

Taf. 1. Die Meeresprovinzen der Jetztzeit. — (Nach Fischer, Manuel de Conchyliologie).

Ueber die Meeresprovinzen der Vorzeit

von

Dr. F. Frech.

Privatdozent an der Universität zu Halle a. S.

Mit Abbildungen und Karten.



Separat-Abdruck aus der
„Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“

Redaktion: Dr. H. Potonié.



BERLIN 1889

Verlag von Hermann Riemann.

GEOLOGISCHES INSTITUT

DER  K. K.

UNIVERSITÄT GRAZ.

Alle Rechte vorbehalten.

Einleitung.

Wie die politische Geschichte der geographischen Orientierung bedarf, so tritt auch die Geschichte der Erde in mannigfache und vielfältige Beziehungen zu der Geographie. Die geographische Geologie entspricht der Geschichte der einzelnen Länder und behandelt die geologische Entwicklung abgegrenzter Erdräume. Dagegen ist der historischen Geographie die geologische Geographie oder Palaeogeographie homolog. Dieselbe hat die Darstellung des Zustandes der Erdoberfläche in den verschiedenen geologischen Epochen zum Ziel und behandelt somit die Veränderungen in der Ausbreitung von Festland und Meer, die Verteilung der organischen Welt im Wasser und auf dem Lande, das Entstehen und Vergehen der Gebirge sowie den mannigfachen Wechsel, welchem die klimatischen Verhältnisse unterliegen.

Die Palaeogeographie ist ein noch junger Zweig der geologischen Wissenschaften, dessen Entwicklung nur auf Grund zahlreicher geognostischer Arbeiten möglich war. Naturgemäss musste zunächst die chronologische Aufeinanderfolge der Schichten und Faunen an möglichst vielen Orten studiert werden, ehe man die geographischen Veränderungen in jedem Abschnitte der Erdgeschichte vergleichend untersuchen konnte. Jedoch ist das chronologische Moment in der stratigraphischen Geologie in überwiegender, man könnte sagen einseitiger Weise berücksichtigt worden, obwohl aus neuerer Zeit auch glänzende Ausnahmen zu nennen sind. Zuerst hat F. Roemer auf geographisch-klimatische Unterschiede in der Kreideformation hingewiesen; neuerdings haben Mojsisovics und Neumayr die ganze Oberflächengestalt

der Erde für bestimmte Perioden zu rekonstruieren gesucht.*) Zumeist hat man allerdings die stratigraphische Gliederung und die Vergleichung der Schichten nicht nur für die Grundlage, sondern für das Endziel der historischen Geologie gehalten, während doch die geographischen Gesichtspunkte den chronologischen an wissenschaftlicher Bedeutung und allgemeinem Interesse jedenfalls gleichstehen.

Allerdings lässt sich nicht verkennen, dass die Probleme der Palaeogeographie nicht durchweg auf streng systematischem Wege zu lösen sind; eine gewisse Freiheit in der Kombination ist hie und da, wie es scheint, erforderlich und bereits in mehr als hinreichender Weise zur Anwendung gekommen. Die Untersuchung der alten Meeresprovinzen und ihrer Faunen beruht jedoch fast durchweg auf einer sicheren palaeontologischen Methode.

Das Studium der Meeresprovinzen der Vorzeit ist von besonderer Wichtigkeit, weil mit der Frage der geographischen Differenzierung der Meeresfauna Erörterungen über die Grenzen von Festland und Meer, sowie über die allmäligen Veränderungen der alten Kontinente eng verknüpft sind.

Die Abweichungen gleichalter Schichten beruhen zum guten Teil auf der Verschiedenheit der physikalischen Verhältnisse innerhalb desselben Bildungsraumes. Die an der Küste und in der offenen See gebildeten Ablagerungen umschliessen — oft in geringer Entfernung voneinander — durchaus verschiedene organische Reste und nach der Beschaffenheit des Sediments, ob sandig, thonig oder kalkig bilden sich weitere Differenzierungen heraus. Nur wo innerhalb von gleichartig gebildeten, derselben Periode angehörenden Schichten (z. B. in einer Kalkbildung mit Riffkorallen) verschiedene Tierreste gefunden werden, sind geographische Unterschiede anzunehmen.

*) Die Bezeichnungen der verschiedenen Perioden in die man auf Grund der Veränderungen der Lebewesen und der Verschiebung von Land und Meer die Geschichte der Erde eingeteilt hat, sind von den ältesten anfangend: I. Archaische Aera. II. Palaeozoische Aera: Cambrische, Silurische, Devonische, Carbonische, Permische Periode. III. Mesozoische Aera: Trias, Jura, Kreide. IV. Kaenozoische Aera: Tertiäre und Quartäre Periode, welche letztere die heutige Schöpfung als letzte Phase mit einschliesst. Aus der Palaeozoischen vorangegangenen Archaischen Zeit sind sichere Tier- oder Pflanzenreste noch nicht bekannt geworden.

I.

Meeresprovinzen der Jetztzeit.

Eine Besprechung der Grundsätze, nach denen die Abgrenzung von zoologischen Provinzen in den heutigen Meeren zu erfolgen hat, bildet die Grundlage der Untersuchung über die vorweltlichen Meeresregionen. Es ist zuerst festzustellen, welche Tierklassen zur Charakterisierung der Meeresprovinzen verwendbar sind und wie weit das Klima die Verbreitung derselben beeinflusst. Ferner muss untersucht werden, welcher Art die Grenzen sein können, die die verschiedenen Provinzen voneinander scheiden.

Bei der Unterscheidung zoologischer Meeresprovinzen kommt diejenige Fauna, welche die grössten Tiefen der Océane bevölkert, nicht in Betracht. Dieselbe besitzt nach den übereinstimmenden Ergebnissen der neueren Schleppnetzuntersuchungen unter allen Breitegraden eine bemerkenswerte Einförmigkeit. So enthält die Tiefseefauna in Westindien, im Golfe von Biscaya und an der norwegischen Küste zum grossen Teile übereinstimmende Arten. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der Gleichförmigkeit der physikalischen Bedingungen, vor allem in dem vollständigen Fehlen des Lichtes und der gleichmässig niedrigen, um den Nullpunkt schwankenden Temperatur der abyssischen Regionen. Auch das Fehlen der Pflanzenwelt in den Tiefen der Océane übt selbstverständlich einigen Einfluss auf die monotone Gestaltung des tierischen Lebens.

In ähnlicher Weise besitzen die Bewohner der hohen See — dank ihrer hervorragenden Schwimmfähigkeit — meist eine universelle Verbreitung. Allerdings weisen zwei, auf weite Strecken hin getrennte Weltmeere, wie der atlantische und stille Ocean auch in dieser Hinsicht gewisse Verschiedenheiten auf und ähnliche Abweichungen durchgehender Art finden sich in den Hochsee-Ab lagerungen der Vorwelt. Bei den Bewohnern des hohen Meeres tritt ferner — im Gegensatz zu der Tiefseefauna — der Einfluss des Klimas deutlich hervor. Man braucht nur daran zu denken, dass Meerschildkröten und -Schlangen der heissen bzw. der warmen gemässigten Zone angehören, während die Mehrzahl der walfischartigen Geschöpfe auf die arktischen Gewässer beschränkt ist.

Dass riffbildende Korallen nur bei einer Minimalwärme von 20° C. gedeihen, ist bekannt. Dementsprechend hat z. B. Neumayr aus dem vollständigen Fehlen derselben in den russischen Jura-Ablagerungen auf ein kälteres, in diesen Meeresteilen herrschendes Klima geschlossen.

Für die Begrenzung von Meeresprovinzen sind vor allem die in den Küstengewässern gebildeten Ablagerungen von Bedeutung. Hinter der grossen Mannigfaltigkeit der geographischen Differenzierung tritt hier der unmittelbare Einfluss des Klimas etwas zurück.

Bei der Abgrenzung zoologischer Provinzen kommen in erster Linie diejenigen Tierklassen in Betracht, welche allgemeine Verbreitung und eine individuell beschränkte Bewegungsfähigkeit besitzen. Als ganz unbeweglich können nur verhältnissmässig wenige Meerestiere angesehen werden, da auch die zahlreichen Geschöpfe, welche an ihre Unterlage festgeheftet sind, wie Korallen, Cirripeden und Austern im embryonalen Stadium freie Bewegungsfähigkeit besitzen. Die beiden erwähnten An-

forderungen werden in den jetzigen Meeren, am vollständigsten von den Schnecken, Zweischalern und Seeigeln erfüllt. Um einen äusseren Anhalt für die Abgrenzung zu haben, pflegt man als Erfordernis hinzustellen, dass jeder Provinz die Hälfte der vorkommenden Arten eigentümlich sein soll.

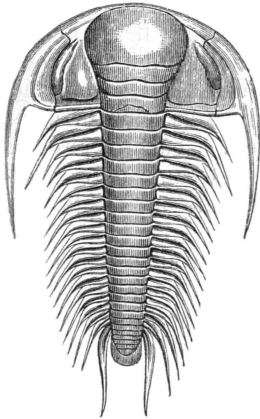


Fig. 1. Trilobit (*Paradoxides*) aus den ältesten versteinерungsführenden Schichten (Cambrium) in Böhmen. — (Aus Neumayr, Erdgeschichte. — Verlag des Bibliograph. Inst. in Leipzig).

Entsprechend der ungleichen Entwicklung der einzelnen Ordnungen in den früheren Epochen der Erde müssen verschiedenartige Tiergruppen für die Einteilung der alten Meere herangezogen werden. Im Anfang der palaeozoischen Aera sind die Trilobiten (Fig. 1)*, gegen Mitte und Schluss derselben vor allem die Ammonitiden (Fig. 2) von

*) Eigentümliche krebstartige, gänzlich ausgestorbene Geschöpfe, zunächst mit dem noch lebenden Molukkenkreb (Limulus) verwandt.

Bedeutung. Daneben erlangen die überaus häufigen Brachiopoden und stellenweise die Korallen geographische Wichtigkeit.

In den mesozoischen Formationen kommen wiederum in erster Linie die Ammonitiden für die zeitliche wie für die räumliche Gliederung in Betracht. Die kaenozoische Aera entspricht in dieser wie in anderen Beziehungen der Jetztwelt.

Auch für die Erörterung der Frage, welche Grenzen die zoologischen Meeresprovinzen voneinander trennen,



Fig. 2. Ammonit (Amaltheus) aus dem Lias (unterer Jura) Schwabens. — (Aus Neumayr's Erdgeschichte).

bilden die Verhältnisse der heutigen Meere den Ausgangspunkt. Vergl. zu folgendem Taf. 1.

Naturgemäss sondert vor allem das feste Land die verschiedenen Meeresfaunen voneinander und die Abweichungen sind um so grösser, je längere Zeit die Trennung gewährt hat. Besonders auffällig treten diese Verschiedenheiten dann hervor, wenn die physikalischen, insbesondere die Wärmeverhältnisse der getrennten Meeresbecken gleich und die Landschranken von geringer Breite sind. Charakteristische Beispiele dieser Art bilden die

Landengen von Suez und Panama. Von der, 500 Arten umfassenden Moluskenfauna des rothen Meeres finden sich, wie neuere Forschungen gezeigt haben, nur wenige kosmopolitische Arten im Mittelmeer wieder und die Verschiedenheit ist so ausgeprägt, dass auch nach Eröffnung des Suezkanals kaum diese oder jene Art aus dem einen in das andere Meer hinübergewandert ist.

Mit diesen biologischen Beobachtungen stimmen die Ergebnisse der geologischen Forschung überein; nach derselben hat die Trennung der erythraeischen und mediterranen Fauna schon vor — geologisch gesprochen — langer Zeit stattgefunden und gelegentliche kurzwährende Verbindungen haben keine wesentlichen Aenderungen hervorzubringen vermocht. Allerdings finden sich in alten Strandterrassen bei Suez eine Anzahl mediterraner Conchylien, aber dieselben besitzen keine weitere Verbreitung nach Süden und ihre Nachkommen im roten Meere haben sich jetzt bereits von den mediterranen Formen differenziert.

Abgesehen von zusammenhängenden Landmassen können auch Inselreihen die Grenze benachbarter zoologischer Provinzen bilden, besonders dort, wo sie die Fortsetzung von Halbinseln darstellen und richtunggebend auf die Meeresströmungen wirken. So trennt Kamtschatka mit der im Süden anschliessenden Inselkette der Kurilen die arktische Provinz von der des ochotskischen Meeres.

Man kann annehmen, dass in den Ostalpen zur Triaszeit ähnliche Verhältnisse bestanden haben. Auch hier kommen die Ablagerungen zweier Meeresprovinzen, der mediterranen und der juravischen einander überaus nahe. Die Grenze wurde vielleicht durch eine zusammenhängende Reihe von Korallenriffen gebildet, deren Ueberreste auch jetzt noch die Kette der nördlichen Kalkalpen zwischen Berchtesgaden und Salzburg quer durchsetzen.

Allerdings muss andererseits betont werden, dass bei günstiger Richtung der Meeresströmungen Inselreihen auch die Brücke für die Verbreitung von Küstenfaunen bilden können.

An einer sonst einförmig gestalteten Küste stellen vorspringende Caps zuweilen die Grenze für die Verbreitung der litoralen Organismen dar. So kommt nur etwa ein Drittel der südlich vom Cap Cod (Massachussets)

lebenden Mollusken auch im Norden desselben vor, so dass Woodward dies Vorgebirge als Grenze zweier Provinzen auffasst.

Weiter trennt der Ocean mit seiner ungeheuren Tiefe die Faunen der gegenüberliegenden Küstengebiete oft in vollkommenster Weise. An den Gestaden von West-Afrika und Brasilien, von Ostasien und dem westlichen Amerika leben unter gleichen Breitegraden, beziehungsweise an Orten gleicher mittlerer Jahrestemperatur wesentlich verschiedene Organismen.

Endlich bilden im freien Ocean häufig die Strömungen die Grenzen verschiedener Tiergesellschaften. Bekannt ist der „cold wall“ die Grenzlinie des kalten Polarwassers gegen den wärmeren Golfstrom in der Gegend der Far Oer. Dieselbe äquatoriale Strömung erklärt die faunistische Verschiedenheit der Nord- und Südküste von Island und bewirkt andererseits, dass die norwegischen Meere wiederum zu demselben Faunengebiet gehört, wie die südlichen Gestade der genannten polaren Insel.

Häufig fehlen bestimmte Grenzlinien zwischen benachbarten Provinzen vollständig. Die einen Arten verschwinden, andere treten an ihre Stelle und so ändert sich auf einer längeren oder kürzeren Küstenstrecke der faunistische Charakter derart, dass man zwar zwei in einiger Entfernung voneinander liegende Punkte mit voller Sicherheit der einen oder der anderen Provinz zu rechnen, aber die Grenzlinie zwischen beiden nur willkürlich ziehen kann. Derartige Verhältnisse sind besonders an einförmigen, von Nord nach Süd verlaufenden Küsten zu beobachten, so an dem Westgestade Amerikas.

Bei dem Studium der alten Meeresprovinzen werden diese Uebergangsräume, die die zoogeographische Einteilung der jetzigen Meere wesentlich erschweren, nur selten in Frage kommen. Meist hat der Geologe zerstreute, weit voneinander entfernte Aufschlusspunkte der in einer bestimmten Erdepöche gebildeten Schichten zu vergleichen. Nur selten ist es möglich, innerhalb derselben Formation die allmäligen Veränderungen der Tierwelt über weite Strecken zu verfolgen.

Aus den angeführten Thatsachen ergibt sich, dass aus dem Vorkommen von geographisch verschiedenen Ablagerungen in geringer Entfernung voneinander noch keineswegs auf das Vorhandensein alter Landmassen geschlossen werden darf. Die Existenz der letzteren kann

nur dann als erwiesen angesehen werden, wenn die häufig durch Wellenfurchen gekennzeichneten Küstenbildungen, oder die Zerstörungsprodukte der Festländer sowie Landorganismen in grösserer Zahl gefunden werden.

Die zoogeographische Eintheilung der heutigen Meere (Fig. 3) ist durch die Untersuchungen von Woodward und Alexander Agassiz in den Grundzügen abgeschlossen, obwohl im einzelnen noch manche Veränderungen zu erwarten sind. Die genannten Forscher unterscheiden vier Reiche, die weiter in im ganzen 18 Provinzen eingeteilt werden. Das atlantisch-circumpolare Reich umfasst die Küsten von Europa, das Mittelmeer, die polaren Gestade von Nordasien und Nordamerika sowie Japan. Das amerikanische Reich greift über die Küsten des amerikanischen Kontinents hinüber nach Kamtschatka und den Kurilen. Das indo-pazifische und australische Reich decken sich im ganzen mit den Küsten der genannten Länder.

Die Natürlichkeit und Berechtigung der skizzierten Einteilung wird dadurch erwiesen, dass die Ansichten von Woodward, welcher die Mollusken untersucht hat, in wesentlichen Punkten mit denen von Agassiz übereinstimmen, welche letzterer von dem Studium der Seeigel ausging.

II.

Die Methode der Abgrenzung vorweltlicher Meeresprovinzen.

Die Methode der Abgrenzung für die zoologischen Meeresprovinzen der Vorzeiten ist von der die heutigen Meere betreffenden insofern verschieden, als neben der Untersuchung der Tierwelt die feinere Zonengliederung der Schichten als wesentliches Moment mit in Frage kommt.

Auf geographische Verschiedenheiten kann von vornherein nur dann geschlossen werden, wenn die zu vergleichenden Ablagerungen unter denselben physikalischen Bedingungen gebildet worden sind, aber trotzdem verschiedene Organismen enthalten. Wenn z. B. die gleichalten und gleichartig gebildeten triadischen Ammonitenkalke der Tyroler und Salzburger Alpen abweichende Arten und Gattungen führen, so bleibt nur der Schluss

auf das Vorhandensein getrennter Meeresräume zur Triaszeit übrig. Zu berücksichtigen ist dabei der Umstand, dass derartige geographische Unterschiede oft viel weniger augenfällig sind, als die durch abweichende physikalische Verhältnisse bedingten. Die Verschiedenheit eines Ammonitenmergels und eines Korallenkalks springt unmittelbar in die Augen, während sich die faunistischen Differenzen zweier Cephalopodenmergel erst bei eingehenderen palaeontologischen Untersuchungen enthüllen.

Allerdings lässt die Lückenhaftigkeit der geologischen Urkunde den Wert negativer Merkmale in zweifelhaftem Lichte erscheinen. Ein einziger glücklicher Fund an altbekannter Stelle oder die Auffindung eines neuen Vorkommens vermag oft ein ganzes Gebäude von Spekulationen umzustürzen. Allerdings ist die Wahrscheinlichkeit derartiger Veränderungen in wohldurchforschten Gegenden gering und ferner bleibt der Umstand zu berücksichtigen, dass bei geographischen Vergleichen weniger die seltenen Arten als die häufigen und überall verbreiteten Gruppen in Frage kommen.

Als ein überaus wichtiges Moment bei geographischen Unterscheidungen ist die chronologische Gliederung der Schichten anzusehen. Es leuchtet von selbst ein, dass, wenn gleichalte, unter ähnlichen Faciesverhältnissen gebildete Schichtengruppen in abweichender Weise gegliedert werden müssen, dass dann geographische Verschiedenheiten vorliegen. Denn in zusammenhängenden Meeresbecken vollzieht sich die allmähliche Umänderung der Tierwelt, welche die Handhabe zu den stratigraphischen Unterscheidungen bietet, oft auf weite Strecken hin in überraschend gleichartiger Weise. So hat man die, in ihrer Mächtigkeit oft recht unbedeutenden Zonen des europäischen Jura fast unverändert in Ostindien und zum Theil in Südamerika nachweisen können. Andererseits ist die pelagische alpine Trias so verschieden von den gleichalten, in einem Binnenmeer abgelagerten deutschen Schichten, dass kaum die Grenzen der wichtigsten Hauptabschnitte wiederzuerkennen sind.

Bei rein marinen Schichten sind die geographischen Unterschiede weniger auffällig und meist auf die minder wichtigen stratigraphischen Abteilungen beschränkt. Die Abgrenzung des Mitteldevon nach oben und unten ist z. B. in Europa überall in derselben Weise ausgeprägt, aber die weitere Gliederung erscheint in den einzelnen

Ländern derart verschieden, dass man das Vorhandensein von vier geographischen Provinzen annehmen kann, die wiederum den gleichalten amerikanischen Schichten gegenüber eine Einheit höheren Grades, ein Reich, bilden und ähnlich dem Devon der Südhemisphäre gegenüber stehen.

Bei der vergleichenden Untersuchung der Erdschichten nach geographischen Gesichtspunkten wird man negative Merkmale nur mit Vorsicht benutzen können. Das Fehlen bestimmter Zonen ist in geographischer Hinsicht oft insofern von hervorragender Bedeutung, als daraus unter Umständen ein Rückzug und ein erneutes Vordringen des Meeres gefolgert werden kann. Jedoch erweist sich dies Fehlen oft als scheinbar, wenn z. B. die betreffenden Schichten wegen Mangels an Versteinerungen nicht unterscheidbar sind oder wegen der Spärlichkeit des Sediments eine so geringe Mächtigkeit besitzen, dass sie leicht übersehen werden können. Zuweilen werden auch die bereits abgelagerten Schichten nach kurzer Zeit durch die Meereswogen wieder fortgeführt.

Zur sicheren Feststellung geographischer Unterschiede ist nach dem Vorangegangenen das Zusammentreffen stratigraphischer und faunistischer Abweichungen notwendig.

III.

Die Meeresprovinzen der palaeozoischen Aera.

Eine vollständige Darstellung der Veränderungen, welche die Regionen des Meeres während der gesamten Geschichte der Erde erfahren haben, würde selbstverständlich zu weit führen. Auch sind für den grösseren Theil der mesozoischen Formationen derartige Zusammenstellungen bereits vorhanden, auf deren abgekürzte Wiedergabe ich mich hier beschränken müsste. Die beigelegte Uebersichtskarte (Taf. 2) der Verteilung von Festland und Meer zur Juraperiode lässt erkennen, zu welchen Ergebnissen man hier bereits gelangt ist. Während des dritten Hauptabschnittes der Erdgeschichte ist die Mannigfaltigkeit der gleichzeitig abgelagerten Schichten so gross, dass eine kurze Darstellung kaum möglich sein dürfte. Als Beispiel möge (ebenfalls nach Neumayr) in Taf. 3 die Karte des Mittelmeers zur älteren Pliocaenzeit beigelegt werden.

Dagegen liegen über die Gestaltung der Meeresprovinzen in der palaeozoischen Zeit nur wenige Andeutungen vor und andererseits hat die geographische Differenzirung noch keinen zu hohen Grad erreicht, um die Schilderung innerhalb eines engeren Rahmens unthunlich erscheinen zu lassen. Allerdings können auch die palaeozoischen Epochen nur ungleich berücksichtigt werden.

Die cambrische Erdperiode, aus der die ersten unzweifelhaften Spuren von Lebewesen bekannt sind, zeigt überall, in Skandinavien, England, China und zum Teil auch in Amerika, eine bemerkenswerte Gleichartigkeit der Entwicklung; man trifft dieselben Gattungen, zum Teil sogar dieselben Arten von Trilobiten, Brachiopoden, Zweischalern und Archaeocyathinen, einer eigentümlichen ausgestorbenen Gruppe der korallenartigen Wesen. Wie jedoch die hohe Differenzirung der vorliegenden organischen Reste den Gedanken nicht aufkommen lässt, dass man es mit den wirklichen Uranfängen der Tierwelt zu thun habe, so befindet sich auch die Oberflächengestaltung der Erde in einem Stadium vorgeschrittener Entwicklung. Das Vorhandensein ausgedehnter cambrischer oder vorcambrischer Festländer lässt sich mit Sicherheit aus der bedeutenden Mächtigkeit ihrer Zerstörungsprodukte folgern*): Sandsteine, Grauwacken und Konglomerate bilden weitaus den grössten Teil der cambrischen Schichten. Thonschiefer und Grauwacken sind zwar in palaeontologischer Beziehung bei weitem wichtiger, treten aber ihrer horizontalen und vertikalen Ausdehnung nach durchaus zurück.

Die ausserordentliche Menge des klastischen Materials, aus dem die genannten Schichten bestehen, kann nur dadurch erklärt werden, dass das vordringende Meer ältere aus Gneiss und Granit bestehende Festländer überflutete und abschliff. Unter den wiederabgelagerten Zerstörungsprodukten wog naturgemäss der widerstandsfähige Quarz vor, während die Thonschiefer aus dem weniger veränderten Material der Urgesteine hervorgegangen sind.

Ueber die Ausdehnung und die Grenzen der Kontinente, welche vor und während der cambrischen Zeit bestanden haben, fehlt allerdings jede Andeutung. Nur soviel lässt sich mit ziemlicher Bestimmtheit sagen, dass

*) Neumayr hat zuerst auf diese Thatsache hingewiesen.

die Mitte Deutschlands von einer Landmasse bedeckt war, welche die cambrischen Ablagerungen in Böhmen und im Fichtelgebirge gegen diejenigen Englands und Skandinaviens abschloss. Das böhmische Cambrium zeigt in Bezug auf die Fauna und die Gliederung einen durchaus eigentümlichen Charakter.

So kommen von 27 böhmischen Trilobitenarten in Schweden nur 4, daneben aber 66 eigentümliche Formen vor; ausserdem besitzt jedes Gebiet für sich eine Anzahl eigenartiger Gattungen. Im Ganzen ist die Verwandtschaft der skandinavischen Fauna mit der in England und Nordamerika vorkommenden viel näher als mit der böhmischen.

Ferner fehlen in Böhmen eine grössere Anzahl von Unterabteilungen der cambrischen Schichtenreihe, die man aus Skandinavien und England kennt. Die ältesten Ablagerungen (Caerfai, Eophytensandstein, Przibrämer Grauwacke) enthalten nur undeutliche Spuren von Medusen, Würmern und Brachiopoden und dürften in den drei genannten Ländern übereinstimmen.

Während man aber in den darüber lagernden Paradoxidesschichten*) von Schonen und Oeland 7, durch verschiedene Arten gekennzeichnete Schichtgruppen unterscheiden kann, ist in Böhmen nur ein einziger Horizont vorhanden, der wiederum keiner der skandinavischen Zonen entspricht.

Die obere, durch das Vorwiegen der Trilobitengattung *Olenus* gekennzeichnete und ebenfalls in zahlreiche Schichtgruppen gegliederte Abteilung des schwedischen Cambrium fehlt in Böhmen vollständig. Das Fehlen ist nicht durch eine Trockenlegung des Meeresbodens und ein erneutes Vordringen des Meeres zu erklären, denn die cambrischen und die darauf folgenden jüngeren Schichten liegen ohne jegliche Störung übereinander.

Man wird sich vielmehr vorzustellen haben, dass in das ringsum abgeschlossene böhmische Becken im Verlauf der cambrischen Periode zweimal Einwanderungen stattgefunden haben, einmal im Beginn und dann im ersten Abschnitte der durch das Vorwalten von *Paradoxides* gekennzeichneten zweiten Periode. (Zone des *Paradoxides Tessini*). In keinem Falle scheint eine weitere Entwicklung und Differenzirung der eingewanderten Fauna erfolgt zu sein.

*) Nach einer Trilobitengattung so genannt, die ihren Namen von dem „paradoxen“ Aussehen empfang. (Vergl. Figur 1.)

Nach den bisherigen Erfahrungen bestand zur cambrischen Zeit ein Weltmeer, in dem vielleicht das heutige Nordamerika eine etwas gesonderte Stellung einnahm; Böhmen mit dem angrenzenden Fichtelgebirge stellt ein allseitig begrenztes Meeresbecken dar, zu dem möglicherweise noch die gleichzeitigen Ablagerungen von Südfrankreich, Sardinien und Spanien gehörten. Doch ist die cambrische Fauna der genannten Mittelmeerländer noch zu unvollständig bekannt.

Die provinzielle Gliederung der in der silurischen Epoche gebildeten Schichten hat im Vergleich zu der cambrischen kaum irgend welche Fortschritte gemacht. Die durch mehrfache Einwanderungen unterbrochene Abschliessung des böhmischen Beckens dauert im wesentlichen fort, während die übrigen, hierher gehörigen Schichten in Nordeuropa, Nordasien und Nordamerika eine gradezu überraschende Gleichförmigkeit in geographischer Hinsicht zeigen. Dagegen weisen die silurischen Ablagerungen infolge der wechselnden physikalischen Bedingungen überaus mannigfache Verschiedenheiten auf. Zwar konnte man bereits im Cambrium eine Flachseefacies der Konglomerate und Sandsteine, sowie eine Tiefseebildung mit blinden Trilobiten unterscheiden, aber im Silur erscheint jede dieser Hauptfacies wiederum unter verschiedenartigen Formen. In der Strandregion ist besonders die Bildung ausgedehnter, wenn auch wenig mächtiger Korallenriffe bemerkenswert, unter den im offenen Meere abgelagerten Schichten hat man Kalksteine mit Cephalopoden, besonders Orthoceren, sowie Schiefer mit den eigentümlichen, den Sertularien verwandten Graptolithen zu unterscheiden.

Die Bildung mannigfacher Faciesablagerungen in den silurischen Meeren erklärt die Entstehung weiterer provinzieller Verschiedenheiten in den devonischen Ozeanen. Wenn sich — beispielsweise in zwei getrennten Küstengebieten — unter abweichenden physikalischen Bedingungen aus einer ursprünglich gleichartigen Fauna verschiedene Tiergesellschaften herausbilden, so werden dieselben auch dann verschieden bleiben, wenn etwa an den beiden Küsten die gleichen physikalischen Bedingungen wieder hergestellt werden. Man wird etwa in dieser Weise die Herausbildung provinzieller Unterschiede aus faciiellen Abweichungen zu erklären haben.

Die Trennung pelagischer Faunen ist nur durch

ausgedehntere Landmassen möglich, deren Ausbildung während der devonischen Epoche ebenfalls weitere Fortschritte machte. Hand in Hand mit der allmählichen Ausdehnung des festen Landes und der Herausbildung provinzieller Verschiedenheiten erreicht auch die Differenzierung der Faciesablagerungen einen höheren Grad.

Zur Zeit des Unterdevon hat sich die Verschiedenheit der europäischen *) und amerikanischen Schichten bereits so weit herausgebildet, dass man von zwei zoologischen Reichen sprechen kann, deren Abweichungen sich in den höheren Abteilungen des Devon noch vermehren.

Im allgemeinen schreitet die Entwicklung der Tierwelt in den europäischen Meeren schneller vorwärts als in den amerikanischen, vor allem, weil die Mannigfaltigkeit der Faciesbedingungen hier eine grössere war. Beispielsweise erscheinen die Goniatiten, die Vorfahren der Ammoniten, in Europa bereits an der untersten Grenze des Unterdevon in ziemlich reicher Entwicklung, während sie die amerikanischen Gewässer erst später erreichen und dort stets eine geringere Mannigfaltigkeit zeigen. Europa besitzt zahlreiche eigentümliche Gruppen dieser Familie, Amerika dagegen keine einzige, die nicht auch in Europa vorkäme. Ähnlich verhält es sich mit den wichtigen Abteilungen der Clymenien**) und Trilobiten (Bronteus, Cheirurus, Cyphaspis, Harpes, Phillipsia).

Umgekehrt besitzen in Amerika viele Arten und Gattungen eine längere Lebensdauer; sie vermochten, wie es scheint, hier dem Kampfe ums Dasein besser zu widerstehen (Homalonotus, Grammysia, Calymene, Pterinaea), während der umgekehrte Fall kaum vorkommt.

Auch die Gliederung der Devonbildungen ist in Amerika und Europa durchaus verschieden. Eine kleine Anzahl übereinstimmender oder stellvertretender Arten (Spirifer cultrijugatus, disiunctus, Rensselaeria strigiceps, Goniatites intumescens = Patersoni) geben zwar die not-

*) In den europäischen Meeren bildeten sich im wesentlichen sandige, mehr litorale und kalkige, im wesentlichen dem offenen Meere entsprechende Schichten. Die sandigen, auf ein zerstörtes Festland hinweisenden Bildungen wiegen im Norden vor; doch fehlen auch kalkige Schichten nicht. Im Süden von Europa sind beide Facies etwa gleichmässig verbreitet; z. B. besteht das Unterdevon in Steiermark und Languedoc wesentlich aus Quarzit. Süss, Antlitz der Erde II p. 291, stellt die Sache etwas anders dar.

*) Ammonitenähnliche Reste, die in mancher Hinsicht an Nautilus erinnern.

wendigen Grundlagen für eine Vergleichung, aber abgesehen davon stimmen nicht einmal die Grenzen der Hauptabteilungen miteinander überein.

Am Anfang und Ende der devonischen Epoche bildet das europäische Reich ein einheitliches Meeresgebiet; zur Zeit des Mitteldevon lassen sich, besonders mit Hilfe der stratigraphischen Gliederung, zwei grössere Provinzen, die rheinische und die russische, sowie zwei kleinere Bezirke, der von Graz und der von Languedoc unterscheiden.

Es ist in neuerer Zeit darauf hingewiesen worden, dass zur Zeit des Mitteldevon ein erhebliches Vordringen des Meeres, eine „Transgression“ auf der Nordhemisphäre stattgefunden habe. Diese Annahme ist nur in beschränktem Masse, in Bezug auf das russische Reich gültig, das zwischen der Bildung des jüngeren Silur und des Mitteldevon wahrscheinlich Festland war. Gerade in Mitteleuropa findet sich hingegen eine solche Verschiedenheit gleichzeitig lebender (mitteldevonischen) Faunen auf kleinem Raum, dass die Annahme eines Steigens des Meeres ganz undenkbar erscheint. Die aus dem nördlichen Nordamerika vorliegenden Daten sind wegen ihrer Lückenhaftigkeit zu weitreichenden Schlüssen nicht verwendbar.

Nur in Russland hat also zur Zeit des Mitteldevon ein Vordringen des Meeres stattgefunden; doch blieb das Becken rings von Land umschlossen. Das Auftreten einer artenarmen, aber individuenreichen Fauna sowie das durch Konzentration des Meereswassers bedingte Vorkommen von Gyps und Salz lässt einen derartigen Schluss berechtigt erscheinen.

Hingegen hat dann zur Zeit des Oberdevon ein Vordringen des Meeres oder wenigstens eine Eröffnung neuer Meeresverbindungen in Europa stattgefunden. Es ist weniger die Lagerung der Schichten als das Vorkommen einer gleichartigen für hohe See bezeichnenden Tierwelt vom Ural bis Südfrankreich, von Devonshire bis Kärnten, welche eine derartige Folgerung geboten erscheinen lässt.

Neben den marinen Ablagerungen findet sich eine devonische Schichtengruppe, der alte rote Sandstein der Engländer, welcher höchst wahrscheinlich in Binnenseen mit brakischem oder süßem Wasser gebildet wurde. Das völlige Fehlen mariner Organismen, wie der sonst

so zahlreichen Brachiopoden und Korallen, die Häufigkeit von Landpflanzen, das Auftreten von den jetzt im Brakwasser lebenden Phyllopoden, Süßwassermuscheln und von Fischen, die den gleichalten marinen Bildungen fehlen, lassen diese Annahme durchaus gerechtfertigt erscheinen. Man hat nach gewissen stratigraphischen und faunistischen Unterschieden eine Anzahl alter Seebecken unterschieden und mit Namen belegt, von denen die kleineren sich auf Wales und das nördliche England verteilen. Der ausgedehnteste Binnensee, der „lake Orkadie“ erstreckte sich wahrscheinlich von Nordschottland bis Norwegen.

Ausgedehnte Binneseen sind nicht ohne grosse Festländer möglich und die Auflagerung des old red sandstone auf marinen Schichten verschiedener Alterstellung legt weiter die Frage nach den Veränderungen nahe, welche die Kontinentalmassen zur Devonzeit erfahren haben.

In Wales, Schottland und Norwegen ist das ganze Devon als Old red entwickelt, der meist ohne scharfe Grenze in die marinen silurischen Schichten übergeht. Man hat sich somit vorzustellen, dass der Abschluss der Binneseen und ihre Aussüßung allmählig erfolgt sei.

Das Auftreten ausgedehnter klastischer Ablagerungen in den abgeschlossenen Becken setzt mächtige Zuflüsse und somit das Vorhandensein eines ausgedehnten Kontinents voraus, der nur im NO oder NW der britisch-norwegischen Binneseen gesucht werden könnte. Südlich in Devonshire und weiterhin in Mitteleuropa sind nur marine Ablagerungen vorhanden.

Ein Festland in der Gegend des Eismees und des atlantischen Oceans würde zugleich die tiefgreifende Verschiedenheit des amerikanischen und europäischen Meeresreiches zur Devonzeit erklären. Dies nordatlantische Festland stammt noch aus älteren geologischen Zeiten und lässt sich weiter in jüngere Perioden hineinverfolgen.

Ein Vergleich der verschiedenen Devonablagerungen des westlichen England lässt die Abweichungen zwischen den pelagischen, litoralen und brakischen Ablagerungen der gleichen Periode deutlich hervortreten: An der Südküste von Devonshire, dem klassischen Lande der Devonformation, beobachtet man neben zahlreichen Eruptivgesteinen mächtige Korallen-Riffe und pelagische Goniatitenschichten (vergl. S. 21).

Thon- und Sandsteinbildungen, welche auf die Zer-

störung älterer Gesteine, bezw. auf die Nähe eines Landes hinweisen, finden sich nur in den tieferen Horizonten. Hingegen besteht an der Nordküste von Devonshire die gesamte Schichtenfolge aus derartigen litoralen Sandsteinen und Schiefern. Riffforallen haben sich in dem schlammigen Wasser der Küste zwar anzusiedeln versucht, sind jedoch nirgends zu bedeutenderer Entwicklung gelangt. Auch in den jetzigen Meeren verlangen die Korallen bekanntlich klares, sedimentfreies Wasser. In Süd-Wales findet man dann die nichtmarinen Ablagerungen des Old red. Die uralte Küstenlinie muss also ungefähr dem Laufe des Kanals von Bristol gefolgt sein.

Weitere Devonbildungen in den Facies des Old red finden sich in Galizien über Brachiopodenmergeln, welche die Fauna des Gotländer Obersilur vermengt mit einigen böhmischen Arten*) führen, im centralen Russland über marinem Mitteldevon und in Nordamerika über dem unteren Oberdevon.

Es ergibt sich daraus eine allmählig fortschreitende Bildung von Landmassen, gewissermassen eine Vorbereitung auf die Periode des Karbon und Perm, während welcher der grössere Teil der geologisch bekannten Gegenden Festland war.

Es sei noch kurz erwähnt, dass nach den bisherigen Nachrichten Südafrika und Australien einen dritten durchaus abweichenden Typus der Entwicklung des Devon erkennen lassen. Die Verschiedenheit spricht sich vor allem darin aus, dass nach oben, nach dem Karbon hin eine natürliche Grenze nicht besteht. Die Geschichte der südlichen Meere war also von dem Entwicklungsgang der Nordhemisphäre wesentlich verschieden.

IV.

Die Veränderungen der vorweltlichen Meeresprovinzen.

Die Veränderungen, welche die verschiedenen Meeresregionen im Laufe der geologischen Epochen erlitten haben, sind wahrscheinlich in erster Linie durch Verschiebungen des Meeresniveaus veranlasst; als ein

*) Vor allem *Rhynchonella Diana* Barr.

zweiter sehr wichtiger Faktor kommt der Einfluss klimatischer Veränderungen hinzu.

Allerdings ist die Einwirkung von Temperaturdifferenzen erst seit der Juraperiode bemerkbar. Die Verteilung der marinen Faunen und der Landflora zur palaeozoischen und Triaszeit steht in keinerlei Abhängigkeit von Zonen, welche dem Aequator parallel laufen. So weist die zur Steinkohlenzeit lebende Flora in der tropischen, der nördlich gemässigten Zone und im polaren Nordamerika nicht nur denselben Charakter, sondern meist auch eine grosse Zahl durchgehend verbreiteter Arten auf. Dabei ist die Mutationsfähigkeit der Steinkohlenflora, oder mit anderen Worten, ihre Abhängigkeit von physikalischen Veränderungen so gross, dass, während man zur Zeit des Carbon und Perm im Meere nur drei wesentlich verschiedene Faunen unterscheiden kann, auf dem Lande zwölf Mal eine entsprechende Aenderung der Pflanzenwelt vor sich geht.

Zu ähnlichen Folgerungen giebt die Thatsache Anlass, dass an den Küsten des stillen Oceans von Neu-seeland bis zum ochotskischen Meerbusen und von Aljaska bis Peru eine Reihe von Triasbildungen vorkommt, welche im wesentlichen dieselbe Fauna enthalten. *)

Da die fraglichen Schichten meist in einer litoralen, durch das Vorwalten der Zweischalergattung *Pseudomonotis* ausgezeichneten Facies vorkommen, so lässt sich mit voller Sicherheit der Schluss auf das Vorhandensein eines gleichartigen, von Pol zu Pol herrschenden Klimas ziehen.

Dagegen gewinnt von der Jurazeit ab die klimatische Zonengliederung mehr und mehr Einfluss auf die zoogeographische Einteilung der Oeane. Während der verschiedenen Epochen des Tertiär kann man in den marinen Ablagerungen Mitteleuropas die stetig vor sich gehende Umwandlung der tropischen Fauna in eine subtropische und in eine solche der warmen gemässigten Zone verfolgen.

Wie sich von vornherein erwarten lässt, ist der Einfluss der die tertiären Epochen abschliessenden Eiszeit auf die Verteilung der marinen Faunen sehr erheblich. Diese Kälteperiode erklärt das Vorkommen arktischer Meeresmuscheln in gewissen Ablagerungen Ostdeutschlands und das noch viel auffälligere Eindringen nordischer

*) Die palaeontologischen Untersuchungen von Mojsisovics und Teller lassen hierüber keinen Zweifel.

Gäste in die Fauna des Mittelmeeres, die im übrigen keine sehr erheblichen Abweichungen von der jetzt lebenden erkennen lässt.

In den litoralen Gewässern des Mittelmeeres sind die nordischen Eindringlinge verschwunden. Dagegen haben dieselben in der kühleren Temperatur der grösseren Meerestiefen zum Teil bis jetzt ausgedauert. Durch neuere Forschungen wurde nachgewiesen, dass die mediterrane Fauna in den grösseren Tiefen eine auffällige Uebereinstimmung mit der der britischen Gewässer zeigt. Auch die eigentlich arktischen Formen wie *Nephrops norvegicus* — ein Verwandter des Hummers' — haben sich an vereinzelten Punkten noch erhalten. Der letztgenannte eigentümliche Krebs lebt an einigen tiefen Stellen des quarnerischen Golfes in grosser Häufigkeit zusammen mit wenigen anderen nordischen Formen, während er dem ganzen übrigen Mittelmeer fehlt. Das Fortdauern nordischer Eindringlinge in grösseren Meerestiefen ist durchaus analog dem Zurückbleiben arktischer Pflanzen und Insekten auf den höheren Gebirgen Mitteleuropas. Das angeführte Beispiel zeigt deutlich, in wie hohem Grade die geschichtliche Entwicklung die Fauna und Flora beeinflusst. (Suess).

Erhebliche Aenderungen werden durch die Verschiebungen des Meeresspiegels in der Verteilung der zoologischen Provinzen veranlasst. Neue Meeresverbindungen eröffnen sich, Einwanderungen aus fernen Ozeanen finden statt und die unvermittelt auftretenden Elemente der Fauna lassen keinerlei Verwandtschaft mit den autochthonen Typen erkennen. Zugleich beginnen infolge des Wechsels der physikalischen Bedingungen und des Kampfes mit den neuen Eindringlingen die alten Bewohner auszusterben. Die beträchtlichen faunistischen Aenderungen, welche derartige geographische Ereignisse zu begleiten pflegten, haben wesentlich die Entstehung der bekannten Kataklysmentheorie mit veranlasst, nach welcher die Geschichte der Erde aus einer oft wiederholten Zerstörung und Neuschöpfung der gesamten organischen Welt bestand.

Auch bei den jetzt herrschenden Ansichten bietet das plötzliche Auftreten neuer Formen eine bequeme und natürliche Handhabe für die Abgrenzung der Schichten.

Besonders bemerkenswert ist das sogenannte Intermittiren, d. h. das scheinbare Aussterben und Wieder-

erscheinen gewisser Gruppen in einer bestimmten Meeresprovinz. So kennt man die Ammonitengattungen *Aegoceras* und *Amaltheus* aus der mittleren Abteilung und den obersten Grenzsichten der alpinen Trias. Dazwischen fehlen dieselben vollständig, sind also in Meeresteile ausgewandert, die man im vorliegenden Falle wahrscheinlich im SO zu suchen hat.

Die der palaeozoischen Ammonitengruppe (Fig. 6) *Prolecanites* eigentümliche Verbreitung ist in ähnlicher Weise zu erklären. Dieselbe erscheint zuerst in Europa auf der Grenze von Mittel- und Oberdevon in ziemlich starker Entwicklung, wird im unteren Oberdevon überaus selten



Fig. 6. *Goniatit*: *Prolecanites lunulicosta*. Oberdevon. Dillenburg i. Nassau.

und fehlt im mittleren Oberdevon vollständig. Dagegen kennt man aus dem letzteren Horizont in Nordamerika einen häufigen und weitverbreiteten Vertreter von *Prolecanites*. Während der Bildungszeit des oberen Oberdevon scheint die Gattung nach Europa zurückgekehrt zu sein und im unteren Carbon kommen typische Vertreter auf beiden Erdhälften vor.

Das Entstehen neuer Landschranken veranlasst die eigenartige Entwicklung von ursprünglich einheitlich gestalteten Faunen. Die Veränderung wirkt selbstverständlich dann besonders einschneidend, wenn ein Meeresteil, wie etwa das sarmatische Becken der jüngeren Tertiärzeit (vergl. unten) von der Verbindung mit dem offenen Ocean abgeschnitten und allmählig ausgesüsst wird.

Die Ursachen für das Steigen und Fallen des Meeresspiegels beruhen wahrscheinlich zum kleineren Teile auf Bewegungen des äusseren Felsgerüsts der Erde, zum grösseren Teile auf Veränderungen des Meeresniveaus, deren Vorhandensein zwar zweifellos erscheint, deren Erklärung aber noch nicht gelungen ist.

Die Aufwölbung von Gebirgsketten, die Bildung von Vulkanen auf dem Meeresgrunde scheinen, so sehr sie die Oberflächengestalt des festen Landes beeinflussen, für die Trennung grösserer Meeresbecken fast bedeutungslos zu sein; wenigstens sind keine derartigen Fälle bisher bekannt geworden.

Von grösserer Wichtigkeit für die Veränderung der Meeresprovinzen ist dagegen der Einsturz ausgedehnterer Teile der Lithosphaere. So verband der Einbruch des an Stelle des aegaeischen Meeres befindlichen Festlandes — ein Ereigniss, das in geologisch junger, jedenfalls erst in postglacialer Zeit stattgefunden hat — den Pontus mit dem Mittelmeer. In dem Becken des heutigen schwarzen Meeres und in den benachbarten Ländern befand sich während des letzten Abschnittes der Tertiärperiode der brakische, allmählig nach Osten zu eingeeengte und ausgesüsst „sarmatische“ Binnensee, der durch die Verbindung mit dem Mittelmeer wiederum eine Meeres-Fauna erhielt. Die Reste der sarmatischen Fauna leben heute noch im Kaspi-See. Ein Geologe der Zukunft, welcher dereinst den Boden des jetzigen Pontus untersucht, wird hier wahrscheinlich über Kalken mit Süsswasserschnecken eine marine Formation in ungleichförmiger Lagerung antreffen.

Von grossartiger Wirkung war der Einbruch des uralten indo-afrikanischen Festlandes, der wahrscheinlich am Anfang der Jura-Periode begann und bis an das Ende der mesozoischen Ära fort dauerte. Aus den nach Norden oder nach Süden verweisenden faunistischen Eigentümlichkeiten der verschiedenen Schichtengruppen lassen sich Rückschlüsse über die Ausdehnung der Continente bzw. über den allmählichen Fortgang des Einbruchs ziehen. So zeigen die mittleren und oberen Kreideschichten von Natal und Dekkan erhebliche Abweichungen von den gleich alten in Nordindien, Arabien und Aegypten vorkommenden Bildungen; man wird somit für die Kreidezeit im mittleren Teile des indischen Oceans eine Landverbindung anzunehmen haben, etwa ähnlich der, welche jetzt die Fauna von der mediterranen des Rothen Meeres trennt.

Auf das Vorhandensein von solch grossartigen Brüchen wird man mit einiger Wahrscheinlichkeit schliessen dürfen, wenn kein Zusammenhang zwischen dem Verlauf der Küste und dem allgemeinen geologischen Bau des Landes, insbesondere dem Streichen der Schichten besteht. Ausschlaggebend für die Auffassung war in den vorliegenden Fällen jedoch der Umstand, dass sowohl im indo-afrikanischen Gebiet wie im griechischen Archipel die in ihrer Lage verbliebenen Schollen aus Süsswasserschichten bestehen, die sich an der gegenüberliegenden Küste mit denselben oder mit wenig veränderten Merkmalen fortsetzen.

In ungleich bedeutenderer Weise wird die Begrenzung der Continente und Meere durch diejenigen Erscheinungen beeinflusst, welche man bis vor kurzem allgemein als säkulare Hebungen und Senkungen des Landes bezeichnete, während Suess dieselben neuerdings als Schwankungen des Meeresspiegels auffasst. Die Meinungen über den Gegenstand stehen sich noch unvermittelt gegenüber.

Ein erheblicher Wechsel in der Verteilung von Festland und Meer hat noch in jüngster geologischer Zeit, nach dem Ablauf der grossen Eisperiode stattgefunden, wie die alten zuerst aus Norwegen bekannt gewordenen Strandlinien und Terrassen beweisen. Die Strandlinien sind durch Einwirkung der Brandung während eines Stillstandes des Meeresniveaus in den Fels eingengagt; die Terrassen beweisen ihren Zusammenhang mit der Eiszeit dadurch, dass die höchstgelegenen unter ihnen, welche sich 200 *m* über dem jetzigen Meeresspiegel befinden, arktische Tierreste enthalten, während die Fauna der tiefer gelegenen mit der der heutigen Küste übereinstimmt.

Entsprechende Beobachtungen liegen vor aus Grossbritannien, Spitzbergen, Grönland und dem nördlichen Nordamerika sowie andererseits von der Südhemisphäre, von Südafrika, Südastralien und dem südlichen Südamerika.

Dem Aufsteigen des Landes in den Polarländern steht ein Sinken desselben in den äquatorialen Gegenden gegenüber. Zwar ist der letztere Vorgang im allgemeinen weniger leicht festzustellen als der erstere. Jedoch kann mit einiger Sicherheit der äquatoriale Teil des stillen Oceans mit Rücksicht auf die grosse Ausdehnung der Korallenriffe als ein Senkungsgebiet aufgefasst werden. Bekanntlich ist nach Darwin die Entstehung der hier in Frage kommenden Atolls nur auf sinkendem Meeresboden möglich und trotz zahlreicher neuerer Angriffe*) bietet die genannte Theorie für eine grosse Klasse von Erscheinungen immer noch die naturgemässeste, in den meisten Fällen zutreffende Erklärung.

Im Sinne der einen Anschauung wird man in dem geschilderten Vorgang ein Abströmen des Wassers von den Polen zum Aequator sehen; nach der entgegengesetzten Auffassung ergäbe sich ein Sinken des Landes um den Aequator, ein Ansteigen an den Polen oder mit

*) Vergl. „Naturw. Wochenschr.“ III S. 144.

anderen Worten eine Abnahme der Abplattung der Lithosphäre.

Aehnliche, zum Teil noch grossartigere Veränderungen haben im Verlaufe der früheren Erdepochen mehrfach stattgefunden. Geologisch wichtig ist besonders der als Transgression bezeichnete Vorgang, d. h. das Uebergreifen mariner Schichtengruppen über den räumlichen Verbreitungsbezirk der nächst älteren Formationen, oder mit anderen Worten ein Vordringen des Meeres. Ein Rückzug des Oceans ist aus der Einschränkung des Verbreitungsbezirks mariner Ablagerungen oder mit grösserer Sicherheit aus der Vertretung derselben durch Süsswasserschichten zu folgern.

Der Einfluss solcher Veränderungen auf die Verteilung der Organismen wird aus dem vergleichenden Studium den triadischen Ablagerungen der Alpen und des mittleren Deutschlands ersichtlich. Zur Zeit der mittleren Trias bestand eine mittelbare Verbindung zwischen der deutschen Meeresbucht und dem alpinen Gebiet, das einen Bestandteil des damaligen Weltmeeres ausmachte. Der Zusammenhang wurde bei Beginn der oberen Trias unterbrochen und die genannte ausgedehnte Meeresbucht in einen Binnensee mit salzigem oder brakischen Wasser umgewandelt. Der deutsche Triassee, der dem jetzigen kaspischen Meere vergleichbar ist, erstreckte sich durch Lothringen und die Schweiz bis in das südliche Frankreich und bis nach Sardinien.

Zu gleicher Zeit sonderten sich auch die triadischen Ablagerungen der Ostalpen in zwei scharf geschiedene Meeresprovinzen. Die mediterrane Provinz umfasste die südlichen und nördlichen Kalkalpen mit Ausnahme des nordöstlichen Teils und erstreckte sich längs des Nordrandes der Karpathen bis Südrußland.

Die Schichten der nach dem alten Namen von Salzburg so genannten „juravischen Provinz“ haben ihren Hauptvertreter in den bunten Hallstädter Kalken des Salzkammerguts, bilden aber, wie sich aus ihren faunistischen Beziehungen zu der ostindischen Trias*) und dem

*) Vielleicht die merkwürdigste Erscheinung ist das Vorkommen einer Korallengattung, deren einzige bisher bekannte Vertreter am Karakorumpass und bei Hallstadt beobachtet worden sind. In Indien wurde dieselbe von dem hochverdienten deutschen Geologen Stoliczka gefunden und von Duncan als *Stoliczkania* beschrieben; jedoch ergab sich aus den Untersuchungen des Verf. die Identität

Vorkommen ähnlicher Tierreste in Kleinasien nachweisen liess, den letzten Ausläufer eines in südöstlicher Richtung gelegenen Weltmeers.

Die beiden Provinzen sind während der Bildungsdauer der unteren Stufe der oberen Trias scharf getrennt; in der mittleren Stufe tritt eine allmähliche Mengung der Faunen ein, und die oberste Stufe der Trias, die rhaetische, breitet sich in pelagischer Ausbildung über das Gebiet der beiden älteren Meeresprovinzen, wie über die von dem deutschen Binnenmeer bedeckte Fläche aus*).

Es hat also gegen Ende der Triaszeit ein erhebliches Vordringen des Meeres stattgefunden, das nicht nur die, wahrscheinlich durch eine Inselreihe gebildete Grenze zweier Meeresprovinzen, sondern auch das nördlicher gelegene Festland überflutete und einen abgetrennten Binnensee wieder mit dem Ocean in Verbindung setzte. Die Reste einer überall gleichartig gestalteten Tierwelt erfüllten die obersten Triasablagerungen des mittleren Europa, während man aus den unmittelbar vorher gebildeten Schichten 3 verschiedenartige gleichalte Faunen kennt.

So wichtig die rhaetische Transgression für Mitteleuropa war, so wird sie doch an allgemeiner Bedeutung von der der oberen Kreide übertroffen, welche sich auf den grössten Teil der geologisch durchforschten Festländer erstreckte.

In Europa ist nur in Frankreich, England und einem kleinen Teile von Deutschland untere Kreide vorhanden und die oberen Glieder dieser Formation liegen fast durchweg übergreifend auf krystallinischen Gesteinen, palaeozoischen Ablagerungen, Trias und Jura. Ebenso breitet sich im ganzen Gebiete der Mittelmeerländer östlich bis Afghanistan reichend, ferner im Süden der indischen Halbinsel obere Kreide über ältere Ablagerungen aus. Aehnliche Beobachtungen liegen aus Südafrika, Ostasien und dem grössten Teile des amerikanischen Kontinentes vor.

Im Gegensatz zu dieser enormen Verbreitung mariner Schichten steht eine entschiedene Einengung der Ozeane

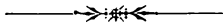
von Stoliczkaria mit dem seit langer Zeit bekannten Heterastridium von Hallstadt.

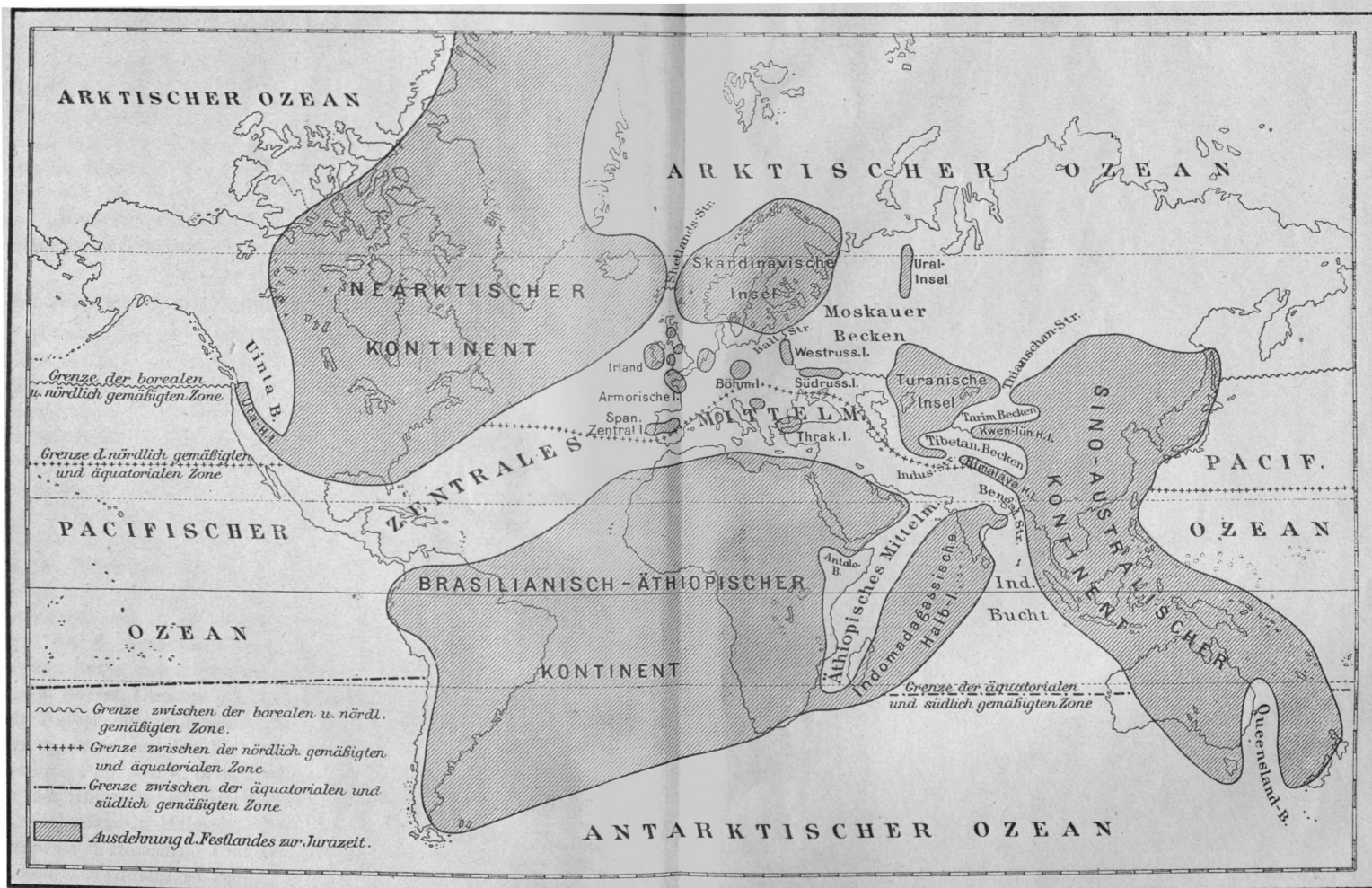
*) Die epochemachenden Forschungen von Mojsisovics haben über diese Fragen die nötige Aufklärung gegeben.

während der Bildungszeit des älteren Jura und der Grenzsichten von Jura und Kreide.

Wie sehr durch grossartige Ereignisse, wie die Transgression der oberen Kreide die Verteilung von Festland und Meer und die Anordnung der Meeresprovinzen betroffen wurde, bedarf keiner weiteren Ausführung.

Die zahlreichen Veränderungen, welche die Erdoberfläche im Verlaufe der geologischen Epochen betroffen haben, veranlassen eine immer weiter fortschreitende Differenzierung der physikalischen Lebensbedingungen. Vor allem verursacht der, sich mehr und mehr verstärkende Einfluss klimatischer Verschiedenheiten eine mannigfaltige Ausbildung der Tiere und Pflanzen. Wenn auch die stetig fortschreitende Entwicklung der organischen Welt nicht als einfaches Widerspiel der physikalischen Verhältnisse angesehen werden kann, so ist doch ein Parallelismus in der sich steigernden Differenzierung in der Gestalt der Erdoberfläche und der allmäligen Vervollkommnung der auf derselben lebenden organischen Wesen nicht zu verkennen.





Taf. 2. Verteilung von Meer und Land zur Jurazeit. — (Aus Neumayr, Erdgeschichte.)



Taf. 3. Das östliche Mittelmeer zur älteren Pliocaenzeit. — (Aus Neumayr, Erdgeschichte.)