

Die kambrische Fauna im Rahmen der organischen Gesamtentwicklung

von

G. Steinmann

Sonderabdruck aus: »Geologische Rundschau« Band I, Heft 5/6



Leipzig

Wilhelm Engelmann

1910

INHALT

Seite

Aufsätze:

Steinmann, Die kambrische Fauna im Rahmen der organischen Gesamtentwicklung. (Schluß)	81
Gerth, Gebirgsbau und Facies im südlichen Teile des Rheinischen Schiefergebirges. (Mit 2 Textfiguren)	82

Kleinere Mitteilungen:

Quensel, Beitrag zur Geologie der patagonischen Cordillera	297
Salomon, Die Spitzbergenfahrt des Internationalen Geologischen Kongresses	302

Besprechungen:

Büßerschnee (H. Heß)	310
Die geologischen Grundlagen der jungtertiären und diluvialen Entwicklungsgeschichte des Rheinischen Schiefergebirges (C. Mordziol)	313
Kaustobiolithe (H. Potonié)	327
Überreste tertiärer Verwitterungsrinden in Deutschland (H. Stremme)	337

Geologischer Unterricht:

Geologische Lichtbilder, herausgegeben von der Geologischen Vereinigung. (Mit Taf. II—VII)	345
Bücher- und Zeitschriftenschau	346
Gesellschaften, Versammlungen, Institute usw.	350
Personalia	351
Geologische Vereinigung	352
Einladung zur 2. Hauptversammlung	354

Die Fachgenossen und Verleger werden gebeten, Bücher und Sonderabzüge zum Zweck der Besprechung an den Verleger der Rundschau Wilhelm Engelmann, Leipzig, Mittelstraße 2 zu senden. Ebendahin sind auch Beschwerden über nicht zugegangene Hefte der Zeitschrift zu richten.

Zusendungen an die Redaktion.

An den Redakteur Professor G. Steinmann, Bonn, Poppelsdorfer Allee 98 sind zu senden:

1. Manuskripte von Aufsätzen und kleineren Mitteilungen, Notizen usw
2. Besprechungen aus den Gebieten: Tektonik, Niveauschwankungen Morphologie, Erosion, Glazialgeologie, Sedimentbildung, Erdöl, Kohlen usw. Geologischer Unterricht.

An den Mitredakteur Professor W. Salomon, Heidelberg

Besprechungen aus den Gebieten: Chemische Geologie, Petrographie, Salzlagerstätten, Metamorphosen, Erzgangbildung, Präkambrium, Erdinneres, Vulkanismus, Erdbeben, Geologie anderer Weltkörper, Technische Geologie.

An den Mitredakteur Professor O. Wilckens, Jena, Reichardtstieg 4:

Besprechungen aus den Gebieten: Stratigraphie, Regionale Geologie.

Die Verfasser von Aufsätzen erhalten 100 Sonderabzüge unentgeltlich, weitere gegen Erstattung der Herstellungskosten. Zusammenfassende Besprechungen werden mit 60 \mathcal{M} , Einzelreferate und kleinere Mitteilungen mit 40 \mathcal{M} für den Bogen honoriert. Von den Referaten werden 50 Sonderabzüge unentgeltlich, weitere gegen Erstattung der Herstellungskosten geliefert.

Über die Beigabe von Abbildungen ist vorherige Verständigung mit der Redaktion erforderlich.

Im Manuskript sind zu bezeichnen:

Autornamen ~~~~~ (Majuskel), Fossilienamen — — — — (kursiv), wichtige Dinge ————— (gesperrt), Überschriften = = = = (fett).

Die kambrische Fauna im Rahmen der organischen Gesamtentwicklung.

(Aus einem Vortrage, der auf dem 11. Internationalen Geologenkongress in Stockholm gehalten worden ist.)

Von

G. Steinmann (Bonn).

Nach dem heutigen Stande unserer Erfahrung erscheint die kambrische Lebewelt ungewöhnlich dürftig und unvollständig im Vergleich zu späteren Stadien der organischen Entwicklung, und die richtige Bewertung dieser Tatsache wird noch erschwert durch das fast vollständige Fehlen organischer Reste aus vorkambrischer Zeit. Vielfach ist man geneigt, in diesen beiden Erscheinungen den Ausdruck ungewöhnlicher und unverständlicher Vorgänge zu erblicken oder sie zurückzuführen auf einen ganz primitiven, noch unentwickelten Zustand der Schöpfung in jenen Zeiten. Wollen wir aber einen gesicherten Standpunkt für die sachgemässe Beurteilung jener auffallenden Tatsachen gewinnen, so müssen wir folgende Überlegungen vorausgehen lassen.

1. Es zweifelt wohl kaum jemand ernstlich daran, dass das Leben des Süsswassers, sowie des festen Landes und der Luft aus dem des Meeres hervorgegangen ist. Dieser Umbildungsvorgang hat sich im Laufe der Zeit in immer umfangreicherem Masse vollzogen, er hat auch sicherlich erst begonnen, nachdem die Lebewelt des Meeres längere Zeit bestanden hatte. Wenn wir daher vor dem Karbon noch keine Vierfüssler und Insekten, vor dem Devon keine Landpflanzen und vor dem Silur kein luftatmendes Tier überhaupt kennen, so gelangt hierin aller Wahrscheinlichkeit nach der noch unentwickelte Zustand der Tier- und Pflanzenwelt mit zum Ausdruck.

Ähnlichen Erscheinungen begegnen wir ja auch in jüngeren Zeiten in dem späten Erscheinen der Vögel und Säuger, der mannigfaltigen Süßwasser- und Landmollusken, sowie der Dikotyledonen. Das erste Auftreten dieser Organismengruppen, wie wir es heute kennen, bezeichnet zwar keinesfalls die Zeit ihrer ersten Entstehung überhaupt, aber da ihre Ausbreitung über die Erde längere Zeit beansprucht hat, so wäre es als ein besonders glücklicher Zufall zu bezeichnen, wenn ihr erstes Entstehungsgebiet sich gerade auf den heute sichtbaren Festlandsmassen befunden hätte und wenn wir es heute schon entdeckt hätten. Wie dem aber auch sein möge, das Fehlen dieser Teile der Lebewelt im Kambrium und in den vorkambrischen Sedimenten kann nicht wohl besonders auffallend genannt werden; es erklärt sich vielmehr hinreichend aus dem unentwickelten Zustande der Schöpfung in älteren Zeiten.

2. Aus jeder einzelnen Phase der Entwicklungsgeschichte des Planeten und seiner Bewohner kennen wir nur ein Bruchstück, und diese unleugbare Tatsache sollte uns in jedem Falle voll bewusst bleiben, wo wir versuchen, Gesetzmäßigkeiten im geschichtlichen Verlaufe zu ermitteln, gleichgültig, ob es sich dabei um geologische oder biologische Fragen handelt. Freilich ist nichts mehr dazu angetan, die Bedeutung dieser Tatsache zu verschleiern, als die gebräuchliche Ausdrucksweise in unseren Lehrbüchern und Abhandlungen. Man drückt sich dabei allgemein so aus, als ob der doch zweifellos nur unvollständige und provisorische Stand unserer heutigen Kenntnisse so gut wie endgültig und angenähert vollständig sei, und als ob wir auf dieser Grundlage bindende Schlüsse in allgemeinen Fragen vornehmen könnten. So gelten z. B. die Karbonzeit einerseits, die Tertiärzeit andererseits stets als Perioden ungewöhnlich ausgehnter Gebirgsfaltungen und vulkanischer Tätigkeit, die Karbonzeit ferner als ein Zeitabschnitt ungewöhnlich ausgebreiteter Kohlenbildung. Praktisch trifft das zwar zu, aber solche Behauptungen sind nur gerechtfertigt, wenn hinzugedacht oder -gesagt wird, „auf dem Viertel der Erdoberfläche, das wir angenähert zu kennen glauben.“ Denn was sich auf den übrigen drei Vierteln der Erdoberfläche, die das Meer verhüllt, in den verschiedenen Erdperioden abgespielt hat, wissen wir überhaupt nicht, und nur für ganz beschränkte Teile der heutigen Meeresgebiete können wir einzelne Vorgänge früherer Zeiten mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit interpolieren; so wenn wir für das unsichtbare Verbindungsstück zwischen Westeuropa und dem Osten Nordamerikas eine karbonische Faltung und

eine permisch-triadische Festlandszeit annehmen, oder wenn wir uns Afrika und Südamerika vom Perm bis in die Kreide hinein zu einer geschlossenen Festlandsmasse über den Bereich des Atlantischen Ozeans vereinigt denken. Zu welchen Zeiten aber Gebirgsfaltungen, Kohlenbildungen und vulkanische Tätigkeit z. B. im pazifischen Bereiche stattgefunden haben, dessen Fläche die der heutigen Festländer bekanntlich noch übertrifft, entzieht sich grösstenteils jeder berechtigten Mutmassung. Von der vulkanischen Tätigkeit wissen wir jetzt so viel, dass sie an der Umrandung des Pazifik (Südamerika, Nordamerika und Molukken) während der mesozoischen Zeit ausserordentlich bedeutend und wohl ebenso umfangreich gewesen ist, wie zur Karbon- und Permzeit auf den übrigen Landflächen. Niemand vermag aber zu sagen, ob nicht unter dem Pazifik noch viel ausgedehntere vulkanische Massen aus mesozoischer Zeit verborgen liegen. Ebenso wenig sind wir imstande zu mutmassen, ob und in welchem Masse während des Mesozoikums Gebirgsbildungen im pazifischen Gebiete Platz gegriffen haben; sie können dort sehr ausgedehnt und sehr intensiv gewesen sein. Man darf hiernach wohl behaupten: wir sind überhaupt nicht berechtigt, auf der mangelhaften Grundlage, die wir von allen geologischen Erscheinungen der Vorzeit besitzen, allgemein gültige Gesetzmässigkeiten über ihre Periodizität abzuleiten; noch viel weniger dürfen solche scheinbare Gesetzmässigkeiten etwa als Ausgang für weittragende Theorien dienen, wie über die Zahl der Eiszeiten oder deren Abhängigkeit von Veränderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre, soweit diese auf einer Periodizität der vulkanischen Vorgänge oder dergl. beruhen soll.

Nicht minder unvollständig gestaltet sich unsere Statistik vom Entwicklungsgange der Lebewelt, und auch hier steht unsere Ausdrucksweise vielfach noch im Banne einer etwas beschränkten und kurzsichtigen Betrachtungsweise. Aus den winzigen Bruchstücken, die man heute kennt, aus diesen Brocken der einzelnen Phasen des Entwicklungsganges kann man nicht ein An- und Abschwollen derjenigen Tier- und Pflanzengruppen ableiten, die von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart reichen. Das heisst Zufälligkeiten zu Gesetzmässigkeiten erheben. Vielmehr muss man aus der Kenntnis aller Zeiten heraus, die erst in ihrer Gesamtheit ein einigermaßen vollständiges Bild enthüllen, den Zustand jedes einzelnen Zeitabschnittes zu verstehen und zu bewerten und sich das Fehlende zu ergänzen suchen. Daraus folgt dann für den besonderen Fall der kambrischen Fauna, dass sie wie die späteren erst im Rahmen des gesamten Ent-

wickelungsganges verständlich werden kann, wobei freilich für sie eine besondere Schwierigkeit hinzukommt: unsere fast vollständige Unkenntnis von der Tierwelt, die ihr vorausgegangen ist.

3. Weder die Geschichte der marinen Tier- und Pflanzenwelt vom Silur bis zur Gegenwart, noch die geologischen Erscheinungen in diesem Zeitraum geben Veranlassung, einen irgendwie nennenswerten Wechsel der allgemeinen Lebensbedingungen im Meere anzunehmen. Es fragt sich nun, ob zur kambrischen oder vorkambrischen Zeit in dieser Beziehung nicht doch andere Verhältnisse geherrscht haben als später. Nach der Ansicht mancher Forscher soll das der Fall gewesen sein. So hat i. Bes. DALY die Armut der kambrischen Fauna an kalkraubenden Organismen¹⁾ auf einen geringeren Gehalt der damaligen Meere an Kalksalzen zurückzuführen versucht. Ich vermag keinen sicheren Anhaltspunkt zu finden, der zu einer solchen Annahme berechtigte. Denn überall, wo tonige Sedimente in grosser Menge vorhanden sind, wie in den kambrischen und algonkischen Bildungen, müssen bei ihrer Entstehung aus tonerhaltigen Silikaten auch die übrigen Basen, Alkalien, Kalkerde, Bittererde, Eisenoxyde in entsprechenden Mengen frei geworden und ins Meer geführt worden sein, und das um so sicherer, als ja unter den vorsilurischen Massengesteinen die basischen und kalkreichen Typen keineswegs fehlen. Wenn wir nun weiterhin sehen, wie die Organismen, i. B. die kalkraubenden, dem Meere andauernd die reichlich zugeführten Kalksalze entziehen und es in silurischer Zeit schon in wesentlich gleicher Weise getan haben wie heute, so werden wir auch für die kambrische Zeit nicht erhebliche andere Eigenschaften der Organismen voraussetzen dürfen. Denn in einem kalkreichen Meere müssen nicht nur die kambrischen, sondern auch schon die Organismen viel älterer Zeiten gelebt haben. Kalkraubende Formen fehlen ja auch keineswegs im Kambrium. (Archaeocyathiden, Cystideen, kalkschalige Brachiopoden, Gastropoden, Hyolithes usw.). Ihre Skelettbildungen deuten auch keineswegs darauf hin, dass sie ein geringeres Aufnahmevermögen für Kalksalze besessen haben als ihre Verwandten in jüngeren Zeiten (soweit man diese kennt).

¹⁾ Kalkraubend mögen der Kürze halber diejenigen Organismengruppen genannt werden, die wie die Foraminiferen, Steinkorallen, Echinodermen, Mollusken usw. sehr reichlich Kalksalze zum Aufbau ihrer Schalen und Gerüste verwenden. Wir kennen sie aus kambrischer Zeit nur ganz spärlich im Vergleich zu den reichlich vorhandenen Krebs- und Brachiopodenresten. Im Silur erscheinen sie dann in grosser Fülle und Mannigfaltigkeit.

Nun hat DALY gemeint, die Kalksalze der kambrischen Meere wären vorwiegend durch das abgestorbene und faulende Protoplasma als Karbonat ausgefällt worden, so dass den lebenden Tieren nicht viel übrig geblieben wäre. Gegen diese Hypothese spricht aber ganz entschieden das eben erwähnte Vorkommen normaler Kalkhüllen bei verschiedenen kalkraubenden Tiergruppen wie Cystideen, Archaeocyathiden u. a. Auch in diesem Falle dürfte der Satz Geltung haben, dass das Lebende den Vorrang vor dem Toten besitzt.

4. Es darf nach unseren heutigen Erfahrungen als eine allgemein gültige Gesetzmässigkeit bezeichnet werden, dass unter sonst gleichen Verhältnissen die Lebewelt einer Formation um so dürftiger auf uns gekommen ist, je älter diese ist. Denn je früher ein Sediment gebildet worden ist, um so häufiger ist es einer Umwandlung ausgesetzt gewesen, die den Fossilinhalt mehr oder weniger unkenntlich gemacht oder ganz verwischt hat. Die beiden bedeutendsten Vorgänge der Metamorphose, die wir kennen, die Kontaktmetamorphose und die regionale, wirken in diesem Sinne. Dabei ist wichtig im Auge zu behalten, dass beide (in jüngeren Zeiten wenigstens) der Hauptsache nach an die Gebiete früherer Geosynklinalen gebunden sind¹⁾.

Wo nun in jüngeren Zeiten Tiefengesteine in grösserem Umfange in Faltengebirge injiziert worden sind, da sind natürlich die ältesten Sedimente immer am stärksten von ihrer Kontaktmetamorphose betroffen worden. Denn wo wir jüngere Sedimente die Kontakthülle um Lakkolithe oder Batholithe bilden sehen, dürfen wir annehmen, dass die älteren Sedimente der betreffenden Gegend in grösserer Tiefe zurückblieben, unter der sichtbaren Eruptivmasse liegen und dort naturgemäss einem höheren Grade der Umwandlung verfallen sind²⁾. Fanden aber in derselben Gegend früher schon einmal Intrusionen von Massengesteinen statt, so wurden die älteren Sedimente allein schon einmal von der Umwandlung betroffen.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei der Regionalmetamorphose. In jüngeren Zeiten hat sich diese nur innerhalb der Faltengebirge von sehr verwickeltem Baue (von alpinem Charakter) geltend gemacht, und es sind davon nur bestimmte tektonische Zonen ohne besondere Rücksicht auf das Alter der Gesteine betroffen worden.

¹⁾ Das sind aber, wie später erörtert werden soll, zugleich im wesentlichen die Regionen, in denen die grösste Mannigfaltigkeit der Meerestiere herrscht.

²⁾ Oder nach der Auffassung mancher Forscher vom Magma eingeschmolzen sind.

Nur in den unteren, tief versenkten Decken und in den Wurzelregionen geht der Umbildungsvorgang bis zur vollständigen Umkristallisation, die die organischen Einschlüsse unseren Augen entzieht. Da aber in den Wurzelregionen die älteren Gesteine offenbar in relativ erheblichem Umfange zurückgeblieben sind, während die jüngeren in ihrer Hauptmasse deckenartig vorgestossen wurden, so ergibt sich doch auch in diesem Falle ein Plus zu Ungunsten der älteren Gesteine.

Weiterhin muss aber berücksichtigt werden, dass die Umbildung der Sedimente durch Regionalmetamorphose in sehr frühen Zeiten leichter und vollständiger erfolgt ist, als später. Denn da die Umbildung, soweit wir ermessen können, nicht etwa nur von der mechanischen Inanspruchnahme abhängig ist, sondern in höherem Grade von der Höhe der Erdwärme, die auf sie wirkte, so muss in älteren Zeiten die Umwandlung schon in geringerer Tiefe stattgefunden haben als später, weil die Temperatur der Erdrinde damals allgemein höher war. Es ist aber auch wahrscheinlich, dass intensive Gebirgsbildung, die zur Regionalmetamorphose führt, in früheren Zeiten sich auf ausgedehntere Zonen erstreckt hat als später.

Wie hoch wir nun aber den Einfluss dieser Faktoren für die Frage einschätzen mögen, die uns beschäftigt, sie genügen nicht, um den weiten und schroffen Abstand vollständig zu erklären, der zwischen der reichen Silurfauna und der armseligen kambrischen und der noch armseligern vorkambrischen besteht. Nur eine allmähliche, nicht aber eine so sprunghafte Abnahme der Überlieferung lässt sich aus diesen Erwägungen heraus erklären. Hier kommt eben noch ein anderes Moment in Frage.

Die paläontologische Überlieferung aus den verschiedenen Zeiten der Erdgeschichte ist, auch abgesehen von den allerältesten Formationen, sehr ungleich, und sie ist aus manchen jüngeren Abschnitten nicht nur nicht vollständiger, sondern eher noch unvollständiger als aus dem Kambrium. Fassen wir z. B. die Epoche des Rhäts ins Auge. Viele Abteilungen oder gar Klassen der Wirbellosen kennt man aus den Meeresabsätzen dieser Zeit so gut wie gar nicht: Foraminiferen, Radiolarien, Spongien, Hydrozoen, Echinodermen, Bryozoen, Cephalopoden und Crustaceen; einige wenige Abteilungen sind reichlich vertreten, wie Zweischaler und Brachiopoden, andere in mässiger Mannigfaltigkeit wie Korallen und Schnecken. Wir haben hier also einen ganz ähnlichen Fall, wie zur Zeit des Kambriums. Schwerlich wird es aber heute noch jemand einfallen, die Armut der

rhätischen Fauna als eine dieser Zeit allgemein anhaftende Eigentümlichkeit aufzufassen und anzunehmen, dass alle jene Tiergruppen, die vorher und nachher in üppigster Entfaltung auftreten, wie die Cephalopoden, Echinodermen, Bryozoen usw. auf die spärlichen Vertreter reduziert gewesen wären, die uns heute vorliegen. Wir kommen vielmehr nicht um die Annahme herum, dass die reich bevölkerten Meere der Rhätzeit fast ausschliesslich ausserhalb der heutigen Kontinente, d. h. im Bereich derjenigen Dreiviertel der Erdoberfläche gelegen waren, die heute das Meer bedeckt. Damit stimmt denn auch sehr wohl das Fehlen von ausgesprochenen Hochsee- und Tiefseeablagerungen aus dieser Zeit und das Überwiegen detritogener Epikontinentalbildungen überein. Diese letzteren erreichen ja z. B. gerade in Mittel- und Nord-West-Europa eine ungeheure Verbreitung, und trotzdem ist ihr Fossil-Inhalt ausserordentlich artenarm und fast überall gleich. Aber auch im Bereiche der alpinen Faltenzüge, wo organogene Kalksedimente vielfach im Rhät herrschen, verzeichnen wir eine bemerkenswerte Einförmigkeit der Tierwelt.

Ähnlich unvollkommen gestaltet sich auch die Überlieferung aus der Zeit des Buntsandsteins. Die weit verbreiteten epikontinentalen Sandsteinabsätze in Europa enthalten zumeist nur in ihren obersten Lagen einige ganz spärliche Reste. Wo aber wie in Dalmatien, Südasiens, Ostsibirien und auf Timor vielleicht ein grösserer Reichtum an organischen Einschlüssen herrscht, trifft man nebst einigen Zweischalern und Schnecken fast nur Ammoniten. So sind uns tatsächlich bis heute die meisten Klassen der Wirbellosen aus der Zeit der Untertrias noch gänzlich unbekannt, namentlich die Foraminiferen, Radiolarien, Spongien, Korallen, Bryozoen, Echinodermen und Krebse. Also auch hier ein ganz ähnliches Bild, wie zur kambrischen oder rhätischen Zeit, was die Formenarmut der uns bekannten marinen Tierwelt anbetrifft. In allen drei Fällen besitzen wir nur einen ganz schmalen Ausschnitt aus der Meerestierwelt der Wirbellosen, der sich im Kambrium wesentlich nur aus Krebsen und Brachiopoden, in der Untertrias wesentlich nur aus Cephalopoden und Zweischalern und im Rhät wesentlich nur aus Zweischalern, Brachiopoden und Korallen zusammensetzt. Diese Nebeneinanderstellung verdeutlicht am besten das Moment des Zufalls, das bei der Überlieferung der Vorwelt mitspielt.

Man könnte diesem Vergleiche zwischen der Lückenhaftigkeit der Überlieferung aus kambrischer und der aus untertriadischer und

rhätischer Zeit entgegenhalten, dass das Kambrium doch einen viel grösseren Zeitraum umfassen muss als die Untertrias oder gar das Rhät. Das ist möglich, vielleicht sogar wahrscheinlich, aber schwer erweisbar. Denn die Mächtigkeit der Absätze kann nicht allein als ausschlaggebend angesehen werden. Wenn wir uns aber ein wenig von den Fortschritten der letzten drei Jahrzehnte fortdenken, uns zurückversetzen in die Zeit, wo die wenigen reichen Fundstellen der permischen Fauna in Südasien, Sizilien, am Ural, in Texas und auf Timor noch nicht erschlossen waren, so weitet sich der überlieferungsarme Zeitraum an der Grenze von Paläozoikum und Mesozoikum ganz erheblich bis ins Oberkarbon zurück und lässt sich seinem Umfange nach wohl mit dem Kambrium auf eine Linie stellen. Jede der bekannten reichen Fundstellen permischer Fossilien hat unsere Vorstellungen von der Tierwelt jener Zeit erheblich erweitert, und welche weite Lücke würde darin klaffen, wenn die kleinen Felsklippen von Palazzo Reale zufällig auch der Zerstörung anheim gefallen wären!

Wie schon angedeutet, sind die Geosynklinalgebiete im allgemeinen auch die Wohnräume einer mannigfaltigen Meerestierwelt gewesen, während die ausgesprochenen Epikontinentalabsätze gewöhnlich nur eine verarmte Fauna führen. Man vergegenwärtige sich nur den Unterschied zwischen den Triasfaunen der Tethysregion einerseits und der germanischen andererseits, oder den Reichtum der Devonformation im Bereiche der mitteleuropäischen Synklinalregion im Vergleiche zu der Armut und Einförmigkeit derselben Formation im Tafelgebiete Nord- und Osteuropas. Und Ähnliches wiederholt sich zu allen Zeiten bis ins Alttertiär hinein.

Doch ist die Regel nicht ganz ohne Ausnahme. So gibt es in den Geosynklinalen mehrfach weite Regionen, die sich durch besondere Fossilarmut auszeichnen. Ich erinnere nur an die Flysch-Gesteine der Alpiden, die dem Jura, der Kreide und dem Alttertiär angehören. Sie haben in der Geosynklinalen der Alpiden ursprünglich breite Streifen eingenommen, wenn sie auch heute durch die Faltung zusammengedrückt erscheinen, oder bei deckenartiger Ausbreitung z. T. fortgeführt, z. T. verhüllt sind. An organischen Resten sind sie bekanntlich durchgängig so arm, dass die genaue Bestimmung ihres Alters selbst dort sehr erschwert ist, wo die Fossilien nicht durch Regionalmetamorphose verwischt wurden. Dieser flyschartige Charakter kommt aber bekanntlich auch den paläozoischen Formationen in Geosynklinalgebieten vielfach zu, und gerade die fossil-

armen Schiefer-Sandstein-Komplexe sind innerhalb der Geosynklinalen auch im Kambrium weit verbreitet.

Andererseits gliedern sich den Geosynklinalgebieten mit ihren vielfach formenreichen Faunen auch Gebiete enge an, die eine Art Zwischenstellung zwischen den beiden Extremen einnehmen, indem sie zwar mehrfach vorübergehend trocken gelegt, aber immer bald wieder vom Meere bedeckt worden sind; sie weisen daher auch eine verhältnismässig vollständige Schichtenfolge auf und beherbergen zugleich einen grossen Reichtum an Meerestieren der verschiedensten Art. Das zentrale und nordwestliche Europa während der Jura-, Kreide- und Alttertiärzeit wäre als naheliegendes Beispiel zu nennen. Es ist ein mehr oder weniger instabiles Gebiet, das seine Tierwelt durch häufige, aber meist vorübergehende Einwanderung aus den Geosynklinalen ergänzt. Daher lässt sich hier eine Gliederung in Zonen und Hemeren am besten und vollständigsten durchführen. Texas zur Perm- und Kreidezeit, die baltische Region zur Silurzeit wären ebenfalls dahin zu rechnen. Diese Randgebiete der Geosynklinalen verhalten sich also in bezug auf Formenreichtum wesentlich ähnlich den Geosynklinalen selbst und treten mit ihnen in Gegensatz zu den eigentlichen Kontinentalregionen mit ihrer dürftigen Schichtfolge, ihrer einförmigen Gesteinsbeschaffenheit und mit ihren armen und über weite Strecken gleichmässig ausgestreuten Faunen.

Betrachten wir nun die uns heute bekannten Absätze der kambrischen Zeit in bezug auf ihre Eingliederung in die beiden Typen, die wir in jüngeren Zeiten so deutlich in Gegensatz treten sehen. Zweifellos gehört der überwiegende Teil aller kambrischen Sedimente zu den epikontinentalen Flachseeabsätzen von sandig-toniger Beschaffenheit, die auch in anderen Formationen als ausgesprochen fossilarm zu gelten haben. Auch die Komplexe unreiner und gut geschichteter Kalke, die damit vergesellschaftet auftreten, erweisen sich selbst bei grösserer Mächtigkeit oft als ebenso fossilarm oder fossilfrei, wie z. B. in den mesozoischen Glanzschiefern der Alpen und des Apennins. Es gibt aber auch in paläozoischen Formationen sehr ausgedehnte Gebiete von armen, meist sandigen oder auch mehr oder weniger kalkhaltigen Schiefern und sie begleitenden Sandsteinen, die nur eine ganz dürftige Fauna und auch diese nur an einigen Stellen oder in einzelnen Bänken führen. Ich erinnere nur an die Hunsrückschiefer, Siegener Schiefer und Haliseritenschiefer des rheinischen Unterdevons und an die Lenneschiefer des dortigen Mittel-

devons. Noch zutreffender ist ein Vergleich des Kambriums mit dem Silur Südamerikas. Dieses besitzt als Untersilur eine ungeheure Mächtigkeit und eine gewaltige Ausdehnung in der Kordillere vom nördlichen Argentinien bis zum nördlichen Perú, und als Obersilur ist es auch aus dem Amazonasgebiete bekannt. Machte man sich aber nach den spärlichen Resten, die trotz mehrfacher Durchforschung bisher darin gefunden sind, eine Vorstellung von der silurischen Tierwelt überhaupt, so käme man zu einem ähnlich unvollkommenen Bilde, wie wir es heute von der kambrischen Fauna besitzen. Ganze Klassen und grosse Gruppen, wie Spongien, Steinkorallen, Echinodermen, Bryozoen, Mollusken, sind nur durch vereinzelte Formen vertreten oder fehlen darin ganz, während Graptolithen, Brachiopoden und Trilobiten nur verhältnismässig spärlich erscheinen. Wären dieser Kontinent und Afrika die ersten Forschungsobjekte der Geologie gewesen, so hätten wir lange warten können, bis wir eine angenähert richtige Vorstellung von der Reichhaltigkeit der silurischen Tierwelt erhielten. Ganz ähnlich, wenn auch nicht so extrem, liegen die Verhältnisse aber auch für die Devon- und Karbonformation dieser beiden Kontinente. Denn Steinkorallen, Echinodermen, Bryozoen, Cephalopoden u. a. Gruppen fehlen in den Meeresabsätzen dieser Zeiten fast ganz, trotzdem beide Formationen grosse Flächenräume bedecken. In etwas grösserer Meerestiefe abgesetzte Gesteine fehlen im Kambrium zwar nicht ganz: man betrachtet z. B. die Alaunschiefer Südschwedens und die Foraminiferen-führenden Gesteine Neu-Braunschweigs als solche. Sie kommen aber nur auf ganz minimalen Arealen vor im Verhältnis zu den weit überwiegenden detritogenen Seichtwasserbildungen.

Aus diesen Tatsachen ergibt sich der naheliegende Schluss: Die reichbevölkerten Meeresregionen der kambrischen Zeit nebst ihren Randgebieten sind unter den heute bekannten Vorkommnissen kambrischer Gesteine so gut wie unbekannt, und da wir nicht wohl annehmen können, es hätten im Kambrium derartige Meeresgebiete überhaupt nicht bestanden, so erscheint es am natürlichsten, sich die Synklinalgebiete jener Zeit im Bereiche der heutigen Ozeane, i. B. des Pazifik liegend zu denken. Damit verliert die kambrische Fauna das befremdende Merkmal, das ihr von mancher Seite zugeschrieben wird, ohne dass wir genötigt wären, zu geschraubten oder unwahrscheinlichen Erklärungen unsere Zuflucht zu nehmen. Das Kambrium wäre eine geokrati-

sche¹⁾ Periode, wie die Zeit der Untertrias und des Rhät, d. h. eine Periode, während welcher die reichbevölkerten Meeresbecken wesentlich ausserhalb der heutigen Festländer gelegen waren und die heutigen Festländer fast ausschliesslich von seichten Meeren bedeckt wurden. Eine solche geokratische Periode von grösserem Umfange beginnt im Oberkarbon und reicht bis in den Jura mit vorübergehenden und geringfügigen thalattokratischen Einschaltungen im Perm und in der Trias. Ausgesprochen thalattokratisch ist dagegen der Zeitraum, der Silur, Devon und Altkarbon umfasst und ebenso das jüngere Mesozoikum vom Jura an. Das sind die beiden grossen positiven Phasen der Überlieferung der Meeresbewohner, das sind die Zeiten, aus denen wir Tiefseeablagerungen in grösserer Ausdehnung²⁾ kennen, zugleich Perioden, die wir durch weitverbreitete Ausbrüche der mannigfaltigsten Eruptiva und durch gewaltige Faltungsvorgänge abgeschlossen sehen. Die dazwischen liegende geokratische Periode (Oberkarbon-Jura) zeigt uns die Rückseite der Medaille: eine relativ vollständige Überlieferung der landbewohnenden Organismen, überwiegende Flachseefazies der Meeresbildungen, Häufigkeit salinärer Gesteine, Zurücktreten der Faltungsvorgänge. Nur an den Rändern des grossen pazifischen Beckens lüftet sich der Schleier ein wenig von dem thalattokratischen Gebiete dieser Zeit, aber des Wesens Kern bleibt verhüllt.

Fällt nun vor die erste grosse thalattokratische Phase, die mit dem Silur beginnt, ebenfalls eine geokratische? Das starke Zurücktreten von Faltungsvorgängen, die Seltenheit vulkanischer und plutonischer Erscheinungen, der einförmige, detritogene Charakter der Sedimente, sowie das Fehlen von Tiefseebildungen scheint ebenso da-

¹⁾ Wenn man mit dem Ausdruck geokratisch den Begriff einer Zeit verbindet, während der es allgemein erheblich mehr Festlandsmassen und dementsprechend weniger grosse Meeresregionen gegeben habe als heute, legt man wenigstens für das Kambrium und die jüngere Zeiten ein durchaus hypothetisches Moment hinein. Ich gebrauche daher das Wort geokratisch und den Gegensatz thalattokratisch hier in dem oben erläuterten Sinne.

²⁾ Echte Tiefseeesteine in der Form der Radiolarite sind vom Silur bis zum Unterkarbon einerseits, aus Jura und Kreide andererseits in grösserer Ausdehnung bekannt. Die Angaben über das Vorkommen von Radiolarit aus Perm und Trias dürften fast überall auf unzulänglicher Altersbestimmung beruhen. Sie werden aus Gegenden zitiert (wie aus dem Perm Siziliens), in denen ein verwickelter Deckenbau herrscht, der eine genaue Altersbestimmung der Radiolarithorizonte ausserordentlich erschwert. Nur ganz vereinzelt sind sie aus vorkambriischen (Bretagne) und aus tertiären Zeiten (Barbados) registriert.

für zu sprechen wie die unvollständig überlieferte Meeresfauna. Dagegen mehren sich die Anzeichen einer thalattokratischen Phase, sobald wir in vorkambrische Zeiten zurückgreifen. Im Algonkium kehren die Erscheinungen der Faltung und der eruptiven Tätigkeit wieder¹⁾, und wenn auch vielleicht noch ein erheblicher Teil dessen, was wir heute mit jenem Namen bezeichnen, der geokratischen Phase des Kambriums mit zufällt, so bleibt doch der Wechsel unverkennbar. Wir könnten hiernach erwarten, in den vorkambrischen Sedimenten wieder reichlich die Reste mariner Lebewesen anzutreffen, wie sie sich in den Absätzen der jüngeren thalattokratischen Phasen finden. Dass das nicht zutrifft, muss auf eine besondere Ursache zurückgeführt werden, und man geht wohl nicht fehl, wenn man diese hauptsächlich in der ausgedehnten Metamorphose erblickt, die die algonkischen (und älteren) Sedimente erfahren haben. Konnten wir schon die Armut der kambrischen Fauna z. T. wenigstens hierauf zurückführen, so dürfen wir das für die vorkambrische mit noch weit grösserer Berechtigung. Dazu kommt dann noch wie jederzeit die Beschränktheit unserer Kenntnisse von den Absätzen früherer Zeiten überhaupt, die ja im günstigsten Falle den Quotienten 1:10 nicht überschreitet, und die Zufälligkeit in unseren Erfahrungen, die daraus fliesst.

Der geokratische Charakter der kambrischen Zeit und eines Teiles des Algonkiums, die Zunahme der Metamorphose in den vorkambrischen Schichtgesteinen und der Zufall reichen meiner Ansicht nach auch vollständig aus, um das unvermittelte Auftreten der kambrischen Fauna hinreichend zu erklären. Nach anderen besonderen Gründen brauchen wir nicht zu suchen. Nun ist es gewiss ein unglücklicher Zufall, dass wir gerade von den ältesten Lebewesen der vorsilurischen Zeiten so wenig wissen und vielleicht auch nicht sehr viel mehr davon erfahren werden. Denn wir werden dadurch eines hochwichtigen Hilfsmittels für eine sichere Stratigraphie der ältesten Sedimente beraubt, und auch das Fundament für phylogenetische Forschung wird erheblich geschwächt. Unmöglich wird es, die Frage zu entscheiden, ob und auf welchen Wegen die grossen Stämme der Wirbellosen etwa nach rückwärts zusammenlaufen. Aber die Dürftigkeit der ältesten Überlieferung ist doch

¹⁾ Es fehlt auch nicht, wie schon bemerkt, an Andeutungen von Tiefseeabsätzen (Bretagne) im Algonkium.

auch andererseits kein so grosses Unglück für die phylogenetische Forschung. Gelingt es uns nicht, aus dem doch immerhin reichen Schatze der positiven Überlieferung jüngerer Zeiten ein eindeutiges und befriedigendes Bild von dem gesamten Entwicklungsgange der Schöpfung zu gewinnen und die Gesetze zu erkennen, nach denen dieser Vorgang sich vollzogen hat, so würden einige kambrische und vorkambrische Reste mehr uns schwerlich dazu verhelfen.

Nach obigen Ausführungen erscheinen die mehrfach erörterten Fragen nach den Ursachen der Armut der kambrischen Fauna und nach denen ihres plötzlichen Erscheinens nicht eigentlich als Probleme, für die eine besondere Lösung gesucht werden müsste, möge diese in ungewöhnlichen Vorgängen der Aussenwelt oder in dem Entwicklungsgange der Schöpfung selbst beruhen.

Ich würde es auch nicht für nötig erachtet haben, mich über dieses Thema ausführlicher zu ergehen, wenn es nicht auf die Tagesordnung des 11. internationalen Geologenkongresses gesetzt worden wäre. Solche Gelegenheiten führen aber dazu, dass — man möchte sagen — Selbstverständlichkeiten ausgesprochen werden, und dass dabei an Dinge erinnert wird, die sich eigentlich jeder ohne Schwierigkeit aus den bekannten Tatsachen ableiten kann. Freilich wird gerade das Selbstverständliche häufig genug übersehen und vergessen, ganz besonders wenn es interessant erscheinenden Hypothesen den Boden entzieht.