite Faltungsvorgänge das wahrscheinlichste. Mehr können wir eigentlich nicht sagen. In neuerer Zeit gilt es als modern, von Verschiebungen des Sal und Sima

im Innern der Erde zu reden. Ich halte dies für einen Fehler; wissen tun wir darüber nichts, spiegeln aber mit diesen Worten eine Kenntnis vor, die wir in Wirklichkeit ganz und gar nicht besitzen. Alle schönen Spekulationen über Isostasie leiden an dem Mangel, daß wir über einen der wichtigsten Faktoren, über die innere Reibung der Massen in der Tiefe ganz im unklaren sind. Ich rate dringend, von dem Hantieren mit unbestimmbaren Faktoren abzusehen und sich mit dem Ausdruck des Tatsächlichen mit Hebung und Senkung, mit Faltenwurf und ähnlichem zu begnügen. Mehr sagen eigentlich die schöne Sal-Sima-Hypothese und die Isostasie auch nicht.

[Manuskript eingegangen am 1. März 1916.]

5. Über einige *Proctotrypidae* (*Bethylinae*, *Ceraphroninae* und *Scelioninae*) aus dem subfossilen und dem rezenten Kopal von Zanzibar und von Madagaskar.

VON HERRN FERNAND MEUNIER in Antwerpen.

(Hierzu Tafel XXIX.)

Nur sehr selten haben bisher die Paläoentomologen Gelegenheit gehabt, im Kopal eingeschlossene Proctotrypiden zu beschreiben. Es wäre aber falsch, zu behaupten, daß diese Pygmeeneinschlüsse so selten seien, als es den Anschein hat. Es erweist sich im Gegenteil, daß, bei freilich äußerst geduldigem Nachsuchen, sich dieselben sogar ziemlich häufig in den verschiedenen Kopalarten (Zanzibar, Togo, Acra, Madagaskar¹) vorfinden möchten, und daß sie nur ihrer außerordentlichen Kleinheit wegen übersehen werden. Mit bloßem Auge sind sie meistens nicht zu sehen, und selbst dem Forscher, der sich nicht ganz eingehend mit diesem besonderen Studium beschäftigt, entgehen oft die in den verschiedenen Lichtschichten versteckten „geflügelten Atome“.

¹) Sehr wahrscheinlich dürften sich auch Proctotrypiden-Einschlüsse in dem Pinkauri-Harz (*Dammara australis* SALISB.) von Neuseeland vorfinden, doch sind Insekten im Dammara-Gummi kaum bekannt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [68](#)

Autor(en)/Author(s): Deecke Wilhelm

Artikel/Article: [4. Über Meerestransgressionen und daran sich anknüpfende Fragen. 360-391](#)