

Josef Felix Pompeckj, Rektor 1925/26  
geb. 10. 5. 1867 in Köllen, Kreis Rössel (Ostpreußen)  
gest. 8. 7. 1930 in Berlin

Das jüngste von fünf Kindern einer alten polnischen Adelsfamilie studierte Geologie, Mineralogie, Zoologie, Chemie und Geografie. 1890 promovierte P. zum Dr. phil. mit einer Arbeit „Trilobitenfauna der Ost- und Westpreußischen Diluvialgeschiebe“; die Habilitation erfolgte 1894 für Paläontologie und Geologie in München. Nach mehreren Reisen (1902 tief beeindruckt von den Goldminen im bolivianischen Hochland), wurde er 1903 a. o. Professor, ging 1904 als Ordinarius nach Hohenheim, später nach Königsberg, Göttingen und Tübingen und trat 1917 die Nachfolge seines Lehrers W. K. v. Branca an der Berliner Universität an.

Seine zahlreichen Schüler verehrten ihn als hervorragenden Hochschullehrer, der dieser Tätigkeit stets das Primat gegenüber der Forschung einräumte, gemäß seinem Credo von akademischer Freiheit, Schüler und Mitarbeiter niemals kontrollierte, ihre wissenschaftlichen Neigungen förderte und wohl gerade dieserhalb an seinem Institut so erfolgreiche Arbeit bewirkte.

Zugleich war er eine Forscherpersönlichkeit von hohem Rang, den Sachkenntnis und Gründlichkeit vor allem bei oft mühsamer Einzeluntersuchung im Gelände auszeichneten. Er befaßte sich vorrangig mit Versteinerungen des Jura. Als Direktor des Geologisch-Paläontologischen Museums erwarb er mehrere wertvolle Saurier-Skelette für Sammlung und Ausstellung.

Das Mitglied vieler akademischer Institutionen in aller Welt hielt bei seinem Amtsantritt als Rektor der Berliner Universität eine Rede, auf die sein Nachfolger auf seinem Lehrstuhl später noch einmal einging:

„Wir dürfen seine Berliner Rektoratsrede als dasjenige Bekenntnis hinnehmen, in dem er am reifsten und bewußtesten von seiner Aufgabe gesprochen hat. Mit besonderer Lebendigkeit betont er dabei immer wieder den Kampf des seinem Wesen nach auf Beharrung, auf Wahrung ererbter Art aufgebauten Lebewesens mit der sich wandelnden Umwelt, an die das Leben sich anpassen muß, um dauerndes Leben

zu bleiben. Aber diese Anpassungsfähigkeit bedeutet ihm nicht, daß das Leben ein Teig wäre, der sich in die Fugen der Welt pressen läßt, sondern sie war ihm die Fähigkeit, seine Kampfmittel gegen die Umwelt jeweils so zu wählen, daß es allen Gewalten zum Trotz sich erhielt, wenn auch unter Abwandlung minder wesentlicher Eigenschaften.“<sup>2</sup>

# Umwelt, Anpassung und Beharrung im Lichte erdgeschichtlicher Überlieferung

Hochansehnliche Versammlung!  
Sehr verehrte Kollegen!  
Liebe Kommilitonen!

In dem Ringen zwischen Schöpfungsdogma und Entwicklungslehre mußte dem schließlich Sieger gebliebenen Evolutionismus notwendig die Aufgabe zufallen, an Stelle der dogmatischen mosaistischen Lehre vom Fertig-Geschaffensein der Formen des organischen Lebens die Erklärung für das natürliche Werden, für die Entwicklung der durch das Band der Abstammung verknüpften Formen des Lebens von den ersten uns bekannt gewordenen Anfängen bis zu den Gestalten von heute zu geben.

Von Lamarck und Geoffroy St. Hilaire, über Darwin bis zu der großen Zahl von Forschern auf den modernen Gebieten der Entwicklungsmechanik und Vererbungsuntersuchung wird durch mehr als ein Jahrhundert mit heißem Bemühen um die Erkenntnis der Geheimnisse in der Verkettung des Lebens, in der Entstehung der Arten gerungen. In den vielfältigsten Schattierungen – vom extremsten Mechanismus bis zum Psychismus und äußersten Vitalismus – gehen die Meinungen über die Grund- und Endfragen des Lebens nebeneinander her.

An Zahl weit überwiegend sind es Neobiologen, Physiologen und Anatomen, welche in das Streitfeld getreten sind; sehr viel weniger die Palaeontologen. Auffallend lange hat die Palaeontologie außer wenigen schüchternen Anläufen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch Reinecke, Bronn, Quenstedt sich überhaupt einer Stellungnahme zu dem großen Komplex der Deszendenz- und Entwicklungsfragen enthalten. Erst nach dem schnellen Siegeszuge Darwin's ließ auch sie, zunächst wieder nur langsam und zögernd, ihre Stimme hören. Ja, selbst noch 1896, nachdem die Palaeontologie durch Hilgendorf, Cope und Kowalewsky bereits längst mit wuchtigem Nachdruck ihr Recht dargetan hatte, zu den Fragen von der Entwicklung des Lebens das mitentscheidende Wort zu reden, wehrte es der geistvolle Palaeontologe Gaudry weit ab, sich dem Forschen nach den Ursachen

der Umformung der Lebewesen zu widmen; ihm genügte es, dem historischen Wege ihrer Verknüpfungen nachzuspüren.

Die lange geübte Zurückhaltung nimmt Wunder, liegt doch dem Palaeontologen in dem steinernen Archiv der Erdgeschichte – wenn auch vielfach lückenhaft und in gewiß schwer zu entziffernder Schrift – die historische Ueberlieferung vom Gange des Lebens vor; sind doch hierin gerade die – obwohl tot so doch beredtest sprechenden – Zeugnisse für die Einheit allen Lebens von seinem Beginn an bis zum Jetzt erhalten, und finden wir doch in diesem Urkundenbuch der Erde in unerschöpflicher Zahl die Zeugen dafür, wie das Leben in seinen Gestalten vielfältigst umgeprägt worden ist, ehe es in die Formen von heute gegossen wurde. Doch das Zögern wird verständlich. Mit der immer weiter vorschreitenden und vertieften Erforschung der Geologie der Länder strömten und strömen fortwährend neue Massen an palaeontologischen Urkunden uns zu, deren Sichtung, Untersuchung und systematische wie phyletische Einordnung notwendigste Vorarbeit ist, ehe sie für die weitere Aufhellung der Geschichte des Lebens verwertet werden können. Diese Erschwerung auf dem Wege zu den Zielen der Palaeontologie muß die Palaeontologen den herben, ihr vor nicht gar langer Zeit gemachten Vorwurf Rádl's ertragen lassen, daß die Palaeontologie nicht – doch richtiger noch nicht – das geworden ist, was sie sein soll: die vollkommene „Vitae magistra“. Aber daß sie „anstatt die erste der biologischen Wissenschaften zu sein, die letzte ist, kalt und unbeweglich wie das Gestein, das sie in den Museen aufspeichert“, diesen Vorwurf würde Rádl heute gewiß nicht mehr wiederholen dürfen.

Freilich ist es der Palaeontologie nicht gegeben, eine so vielseitige Sprache zu reden wie die Neobiologie, denn ihr notwendig beschränktes und unvollständiges Material ist Stein, und ihr fehlt die Möglichkeit des biologischen und physiko-chemischen Experiments. Dafür aber genießt sie vor der Neobiologie eben den hoch bedeutungsvollen Vorteil der untrügerischen geschichtlichen, natürlichen Ueberlieferung. Dieser gegenüber ist das biologische Experiment, wie das ja schon vor langem unser großer Johannes Müller ausgesprochen hat, unnatürlich und darum in seinem Werte eingeschränkt. So ungeheuer bedeutsam auch die biologischen Versuche sind, so hell sie auch in vielen Fragen hineinleuchten: Von den einfachsten Maßnahmen der Tier- und Pflanzenzüchter bis zu den vorsichtigst und sinnreichst er-

dachten Experimenten der modernen Biologen und Physiologen werden sie unter Bedingungen vorgenommen, unter denen in ihrer Werkstatt die Natur nicht arbeitet. Das biologische Experiment kann die Bedingungen und Vorgänge der Natur nachzuahmen versuchen, es kann sie aber niemals in voller Exaktheit, nie in ganzem Umfange wiedergeben. Die Treibhauspflanze ist eben ein Anderes als das Kind des Waldes und des Feldes.

Sicherer, wenn auch mit schwererer Zunge als das Experiment, reden die Steine, die versteineten Reste des Lebens aus den Jahrmillionen der Vergangenheit der Erde. Ihrer Sprache im Zusammenklang mit der lebenden Natur müssen wir lauschen. Sie leiten uns dem großen Ziele entgegen, die Geschichte des Lebens erkennen zu lernen, Geschichte des Lebens nicht nur in der statistischen Art des historischen Aneinanderreihens der einander zeitlich ablösenden Gestalten des Lebens, auch nicht allein im Verfolgen der phyletischen Verkettung der vielartigen Reihenglieder der Lebensäste und -zweige, sondern auch besonders in der Erkundung der Beweggründe für die unendlich vielfältigen Umprägungen, im Erkennen der Ursachen des Werdens und Vergehens der Formen des Lebens.

Bei dem Ringen nach diesen Zielen vereinigt sich heute die überwiegende Mehrzahl der Palaeontologen in den Grundgedanken Lamarck's und Geoffroy St. Hilaire's: so, wie wir heute bewundernd die schier unübersehbar große Zahl der Gestalten des Lebens „angepaßt“ sehen an ihre Umgebung, sie ausgerüstet sehen mit allen Mitteln, in ihrer Umwelt bestehen zu können, so zeigen sich auch die Formen des vorzeitlichen Lebens, mögen sie von denen des Heute in morphologischen Einzelheiten auch noch so weit abweichen, angepaßt an ihre jeweilige Umwelt.

Umwelt und Anpassungsfähigkeit, die Begabung der Organismen, auf die Verhältnisse und Einflüsse der Umwelt zu reagieren, das sind uns die machtvollen Faktoren, welche das Leben beeinflussen, es in seinen Formen umgestalteten und erhielten — oder bei erschöpfter Reaktionsfähigkeit, wie in so vielen Zweigen des Lebensstammbaumes, es erlöschen ließen. Umwelt, Umgebung in der ganzen großen Summe ihrer Zustände und Bedingungen topographischer, klimatischer und stofflich anorganischer Art, sowie in der Gesamtheit des jeweils die Erdräume bevölkernden organischen Lebens, diese Umwelt in ihren sich unausgesetzt ändernden Verhältnissen ist die bewirkende Kraft,

die den in sie gestellten Organismus beherrscht. Und diesem gibt es die ihm innewohnende, bis jetzt in ihrem ganzen Wesen unerkannte Reaktionsfähigkeit, daß er die ihm durch die Umwelt aufgezwungenen „Bedürfnisse“ und „Gewohnheiten“ erfüllt und sie unter anderem auch in Gestaltveränderungen ausdrückt. Anpassungsfähigkeit ist die in allen Lebensäußerungen des Organismus — nicht etwa nur in seiner Gestalt — ausgedrückte, uns ebenso selbstverständliche wie andererseits wunderbare Begabung der Organismen, die Widerstände der Umwelt zu ertragen, oder sie zu besiegen. Sie ist in der ganzen Summe der auf ihr beruhenden Erscheinungen ein Ausdruck der „Selbstbehauptung des Lebens seiner Umwelt gegenüber“, wie Dacqué das in so glücklicher Formulierung aussprach.

Die Untersuchung der Anpassungserscheinungen und die Erkundung der Anpassungsvorgänge an den fossil überlieferten Wesen der geologischen Vergangenheit, ist ein — seit W. Kowalewsky und neuerlich seit Dollo und Abel — mit ganz besonderer Aufmerksamkeit gepflegtes Gebiet palaeontologischen Arbeitens. Und es wird durch die Früchte solchen Arbeitens ein Weg gewiesen, das Leben in der Vielart seiner Gestalten, in der ungeheueren Zahl seiner Umformungen, in seiner Geschichte verstehen zu lernen — soweit Verstehen uns im Hinblick auf die Probleme des Lebens überhaupt möglich werden wird.

Palaeontologie und historische Geologie liefern uns in unbegrenzter Fülle Belege für den Anreiz und für die Erfüllung von Anpassungen. Ein Beispiel nur sei herausgegriffen, um ein Bild von den Ursachen und von der Macht der Anpassung, von ihren Folgen und von ihren Grenzen zu geben.

Im Mittelalter der Erdgeschichte blühte der Stamm der Reptilien. Diese herrschten — wie heute die Säugetiere — zwar nicht durch eine überwältigende Zahl, sondern dadurch, daß sie in vielfältiger Sonderart den Faunenbildern der Länder und Meere und denen im Reiche der Luft ein bestimmendes Gepräge gaben. Von Hause aus waren sie alle vierfüßige Kriech- und Schreitthiere des Landes. Mindestens von der Triaszeit an wurden viele von ihnen abgewandelt: die Einen in sehr verschieden gestaltete Schwimmtiere des Meeres — in die Ichthyosaurier und Plesiosaurier, die Thalattosaurier und Mosasaurier, die Placodontier, die Pleurosaurier, in eine Reihe von Meereskrokodilen und deren Verwandte, in manche Meeres-Schildkrötengruppen. Andere wurden Flugtiere, und zwar wurden sie teils unter voller Wahrung

der Reptilcharaktere zu Hautfliegern, teils zu Federfliegern, den Vögeln, die manches von den reptilienhaften Ahnencharakteren aufgegeben haben.

Worauf sind diese Umformungen zurückzuführen? Erfüllten jene Reptilien dadurch, daß die einen Schwimmer des Wassers, die anderen Flieger der Luft wurden, einen im Voraus bestimmten ziel- und zwecksetzenden Entwicklungsplan? Leitet blinder Zufall der „Auslese des Geeignetesten“ den neuen Entwicklungsweg? Folgten sie inneren Notwendigkeiten, gar den Aufgaben eines Vervollkommenungstriebes? Führte der Zwang ihrer Psyche sie die Wege zum Gewinn neuer Gestalten?

Sie selbst geben die Antwort. Sicher und klar klingt sie uns entgegen: Jene so verschiedenartig umgeformten Reptilien folgten einem von außenher auf sie wirkenden Zwange, ausgeübt durch neue besondere Umstellungen der geologischen Umstände ihrer Zeit:

Denken wir uns in die Steinkohlenzeit der Erdgeschichte zurück. Mächtige Faltengebirgszüge erstanden. In ihrer Folge setzte humides, niederschlagsreiches Klima in weiten Bezirken der Erde ein. Ein üppiges, dichtes Pflanzenkleid überzog sie; die karbonischen Kohlenflöze zeugen davon. Mancherorts schon gegen Ausgang des Karbon, allgemeiner in der Permzeit zerbrachen jene Gebirge; sie wurden abgetragen, eingeebnet. Im Gefolge dieser neuen Umgestaltung des Erdbildes wurden weite Gebiete, mindestens im Bereich der heutigen Nordkontinente, einem Klima von Niederschlagsarmut unterworfen. Lange währende Trockenzeit übte ihre weit fühlbare Herrschaft aus<sup>1</sup>. Durch die Periode des Perm, den letzten Abschnitt des Erdaltertums, und durch die Triaszeit, den Anfang des Mittelalters unserer Erdgeschichte, dauerte hier Aridität an, die zeitweilig bis zur Trockenheit des Wüstenklimas sich steigerte. Von ihr zeugen die mächtigen permischen Salzlager im Boden Norddeutschlands, die roten und bunt gefärbten Gesteine unseres Buntsandsteins und Keupers, die Kalke und Salzlager unserer Muschelkalkformation. Das Florenbild der Länder wurde hier umgestaltet: die üppigen Sumpfwälder der Steinkohlenzeit wurden dezimiert; anspruchslosere Formen von Gymnospermen traten z. T. an die Stelle der Pteridophyten- und Lepidophyten-dickichte. Dünner und dünner wurde das Pflanzenkleid der Länder. Das unmittelbar auf pflanzliche Nahrung eingestellte Tierleben des

Landes wurde ein ärmlicheres; den Nachkommen der auf den pflanzenreichen Ländern der Karbonzeit als meist unbehende Kriech- und Schreittiere lebenden Reptilien wurde die Nahrungsmenge in weitem Maße eingeschränkt. Von ihren Ahnen her waren diese Reptilien — ihre Gebißformen sagen das klar — auf tierische Nahrung angewiesen gewesen. Nur im Bereich der Südhemisphäre, von deren reptilischen Bewohnern das Abwandern ins Meer und in die Luft beachtenswerter Weise nicht verbürgt ist, hat ein großer Teil frühzeitig den Weg zur Pflanzenkost gefunden<sup>2</sup>. Aber weder diese alten noch die später zur Pflanzennahrung übergehenden Reptiltypen haben die für den Typenbestand so wichtige Kunst des vollendeten Kauens und des Zerreibens ihrer Pflanzenkost erlernt, wie wir sie unter den Säugetieren bei Nagern, Huftieren und Dickhäutern als einen günstigen Gewinn bewundern müssen. Jene alten Pflanzenfresser unter den Reptilien haben nur relativ kurzen Bestand gehabt.

Dem im Gefolge des Trockenklimas sich einstellenden Mangel an tierischer Nahrung konnten die als kriechende und schreitende Landbewohner an den Boden gebundenen, karnivoren Reptilien in der Nordhemisphäre der Perm-Triaszeit nur auf zwei Wegen begegnen: Leer von Reptilien und für sie zu erobern war damals noch das an sonstigem Tierleben reiche Gebiet des Meeres und das Reich der Luft<sup>3</sup>. Hunger — und das Bedürfnis seiner Befriedigung — war es, der eine ganze Reihe von Stammlinien zwang, den Weg ins Meer zu nehmen, dort zu Schwimmtieren umgeprägt zu werden und dadurch für lange Dauer das Weiterbestehen gewährleistet zu erhalten. Hunger und das Suchen nach geeigneter Nahrung war es, was zwei andere Stammlinien der Reptilien über den Weg von Kletterformen zu Fliegern führte, und damit zur Emanzipation von ihrer Urheimat, dem Boden, dem nahrungsärmer gewordenen Boden. Sie wurden zu Fliegern, von denen nur der eine Stamm — die Vögel — bis in die Jetztzeit in wieder sehr mannigfaltig gewordenen Anpassungsformen fortduert, während der andere, um vieles eintöniger zu der Form fliegender Fischfänger entwickelte Stamm der Flugreptilien das Mittelalter der Erdgeschichte nicht überdauert hat. Aermer und eintöniger an Reptilleben wurde das Land, auf dem dann in konkurrenzfreierem Dasein sich zunächst nur neben den Parasuchiern die Gruppe der Dinosaurier in sehr verschieden werdenden Anpassungsformen gestaltenreicher entfalten konnte<sup>4</sup>.

Bleiben wir bei den ins Meer gewanderten, gedrängten Reptilien: Es ist heute nicht möglich, im Einzelnen Schritt für Schritt die Wege zu verfolgen, auf denen sich die Umwandlung von den über das Land schreitenden Tieren zu Bewohnern des Meeres vollzogen hat: denn die Ueberlieferung des geologischen Geschehens auf dem Lande ist zu vielfach durch geologische Vorgänge wieder zerstört; die Oberflächen der Landgebiete sind eben um vieles weniger Stätten der Konservierung als die Böden der Meere, mit den ihnen aufgelagerten Gesteinen. Daß der Weg von reinen Landtieren zu Meerestieren ein unmittelbares Tauschen dieser Wohngebiete war, braucht nicht angenommen zu werden. Vielmehr liegt der Gedanke nahe, daß die werdenden Meerestiere zunächst sich den auch den ariden Gebieten der Perm- und Triaszeit eigenen Wasserlachen, Seen, Bächen und Flüssen zugewendet haben, und daß sie auf solchen Mittelwegen das Meer erreichten. Für manche Typen, wie für die Verwandten der Krokodilier, für das Werden von Meeresschildkröten ist dieser Weg als gewiß verbürgt; das ist der gleiche, den später die aus Raubsäugetieren entstandenen Wale gegangen sind.

In den Meeren der Triaszeit, durch Jura und Kreide fortdauernd, begegnen wir nun ganz verschieden gestalteten, an das Leben im Wasser angepaßten Reptilformen. Und sie sind so verschieden, daß sie durchaus nicht etwa als verschiedene Stufen eines Anpassungsvorganges angesprochen werden dürfen.

Die Einen, die Ichthyosaurier, erreichten die vollkommenste Anpassungsgestalt des Schwimmtypus: Ihr Körper wurde fast spindelförmig, erlangte die „Torpedoform“ schnell schwimmender Fische, die wir auch bei den Walen wiederkehren sehen. Ihr Hals wurde verkürzt, auf zwei oder einen Wirbel reduziert, der Gesichtsschädel wurde schnabelartig verlängert, dem Tiere damit für das Maul ein größerer Aktionsradius gegeben. Die Brustregion wurde erweitert, und dadurch den Lungenatmern des Verweilen unter Wasser möglich. Wie bei den Fischen wurde der lange Schwanzabschnitt mit einer allmählich herangebildeten, hohen vertikalen Schwanzflosse zum eigentlichen Propeller. Und die Schwanzflosse wurde so gestaltet, daß sie den durch Lungen atmenden Tieren das Schwimmen in Oberflächenregionen des Meeres leicht ermöglichte. Die ursprünglich schreitender Bewegung dienenden Fußpaare wurden in ihren Langknochen verkürzt, Hand- und Fußknochen wurden zu einem kleinplattigen Mosaik und das Ganze zu

steif elastischen Paddeln, die nur noch als Steuer- und Balancemittel Verwendung finden konnten. Die Hinterextremitäten verkümmerten meistens gar in weit getriebener Fischähnlichkeit. Glänzend geschickte Schwimmer diese Ichthyosaurier, die nun in den Cephalopoden und zeitweilig in den Fischen der Meere ihre Hauptnahrung fanden. Möglicherweise vermochten sie auch so wie Wale länger und tiefer zu tauchen: Dollo glaubte Anzeichen dafür zu finden, daß die Ernährung ihres Hirns wie bei Zahnwalen nicht durch Carotes sondern durch spinale Arteriae meningeae bewerkstelligt wurde.

Anders die Plesiosaurier. Ein kurzer breiter Rumpf wurde durch 2 Paare fast gleich starker Paddelfüße wie ein vierruderiger Kahn bewegt, der Hals nicht verkürzt, im Gegenteil verlängert, ja bei einem jüngeren Typus Elasmosaurus gar bis zur Schlangenart lang; bei langem Halse ein kleiner, bei kürzerem ein großer, langer, mit spitzen Zähnen in den Kiefern bewährter Schädel. Das waren gewiß keine blitzschnell durch das Wasser schießenden Schwimmer, sondern bedächtige Ruderer der Oberflächen der Meere. Weniger weit nach der Richtung des geschickten Schwimmens umgestaltet und noch schwerfälligere Ruderer als die Plesiosaurier waren die nach den Pflasterzähnen ihres Maules auf Muschel- und Schneckenahrung angewiesenen, gepanzerten Placodontier der Trias, die vermutlich noch das Land zu besteigen im Stande waren.

Völlig anders der Typus der Mosasaurier: Der schlanke mit 4 kurzen, breiten Ruderfüßen versehene Rumpf mit langem Halse, mit besonders langem, einen Flossensaum tragenden Schwanz kann kaum anders als in schlängelnder Bewegung das Meer durchstreift haben. Ihnen vermutlich ähnlich gestaltet waren die Thalattosaurier der kalifornischen Trias. Und formähnlich, doch in übertriebener Schlankheit des Körpers begegnen uns im oberen Jura die zierlichen Pleurosaurier.

Und wieder anders, verhältnismäßig weniger von den Ausgangsformen des Landes abgeändert, die ins Meer gedrängten Angehörigen der Krokodilierstämme, der Schildkröten, der wenigen Schlangen der mesozoischen Zeit.

Alle sind sie den gleichen Weg gegangen, alle in die gleiche neue Umwelt, das Meer, geführt worden und doch: wie weit verschieden ihre Gestalten! Bestimmt denn aber nicht die Umwelt durch Anpassung die Gestalt? Woher dann die so sehr verschiedenen Formen der Meeresbewohner gewordenen Reptilien? Die gleiche Frage ist für die zu

Meerestieren gewordenen Säuger, die Wale, Robben, Seekühe usw. zu stellen und sie muß in Beidem die gleiche Beantwortung finden. Gewiß: der von der Umwelt ausgeübte Zwang der Anpassung ist von der entscheidendsten Bedeutung für die Formgebung der angepaßten Organismen. Durch die überaus zahlreichen Fälle von Konvergenzformen, von Homoeomorphien, wird das auf's Klarste gezeigt: Die gleiche Gestalt des Fisches, des Ichthyosauriers, des Wales beweist das ebenso, wie die Rübenform der festsitzenden Brachiopoden Richtenofenia und des Muscheltypus der Rudisten. Wie gleiche Umwelt, gleiche durch sie aufgeprägte Gewohnheiten, Uebungen bei Formen ganz verschiedenen Ursprungs zu sehr ähnlichen morphologischen, selbst auch physiologischen Ergebnissen führen, zeigt die massige Ausbildung der in den Dienst des Gehörorgans getretenen Knochen bei den Ichthyosauriern, Mosasauriern, den Walen, den Sirenen und — in der plumpen massiven Ohrkapsel — schließlich auch bei den Robben. So überaus wichtig gerade diese sogenannten Konvergenzformen für den Beweis von der ausschlaggebenden Macht der Umwelt in der Gestaltung der Organismen sind, ich will durch Anführung weiterer Belege nicht verweilen.

Neben der durch die fossilen Reihen der Lebewesen vieltausendfältig bekundeten formgebenden Macht der Umwelt herrscht eine ebenso oft bestätigte Regel: Was im Wege eines einmal eingeschlagenen Entwicklungsganges durch Anpassungsvorgänge erworben und in erhaltender Weise durch Vererbung von Geschlecht zu Geschlecht weitergegeben ist, das kann durch einen neu sich einstellenden Anpassungszwang nicht beliebig verändert, nicht vollkommen ausgelöscht werden. Wohl sind die Vorfahren der Ichthyosaurier, der Plesiosaurier, Mosasaurier alle Kriech- und Schreittiere der Landoberflächen gewesen. Wir wissen aber von den uns überlieferten Reptilien der Perm- und Karbonzeit, daß durch die auf den Landräumen herrschenden, sehr verschiedenartigen Lebensbedingungen bereits damals und gewiß schon seit langen Zeiten sehr weit auseinandergehende Prägungen auch der uralten Reptilstammlinien stattgefunden hatten. Von eidechschenschlanken gewandten Formen bis zu schwerfälligst plumpen und bizarrsten Kriechtieren standen die verschiedenartigsten Formen nebeneinander, als das so tiefgreifende neue Umweltmoment der Trockenzeit seinen bestimmenden Einfluß auszuüben begann. Von langem her verschieden gestaltete Formen traf das gleiche Geschick.

Sie reagierten darauf in verschiedener, nur durch das Werden zu Schwimmformen und durch das Beibehalten tierischer Nahrung Gemeinsamkeit aufweisender Art.

Kurzhalsige, langschwänzige Kriechtiere wurden zu den fischförmigen Ichthyosauriern<sup>5</sup>. Schwerfälligere, starkfüßige, langhalsige Formen wurden zu den Rudererformen der Plesiosaurier. Und als in der Zeit um die Wende des Jura zur Kreide eine erneute Trockenperiode, wenn auch von kürzerer Dauer, einsetzte, da wurden aus langschwänzigen Eidechsen des Mittelmeergebietes die schlanken, fast schlangenförmigen Mosasaurier, deren Weg durch die Meere rings um den ganzen Erdball während der Kreidezeit zu verfolgen ist. Sie wurden nicht zu torpedoförmigen Nachahmern der Fischgestalt; in schlängelnder Bewegung zwängten sie ihren langen Körper durch das Wasser.

Ein „Gesetz“ ist mit dem verschiedenen Verhalten der Anpassung verschiedener Reptilformen an das gleiche Lebensmedium, an das Meer, zum Ausdruck gebracht, ein Gesetz, das bereits vor 150 Jahren der Anatom Vicq d'Azyr erkannt hat, und das er in die Worte kleidete: Die Natur scheint allen Wesen zwei keineswegs kontradiktorische Charaktere eingeprägt zu haben: denjenigen der Konstanz des Typus und den der Veränderlichkeit in den Modifikationen des letzteren. Nicht gar viel anders hat es der Pflanzenphysiologe Wiesner ausgedrückt, indem er auf das den Organismen neben dem Veränderungs- oder Anpassungsvermögen innewohnende Beharrungsvermögen hinwies. Tausendfach läßt sich durch die Palaeontologie die Richtigkeit dieser Feststellung erweisen. Und gerade die überaus zahlreichen Konvergenzformen, die uns in der Geschichte des Lebens entgegentreten, erhärten auch das. Unter gleichen Lebensbedingungen, unter gleichen Umwelteinflüssen werden den Lebensformen ganz verschiedenen Ursprungs gleiche oder sehr ähnliche äußere Gestalten aufgeprägt, ohne aber den inneren, ihre Verwandtschaftsstellung offenbarenden, ererbten Bau ebenso umzugestalten. Der Ichthyosaurus und der Wal haben beide Fischformen erhalten, aber der eine ist in seinem ganzen inneren Bau, in allen Einzelheiten des Skeletts Reptil geblieben, der andere Säugtier, wie es schon seine Vorfahren waren.

Es herrscht in den Vorgängen der Formgebung in der Welt der Organismen das Wechselwirken zwischen dem konservativen Prinzip der Beharrung der Beibehaltung der langvererbten Bauart, und dem Faktor der Umwandlungsfähigkeit, der Anpassungsfähigkeit. Das ist

das Gleiche, was uns in der Ontogenie des Einzelwesens in der „Unzerstörbarkeit des Entwicklungsganges“ so viele wichtigen Hinweise stammesgeschichtlicher Art bringt. Und es ist im wesentlichen auch dasselbe, was Dollo als sein Gesetz von der „Nichtumkehrbarkeit der Entwicklung“ ausgesprochen hat: Der einmal durchlaufene Gang der Entwicklung, d. h. der Anpassungs- und Umformungsvorgang kann — trotz der sogenannten Atavismen — niemals in umgekehrter Folge zu seinem Anfangszustande rückwärts gegangen werden. Abel hat dieses Gesetz einschränkend so formuliert, daß er sagt: ein im Laufe der Entwicklung — und Entwicklung ist auch im Sinne Abels nichts anderes als die Reihe der auf Anpassungen beruhenden Umformungen — verloren gegangenes Organ wird nie in seiner ursprünglichen Gestalt wiederhergestellt, es kann nur durch notwendig gewordene Neubildungen gleicher Funktion ersetzt werden.

Das in dem Faktor der Vererbung, auch durch den der „Vererbung auf natürlichem Wege erworbener Eigenschaften“ (an welchem die Palaeontologie, trotz aller Zwangsexperimente, nicht rütteln lassen kann) betätigte Beharrungsvermögen findet in den Regelmäßigkeiten seinen Ausdruck, die rückschauend aus dem historischen Gange des Lebens erschlossen werden. Dahin gehört die Erscheinung der „bestimmt gerichteten Entwicklung“, der „Orthogenese“ Eimer's. Die Palaeontologie muß nach ihren Beobachtungen an fossilen Umformungs- und Stammesreihen dieses „Gesetz“ in die Worte kleiden: Der einmal eingeschlagene Weg einer Entwicklung oder Umformung wird so lange als möglich beibehalten“. Die Zahl der Belege hierfür ist groß. Wir finden sie leicht in den Gestalten vieler Reihen von Brachiopoden, und zwar hier sowohl in den äußeren Schalenformen (von *Glossothyris* bis *Pygope*, von *Leptaena* bis *Productus*) wie in den Formen der Armgerüste (von *Centronella* zu den *Terebratuliden*). In der Umgestaltung der Kiefer- und Gebißformen der Elephantiden, in den 2 Reihen der Feliden finden wir sie wieder, bei deren einer von *Dinictis* zu *Felis* z. B. der Eckzahn des Unterkiefers auf Kosten desjenigen des Oberkiefers stufenweise wächst, während bei der anderen, den Säbelzähntigern, umgekehrt der Eckzahn im Oberkiefer bei den einander folgenden Arten zu immer gewaltigerer Größe gesteigt wird. Fußbau und Gebißentwicklung der Pferde, der Paarhuferreihen folgen der Orthogenese. Die Ichthyosaurier zeigen uns Orthogenese z. B. in der Verkürzung der Armknochen von dem triadischen *Cymbospondylus* zu den Typen

des Jura und der Kreide, bei denen die Unterarmknochen zu kurzen Platten geworden sind. Im Arm der Wale wird das ursprünglich vorhandene Rollengelenk im Ellenbogen in der Anpassung an das Schwimmen zwar stufenweise analog wie bei den Ichthyosauriern umgestaltet und schließlich aufgegeben, aber der Ellenbogenfortsatz des Säugetierarmes bleibt hier, wenn auch umgeformt, erhalten; Anpassung und Beharrung hier deutlich mit einander verkoppelt. Orthogenetisch und zwangsläufig wurde das noch kaufähige Gebiß des Walahnen *Protocetus* bei den späteren Walen zum Schneidegebiß, zum Reißgebiß und zum bloßen Fanggebiß umgewandelt; bei den Bartenwalen geriet es ganz in Verlust. Einseitig auf das Schwimmen im Meere eingestellte Formen können kein Kaugebiß verwenden; Kaufunktion auszuüben wird ihnen unmöglich.

Orthogenetische Umformungs- und Anpassungsreihen können, wenn wir sie zurückschauend betrachten, den Eindruck sowohl der „im Voraus bestimmten Entwicklung“ als den der Herrschaft eines „Vervollkommenungstriebes“ erwecken, wie ja von Lamarck und Cuvier an über Naegeli und Zittel immer wieder von einem solchen Triebe gesprochen worden ist. Gewiß: die Ichthyosaurier der Jura- und der Kreidezeit sind zumeist geschicktere, vollkommeneren Schwimmtiere gewesen als ihre triadischen Vorläufer. Die Wale der Jetztzeit sind um vieles bessere Schwimmer, als es *Protocetus* und *Zeuglodon* des Eocän waren. Aber die Herrschaft eines Vervollkommnungsprinzips ist hierin ebenso wenig bestätigt wie in der schrittweisen Umformung des Schädels, der Backen- und Stoßzähne, des Rüssels zu den die modernen Elefanten charakterisierenden Verhältnissen. Ja, die zwangsläufig gerichteten, gradlinig verlaufenden Anpassungen entfernen recht oft die ihnen unterworfenen Organismen mehr von dem gedanklich konstruierten Ziele der Vervollkommnung, als daß sie sie ihm nahe bringen. — Ist, wie im Falle der Ichthyosaurier, die Umprägung vom Landtiere zum schwimmenden Wassertiere überhaupt eine Vervollkommnung? Ganz gewiß nicht. Nicht mehr ist hierin ausgedrückt, als eben das Eingehen eines Organismus auf den Zwang abgeänderter äußerer Verhältnisse. Und wenn in Folge solchen Zwanges die Ichthyosaurier auch zu den höchst vollendeten Schwimmern geworden sind, so wurden sie dadurch doch andererseits wieder in ihren Lebensmöglichkeiten mehr eingeschränkt als gefördert. Nach ihrer Körperform, nach Bau und Stellung ihrer zu Paddeln umgestalteten Vorderextre-

mitäten, hatten sie — ebenso wie später die Wale — die Fähigkeit eingeübt, das Land aufzusuchen. Sie waren allein und ganz für alle ihre Lebensbetätigungen auf das Wasser angewiesen. Darin drohte sogar Gefahr für ihren Bestand. Z. T. vermochten sie dieser zu begegnen. Als Reptilien hätten sie in Erfüllung der Fortpflanzungsaufgabe Eier legen sollen. Diese, wie es die Fische tun, im Wasser abzulegen, wäre dem Entstehen von Jungen gewiß nicht dienlich gewesen. Reptilieneier bedürfen der Pflege durch trockene Wärme; die ist im Wasser des Meeres nicht gegeben. Das Land zur Eiablage aufzusuchen, war ihnen aber durch ihre Körperform völlig verwehrt. Der Gefahr, die den Ichthyosauriern durch ihre „vollkommenste“ d. i. einseitigste Anpassung an das Leben im Meere erwuchs, sind sie dadurch entgangen, daß sie vivipar wurden. Das wird weniger durch die gar nicht allzu seltenen Funde erwiesen, bei denen man in sehr verschiedener Lage und Stellung kleine Ichthyosaurier zwischen den Rippen in der Brust- und Bauchregion erwachsener Tiere beobachtet, als durch einen besonders glücklichen neueren Fund, der ziemlich weit vorgeschrittene Embryonen in Embryonenstellung und in der Uteruslage im Muttertier zeigt. Das Lebendiggebären der Ichthyosaurier, die im übrigen Kannibalen gewesen sind und Junge der eigenen Art verspeisten, war eine durch ihre Anpassung an das Wasserleben hervorgerufene neue Erwerbung, durch welche die Nachteile eben diese Anpassung z. T. wieder ausgeglichen wurden. Aber die Einseitigkeit der Umprägungsrichtung, die „Ueberspezialisierung“ zu den vollkommensten Schwimmtieren rächte sich doch; denn die Ichthyosaurier büßten damit die Fähigkeit ein, über den erreichten höchsten Anpassungsgrad hinaus die für ihre Erhaltungsmöglichkeit etwa notwendig werdenden neuen und anders gerichteten Reaktionsmöglichkeiten zu gewinnen. Ihre Umformungsmöglichkeit wurde begrenzt, eingeschränkt. Steht dieser Tatsache nicht der Annahme sowohl eines herrschenden Vervollkommnungstriebes als eines vorbestimmten Entwicklungsplanes auf's schärfste entgegen?

Läßt sich das durch die geologische Ueberlieferung in ungemein vielen Fällen festgesetzte Aussterben von Arten, Gattungen, Familien, von ganzen Ordnungen mit einem Prinzip der Vervollkommnung, mit dem Bestimmen der Entwicklung durch einen im voraus gegebenen Plan in Einklang bringen? Gewiß nicht.

Einschränkung der Existenzmöglichkeiten durch Anpassung und Um-

formung läßt sich durch zahllose Beispiele erhärten. Die Bewegungsmöglichkeiten wasserbewohnender Organismen werden in verschiedenen Richtungen gestaltet. Kriechen auf dem Boden, selbsttätiges Schwimmen, Schweben. Die Schwebemöglichkeit kann durch verschiedene somatische Momente ausgedrückt sein. Eines davon ist: Die Körperoberfläche wird durch die Bildung von Dornen, spitzen Stacheln vergrößert und dadurch der Reibungswiderstand im Wasser erhöht. Auf solchem Wege sehen wir eine große Reihe von Tiertypen umgestaltet. So ist das z. B. der Fall gewesen bei manchen Trilobiten: in orthogenetischem Werden entstanden aus wenig rauh gepanzerten Formen der Gattung *Acidaspis* Tiere, deren Panzer nach allen Seiten von feinen und gar noch gezähnelten Lanzen starrten. Den so Umgestalteten war es gewiß leicht gegeben, in beliebiger Höhenlage des Meeres zu schweben; hierin war gewiß ein großer Vorteil geboten. Doch zu diesem Vorteil gleich eine Einschränkung: gesteigerter Reibungswiderstand verminderte die selbständige Bewegungsmöglichkeit; das schnelle Schwimmen mit seinen Vorteilen wurde ihnen verwehrt.

Wir bewundern die Kalkbauten der riffbildenden Korallen. In ihrer Fortpflanzungsart durch Knospung und in der darauf beruhenden Stockbildung haben diese fest an den Boden gehefteten Tiere ein ihnen bei ihrer Unbeweglichkeit äußerst wertvolles Schutzmittel gefunden. Die ursprüngliche fast bei allen silurischen Korallen noch vorhandene physiologische Selbständigkeit der einen Stock zusammensetzenden Individuen wird früher oder später aufgegeben. Die einzelnen Individuen eines Stockes werden durch eine gemeinsame Gewebemasse, das Cönosark, untereinander verbunden. In vollständiger Größengleichheit der Einzelnen stellt die Kolonie nun in vollendetem Kommunismus physiologisch gewissermaßen nur ein Individuum dar. Ist das Fortschritt, Vervollkommnung? Nein, wieder nicht. Wir kennen stockbildende Korallen seit uralter Zeit, seit dem Silur. Damals waren sie über alle Meere der Erde verbreitet. Fast überall, wo reine Kalke in klarem, flachem Meerwasser gebildet werden konnten, erwachsen ihre Bauten vom arktischen Archipel Nord-Amerikas bis zu weiten südlichen Breiten. Heute sind die riffbauenden Korallen mit ganz wenigen, kümmerlichen Ausnahmen auf den Tropengürtel der Erde beschränkt, und mit äußerster Empfindlichkeit reagieren sie nicht nur wie ihre Vorfahren auf Trübungen des Wassers und auf tieferes Wasser, sondern auch auf

niedrigere Temperaturen. Der ihnen ursprünglich durch Kolonie- und Stockbildungen gegebene Schutz ist durch den Uebergang zum ausgeprägtesten Kommunismus und durch die Anpassung an enge Temperaturgrenzen zu einer weitgehenden geographischen Einengung des Lebensgebietes, zu einer Einschränkung der Daseinsmöglichkeit geworden.

Als ganz allgemein gültig muß es ausgesprochen werden, daß die auf orthogenetischem Wege sich abspielenden und zwangsläufig nach der einen oder anderen Richtung — progressiv oder regressiv — verlaufenden Anpassungsvorgänge immer zu einer Einschränkung der Lebensmöglichkeiten der Organismen geführt haben. Der trivial klingende Satz: Ebenso wenig wie der Steinbock und die Gemse des Hochgebirges in den Tiefen der Ozeane leben können, kann niemals ein Organismus der Tiefsee zum Bewohner des Hochgebirges werden, drückt durchaus treffend die tatsächliche Einschränkung der Existenzmöglichkeit und die Beschränkung auf einen begrenzten Lebensraum durch die Anpassungsvorgänge aus.

In den durch die Orthogenese und durch das Beharrungsvermögen regulierten Anpassungs- und Umformungsvorgängen liegt weiter der Ausdruck dessen, daß die Entwicklung der Organismenreihen nicht beliebig bald nach der einen, bald nach einer anderen Richtung abirren kann. Sie ist trotz der wunderbar reichen Formbildungskraft der Natur begrenzt, an bestimmte, durch Umwelt und die Reaktionsfähigkeit der Organismen und durch das Beharrungsmoment gegebene Maße gebunden.

Unserm menschlichen, durch geistige Funktionen bestimmten Handeln wohnt das Moment der Zweckmäßigkeit inne. Gar vielfach wurde und wird dieses menschliche, psychisch begründete Moment auf die Organismen außer uns übertragen, und sowohl der Bau wie das Funkzionieren der Organe der Lebewesen als zweckmäßig im Sinne der Erfüllung von Finalität angesprochen. Es liegt ja verführerisch nahe, aus dem Ausdruck „Anpassung“, und aus den Anpassungseffekten auf zweckmäßiges Geschehen in den Lebensäußerungen der Organismen zu schließen. Etwa so: Der Ichthyosaurus erwirbt eine Ruderflosse, um Schwimmen zu können. Doch das einschränkungslose Uebertragen des menschlich psychischen auf die übrigen Lebewesen, ist nicht zu rechtfertigen. Das, was an Gestaltgebungen und ebenso an bestimmten physiologischen Eigenschaften „zweckmäßig“ ausgestaltet erscheint, ist

durchaus nichts anderes, als der Ausdruck eines auf der Reaktionsfähigkeit der Organismen beruhenden labilen Gleichgewichtszustandes zwischen bewirkender Ursache — der Umwelt — und dem reagierenden System — dem Körper des Organismus.

Wie es an lebenden und ebenso an fossilen Organismen gar oft festgestellt werden kann, sind manche morphologische Einzelheiten durchaus nicht als zweckmäßig geworden zu verstehen. Die übergroßen, vielästigen Geweihe mancher Hirsche, die oberen Hauer des Babirusa, die Hornzierden mancher Käfer sind alles andere als zweckmäßig. Wenn in der merkwürdigen fossilen Reptilordnung der Clepsydropsiden die zu hohen Lanzen gewordenen Dornfortsätze der Rückenwirbel von Dimetroden und Edaphosaurus auch noch als zweckmäßige Schutzmittel angesprochen werden könnten, so ist das bei der Triasgattung Centrosaurus nicht mehr möglich. Dort sind die Dornfortsätze zu säbelförmigen, bis 60 cm hohen, aber papierdünnen Gebilden geworden, deren Zweckmäßigkeit nicht ersichtlich ist — es sei denn, sie dienten mit der zwischen ihnen gespannten Haut als Segel für die an oder in Buntsandstein-Seen dem Fischfang obliegenden Formen. Wenn Sie das in unserem Museum aufgestellte Skelett des ostafrikanischen Jura-Dinosauriers Kentrurosaurus sehen, dann leuchtet Ihnen ohne weiteres ein, daß dessen mächtige knöcherne Rückendornen garnicht durchaus zweckmäßig gewesen sein können.

Die übermäßige Spießverlängerung des Oberkiefers bei dem Ichthyosaurier Eurhinosaurus und dem Wal Eurhinodelphis ist ganz gewiß alles andere als zweckmäßig und nützliche gewesen. Wenn der Plesiosaurier Elasmosaurus der jüngeren Kreidezeit einen Hals von doppelter Rumpflänge besaß, so war dadurch seinem kleinen Schädel mit dem Raubgebiß sicher ein großer Aktionsradius garantiert. Aber war hierin reine Zweckmäßigkeit gesichert? Kaum, denn der verhältnismäßig kleine Rumpf mit seinen vier Rudern, bot für die zur vollen Ausnutzung des überlangen Halses notwendigen, sehr intensiven und plötzlichen Muskelbewegungen gewiß nicht den genügenden Rückhalt.

Solche der Zweckmäßigkeit entbehrenden Bildungen sind verständlich als ein besonderer Ausfluß der im Formwerden der Organismen mitwirkenden Beharrung. Wie eine einmal ausgelöste Bewegung durch Beharrung über das durch Masse, Kraft und Geschwindigkeit bedingte Ziel hinauschießt, so auch der Anpassungsgang der Formgebungen

durch Beharrung. Orthogenetisch beharrt jeder Umformungsweg in der eingeschlagenen Richtung. Setzt kein bestimmender neuer Zwang dem Wege ein Ende, so kann er über das Ziel hinausgehen und führt dann zu hypertrophischer, bizarrer, nutzloser, ja geradezu schädlicher Ausgestaltung der nutzmäßig gewesenen Organe oder besonders morphologischen Bildungen.

Die geologische Geschichte der Länder stellt sich als ein fortwährendes Wechseln geologischer Umstände, als eine dauernde Folge von Umweltsänderungen dar. Da erscheint es wie ein Widerspruch gegen die Regel, daß die Umwelt die Gestalten der Organismen bestimme, wenn wir in der Masse des Lebens gar nicht wenigen Formen begegnen, die ihre Gestalt durch lange geologische Zeiträume unverändert beibehalten haben. Unter „niederen“ Tieren treffen wir solche Dauerformen öfter als unter „höheren“. Manche Radiolarien und Foraminiferen haben ihre Gestalt durch die ganze uns bekannte Zeit der Ueberlieferung des Lebens nicht verändert, Angehörige anderer Tiergruppen sind durch mehrere, manche durch viele geologische Perioden hindurch sich gleich geblieben. Kommt den „Dauertypen“, den „Konservativformen“ eine ganz besondere Unempfindlichkeit zu? Sind sie widerstandsfähiger als andere, so daß sie von den wechselnden Einflüssen der Umwelt unangefochten blieben? Ueberwog bei ihnen das Beharrungsvermögen so weit, daß es die Anpassungsfähigkeit ausschaltete? Oder wirkte in ihnen physiologische Anpassung ohne somatische Reaktionen? Solche Dauerformen sind beachtenswerter Weise fast alle Bewohner des Meeres. Das Land mit seinen räumlich beschränkten, sehr verschiedenartigen Umweltgebieten, mit seinen tief greifenden Einwirkungen wechselnder geologischer Einflüsse war dem Entstehen von Dauertypen nicht günstig. Im Meere begegnen sie uns namentlich unter planktonisch lebenden Formen der küstenferneren Hochsee, unter planktonischen Formen überhaupt, ferner unter einer Anzahl von Typen der jetzigen Tiefsee — beides Regionen langwährenden Gleichbleibens ihrer physikalischen und chemischen Verhältnisse. Hieraus kommt uns Licht für das Verstehen der Dauertypen: Ebenso wie veränderte Umweltbedingungen die Formen des Lebens umwandeln, so erhalten gleichbleibende Umweltfaktoren die ihnen zugeteilten Lebewesen in der einmal gegebenen Form. Auch hierin wieder eine Bestätigung für die Macht der Umwelt über die Organismen. Die Weiterent-

wicklung wird in solchen Fällen unnötig; Rüdemann erachtet sie als gehemmt, die Dauertypen als nicht weiter umformungsfähig. Wenn eine Anzahl von Typen durch die Erwerbung von Schutzmitteln somatischer oder physiologischer Art, durch den Uebergang zu fest-sitzender oder auch zu subterranean Lebensweise ebenfalls zu mehr oder weniger langlebigen geworden ist, dann liegt namentlich in den letzteren Fällen gewiß nur ein Ausdruck dafür vor, daß durch Anpassung auch Mittel zur Beharrung gegeben werden können.

Ich habe mich nur an einen engen Komplex von geologisch überlieferten Erscheinungen gehalten, um die bestimmenden Beziehungen zwischen der in geologischen Momenten gegebenen Umwelt und den Formen, wie dem Formwerden der Organismen zu beleuchten. Der Einfluß der Umwelt ist, wie das sehr viele, eindrucksvollste Bilder aus der Geschichte des Lebens mit Gewißheit erhellen, das die Umformung des organischen Lebens anreizende, erzwingende und damit das in erster Linie formbedingende Moment. In dieser Ueberzeugung stelle ich mich näher zu Geoffroy St. Hilaire als zu Lamarck. In der Umformung der Organe durch Uebung oder Nichtgebrauch, Lamarck's Hauptgedanke, ist nur ein Eingehen der Organismen auf von Außen her durch die Umwelt ausgeübte Reize zwingender Art zu sehen. Der durch Anpassung formerzwingenden Macht der Umwelt steht als einschränkendes Formregulativ das Vermögen der Organismen gegenüber, solange als möglich den einmal eingeschlagenen Wegen der Formbildung treu zu bleiben.

Wenn Salfeld bei seinen Studien an Juraammoniten zur Leugnung der Anpassung an Momente der Umwelt gelangt, so ist es schwer ihm darin zu folgen<sup>6</sup>. Ich gebe gerne zu, daß wir keineswegs schon heute jede der unendlich vielen fossilen und lebenden Formen in allen ihren Einzelheiten und nach ihren Ursachen voll verstehen können. Ich muß noch hinzufügen, daß es gerade bei vielen fossilen Meerestieren ausgestorbener Gruppen besonders schwer ist, in ihnen den Einfluß der Umwelt auf die Formgestaltung ganz zu erkennen. Im Falle jener ausgestorbenen Ammoniten liegt es so, daß wir von deren Organisation nur recht wenig wissen. Ihre Umwelt beurteilen wir aus Gestein und den sie begleitenden Resten anderer Organismen. Für die Deutung dessen, was ein Gestein der Vorzeit über die Umstände aussagt, unter denen es entstand, haben wir bis jetzt nur wenig mehr als die ersten tastenden Schritte tun können. Und das, was uns eine fossile Lebens-

gemeinschaft zur Beurteilung der organischen Komponenten eines Milieus, einer Umwelt bietet, das ist nur Stückwerk. Seine Rekonstruktion zu einem Vollbilde ist äußerst schwierig, da immer nur ein Teil einer Lebensgemeinschaft in klar erkennbaren Spuren fossil überliefert werden kann.

Die gestaltende Wirkung der Umwelt beruht darauf, daß den Lebewesen Anpassungsfähigkeit inne wohnt. „Anpassungsfähigkeit“, „Reaktionsfähigkeit der Organismen“ sind allerdings mehr Worte als dem Wesen nach in ihren Einzelheiten voll erkannte Begriffe. Es ist selbstverständlich, daß die Reaktion des Körpers auf veränderte Umwelt nicht so vor sich geht, daß z. B. der Schreitfuß eines Landreptils in den Schwimmfuß eines Ichthyosaurus, oder der langgesichtige Schädel eines Moeritherium in den kurzen eines Elefanten, daß die niedrige, höckrige Zahnkrone der Altpferde in den säulenförmigen Schmelzfaltenzahn der geologisch jungen Pferde einfach plastisch umgeformt wird. Ganz selbstverständlich kann keine der organischen Umformungen ein einfaches mechanisches Ummodellieren sein. „Ein Lebewesen ist kein Stück Teig oder Wachs“, warf Cuvier gegen Lamarck's transformistische Ideen in die Wagschale. Und doch sind und werden die Wesen umgeformt. Das kann gewiß nur auf physiologischen Umwegen vor sich gehen. Diese zu ergründen, hat die Paläontologie keine Anhaltspunkte: sie kann durch ihr Material Vorgänge immer nur aus überlieferten Vorgangsstufen schließen<sup>7</sup>. Hat die Neobiologie uns über diese Dinge Bescheid gegeben? Endgültigen keineswegs. Beruht die Umbildungsfähigkeit, die Reizfähigkeit der Organismen auf der noch immer unbekanntem Konstitution des Protoplasmas, oder einzelner Plasmateile? Wie weit spielen bestimmte, aber nicht voll erkannte physiko-chemische Aktionen und Reaktionen hier eine mitentscheidende, oder die alleinige Rolle? Wer vermag das heute schon zu beantworten?

Die jeweils gegebene Umwelt — in den Formen von Land und Meer, in topographischen und klimatischen Faktoren<sup>8</sup>, in der Zusammensetzung der Atmosphäre, in Pflanzenkleid und Tierwelt sich selbst bestimmend — hat auch die Formen des Lebens bestimmt. Und das Wechselspiel von Anpassung und Beharrung hat das einstmals auf der Erde entstandene Leben auf verschiedensten, aber stets notwendig gegangenen Wegen zu den Bildern geführt, in denen wir das macht-

volle Walten der Natur und die Harmonie zwischen der anorganischen und der organischen Welt heute in Ehrfurcht bewundern.

Die Organismen in ihrer Gesamtheit, ebenso in ihren örtlich verschiedenen Lebensgemeinschaften bestimmen und beeinflussen mit die Umwelt des Einzelnen.

Nur ein Wesen vermag die Macht der Umwelt zu brechen, obwohl es selbst auch im Werden seiner Gestalt, in seinen Rassen, dem Zwang von Umwelt und Anpassung gefolgt ist. Das ist der Mensch. Dank seinen Geisteskräften. Die Grenzen in diesem Vermögen sind ihm doch enge gesteckt. In den uns und alles um uns tragenden Boden greift er ein, nimmt und gibt ihm Stoffe, anders als die Natur das tut. Die Rinnale der Wässer lenkt er auf neue Wege. Seine Züchtungskulturen in Feld und Wald gestalten stückweise das Pflanzenkleid um. Durch Züchtung und Vernichtung verschiebt er die Komponenten der Tierwelt. Durch seine Industrie verändert er langsam die uns Atmung, den Pflanzen Assimilation ermöglichende Atmosphäre: um 1 Tausendstel vermehrt er jetzt jährlich deren Kohlendioxidgehalt.

Wird des Menschen Tun nur so sich auswirken, daß er eben in seinen Kulturgebieten an den Bildern des Lebens einzelne Striche von der Stelle verrückt, an der sie die Natur gezogen hat? Oder wird der Mensch — die Umwelt gestaltend — auch die Formen des Lebens in der freien Natur verändern? Zu kurz ist die Zeit des menschlichen Tuns; ferne Zukunft erst kann die Antwort geben.

Angepaßt ist auch der Mensch — und in seinen Lebensmöglichkeiten eingeschränkt.

Ihm aber ist für die Aufgabe der „Selbstbehauptung gegenüber seiner Umwelt“ ein Besonderes gegeben, und seine Anpassung ist eine besonders gerichtete durch die Gaben seines Geistes. Sie befähigen ihn, den Weg der Selbstbehauptung anders zu gehen als nur durch physisches Folgen und durch physische Uebung. Anspannung und Uebung eben der Gaben des Geistes führen den Menschen auf dem Wege der Selbstbehauptung.

Schwer und immer schwerer wird dem Menschen, der mit Hilfe seiner psychischen Kräfte seine Zahl weit über die durch den Gang des natürlichen Geschehens gegebene erhöht, das Bestehen des Kampfes ums Dasein in und mit seiner Umwelt. Seine Waffen in diesem Kampf erwachsen ihm durch Uebung und Ausnutzung der Gaben seines Geistes. Und die edelsten sind diese Waffen, wenn sie rein gehalten werden

durch die Befolgung der des Menschen Tun emporhebenden ethischen Gesetze. In Eure Hände, liebe Kommilitonen, sind diese Waffen gelegt. Sie Euch führen zu lehren, daß Ihr sie im Dienste unseres Vaterlandes und dadurch der Menschheit so gebraucht, daß nie ein Rostfleck sie trübt, das ist die hehre Aufgabe, in der die Lehrer unserer Universität mit Euch in stolzem Ernst vereint sind.

Anpassung hat auch den Weg des Menschen bestimmt. Und den Deutschen gerade wird besondere Anpassungsfähigkeit nachgesagt — nicht eben nachgerühmt. Anpassung darf für den Menschen nicht sein willenloses Eingehen auf die Einflüsse seiner Umwelt. Natur, die große und wahre Lehrmeisterin, zeigt ja durch die von ihr selbstgeschriebene Geschichte des Lebens, wie im Ringen um die Selbstbehauptung in der organischen Welt Anpassung keineswegs das allein Schicksal-Entscheidende und Bestand-Gewährende ist. Neben der Anpassung wirkt Beharrung. Sie allein aber wieder nicht das, was dem Leben zu vollem Nutzen wird; schwächt doch starres Beharren die Fähigkeit ab, den Kampf mit Neuem zu bestehen. Erst im Zusammenwirken von Anpassung und Beharrung wird das, was im Wandel der Umwelt dem Leben sieghafte Kraft giebt.

Das erprobte Alte treu behalten,  
Das Neue zu guten Wegen gestalten,

dazu sind uns für Anpassung wie Beharrung und zum Bestehen in unserer Umwelt die Kräfte unseres Geistes gegeben.

Am Ufer des Lago Maggiore holt die Schicksalsuhr unseres Volkes zu einem neuen Schlage aus. Wie auch immer er klingen wird, die Umwelt der Deutschen wird kalt bleiben und mit hartem Druck auf uns lasten. An uns Allen, an Euch, liebe Kommilitonen, wird es sein, die uns gegebenen Kräfte zu schulen, zu stählen, um sie für Gegenwart und Zukunft zu gebrauchen. Stolz und heilig ist die Pflicht, im Dienste des Vaterlandes die Waffen des Geistes zu führen, auf daß wir in starker, fester Volksgemeinschaft unsere Umwelt ertragen — nein, daß wir stark und frei und mit Ehren in ihr bestehen!

## Anmerkungen

- <sup>1</sup> Um Mißverständnissen vorzubeugen, bemerke ich, daß ich unter „Herrschaft des Trockenklimas“ in der Perm- und Triaszeit nur den vorwaltenden Klimacharakter in dem periatlantischen Nordkontinent betont wissen will. Zeitlich und örtlich war die Trockenperiode mehrfach durch kurze Phasen humideren Klimas unterbrochen, so z. B. durch die kohleführenden Abschnitte des Rotliegenden, durch die Schilfsandsteinbildungen, die Lettenkohlenzeit und das Rhät.
- <sup>2</sup> Vor allem sind es die in den Karroo-Schichten Südafrikas sehr zahlreichen Dicyodontier, die um ihres weitestgehenden Zahnverlustes und um ihres plumpen Baues willen als Pflanzenfresser angesprochen werden, obwohl Zahnlosigkeit allein noch kein entscheidender Beweis für Pflanzenkost ist. Neben ihnen gelten einige Dicocephalen und Pareiasaurier als herbivor. Aus der Nordhemisphaere sind bis jetzt nur wenige Dicyodontier und Pareiasaurier — aus Rußland und Schottland — bekannt geworden. Beachtenswerter Weise fehlen unter den alten Reptilien Nordamerikas — aus dem dortigen „Permo-Carbon“ — Formen, die sich ohne weiteres als echte Pflanzenfresser dokumentieren. Das Gebiß des Cotylosauriers Diadectes mit seinen breiten Backenzähnen muß eher als omnivor, denn als herbivor gelten. Sehr augenfällig ist es, wie in Südafrika das Verschwinden der Pflanzenfresser unter den Reptilien, der Dicyodontier usw., mit dem stärkeren Vorherrschen von ausgesprochenen Trockenzeiten in der jüngeren Trias zusammenfällt.
- <sup>3</sup> Ein dritter Weg der Rettung, das Auswandern in andere Landgebiete — etwa der Südhemisphaere, auf der vorherrschende Aridität des Klimas erst später einsetzte — war für die Bewohner der periatlantischen Gebiete der Nordhemisphaere durch die Lage der permischen Meere im Westen und Osten, sowie durch die äquatorial gerichtete Tethys mindestens sehr erschwert. Für Wanderungen von Landbewohnern mögliche Landverbindungen zwischen den Nord- und Südkontinenten bestanden im Ober-Carbon und im Perm. Das geht ebenso aus dem Vorkommen der südkontinentalen Glossopterisflora in Rußland wie aus dem von Dicyodontiern und Cotylosauriern in Rußland und Schottland hervor. Einem Wandern nordkontinentaler Reptilien nach Süden wurden aber Schranken gesetzt. Das ist namentlich daraus zu schließen, daß die permische Reptilienfauna Nordamerikas der südafrikanischen so fremd gegenübersteht. Erst in den Parasuchiern und den Dinosauriern der Trias zeigen sich einige neue Fäden zwischen den nord- und südkontinentalen Landfaunen.
- <sup>4</sup> Wie die Landmassen mit ihren vielartigen und schärferen Gegensätzlichkeiten der anorganischen Umweltsbedingungen heute vielfältiger differenzierte und schärfer geschiedene Lebensgemeinschaften neben einander zeigen als die Meeresräume, so boten sie auch in der Vergangenheit mehr und stärker wirkende Anreize auf die Lebewesen dar. Von besonders weitgehendem Einfluß sind und waren klimatische Faktoren, und unter ihnen sind es namentlich die Trockenklimate, welche die nachdrücklichsten Einwirkungen auf die Lebewelten ausübten. Gerade in der Perm-Triaszeit, während einer geokratischen Periode der Erdgeschichte, war es nicht etwa die kurzwährende, gering-

füßige Einengung des Landes durch die unbedeutende Transgression des Muschelkalkmeeres, welche die Ichthyosaurier usw. der Meere entstehen ließ. Das Werden dieser Formen war gewiß schon mindestens zur Buntsandsteinzeit vollzogen und ist ganz allein als eine Folge der im Perm einsetzenden Trockenperiode der Nordhemisphäre zu verstehen. Aus den marinen Gesteinen des Muschelkalks liegen uns nur die ältesten Ueberlieferungen z. B. von Ichthyosaurierresten vor, ohne daß diese die Spuren der ältesten Ichthyosaurier überhaupt sein können.

Analog hat sich später u. a. das Werden der Wale aus Landraubtieren nicht etwa als Folge einer thalattokratischen Zeit abgespielt, sondern vielmehr in der Zeit einer von der jüngeren Kreide ins Alttertiär sich erstreckenden Vergrößerung von Landgebieten z. B. des afrikanischen Kontinentes.

5. Ueber die unmittelbaren Vorfahren der Ichthyosaurier herrscht noch Ungewißheit. F. v. Huene und Baron Nopcsa legen auf eine Reihe morphologischer Aehnlichkeiten zwischen den Süßwasser bewohnenden Mesosauriern des Perms der Südhemisphäre und den Ichthyosauriern großen Wert. Abgesehen von dem geographischen Moment – die ältesten und älteren Ichthyosaurier kennt man nur aus Meeresräumen der Nordhemisphäre – verwehren es die besonderen Spezialisierungen der Mesosaurier, daß aus ihnen die Ichthyosaurier entstanden sein könnten: die schlanken, hohen Borstenzähne der Kiefer, die pachyostotischen Rippen, der Schultergürtel u. a. m. zeigen Spezialisierungen in einer nicht auf die Ichthyosaurier zielenden Richtung.

6. Auch von manchen Neobiologen wird jetzt gegen den die Form bestimmenden Einfluß der Umwelt Widerspruch erhoben. Ich erinnere an den Gedankengang Aichel's: Die Form der Zähne wird nicht durch die Art der Nahrung bestimmt, sondern nach der Form und Ausbildung der Zähne wird die Art der Nahrung gewählt. Gewiß liegt in dem zweiten Teil des Satzes für den einzelnen Moment aus der Geschichte des Werdens eines Gebisses ein ganz gewichtiges Korn Wahrheit: aber der Satz läßt sich nicht für die ganze Geschichte einer Gebißform aufrecht erhalten. Wir würden damit zur Annahme einer Praeadaptation kommen, zu der sich auch Banta, Cuénot, Davenport u. a. m. bekennen; das wäre nichts anderes wie eine neuverbrämte Präformationslehre. Banta z. B. spricht die Ansicht aus: Höhlenbewohner sind nicht durch das Höhlenleben blind geworden: die betreffenden Arten haben vielmehr Höhlen aufgesucht, da sie blind waren und da sie in Höhlen die ihrem Bau und ihren physiologischen Bedürfnissen entsprechenden Bedingungen fanden. Aus der historischen Ueberlieferung des Lebens sind für solche praeadaptationistischen Auffassungen jedenfalls keine beweisenden Belege zu finden. Wer wollte es glauben, daß die Ichthyosaurier Wasser- und Meeresbewohner wurden, weil ihre Extremitätenpaare zu für das Leben auf dem Lande völlig unbrauchbaren Paddeln geworden waren?

Für die Entstehung neuer Formen durch Saltationen (Mutationen von de Vries) wird auch wieder dem Zufall eine bestimmende Rolle zuerkannt. Cuénot betont das besonders. Nach ihm erscheinen sie ohne jede ersichtliche äußere Ursache zufällig, in Folge von inneren Modifikationen der Geschlechtszellen und besonders des Kernchromatins: sie treten spontan auf, das soll hier heißen: man kann sie experimentell nicht hervorrufen. Bei der eingeschränkten Beweiskraft des Experiments für die Nachprüfung stammesgeschichtlich morphogenetischer Vorgänge ist die letztere Begründung durch Cuénot ohne Belang.

7. Wie man somatische Besonderheiten auf physiologische Reize zurückzuführen versuchen kann, hat Baron Nopcsa jüngst gezeigt. Er mißt Erkrankungen große Bedeutung für die Morphogenie der Lebewesen bei: „Arrostie“, Kränklichkeit, soll eine große Rolle spielen. Bei den Sirenen, bei Mesosauriern und einigen anderen an das Wasserleben angepaßten Vierfüßlern fällt grobe Pachyostose besonders der Rippen auf. Sie soll nach Nopcsa auf folgendem Wege hervorgerufen sein: Atemnot (beim Zwang im Wasser zu leben) führt zu leukämischer Erkrankung, zu hyperplastischen und hyperämischen Erscheinungen, in deren Gefolge sich osteosklerotische und pachyostotische Veränderungen des Skeletts einstellen. Wenn auch der Anstoß – Atemnot beim Uebergang zum Wasserleben – unverständlich erscheint, so ist doch diese Hypothese Nopcsa's, – mehr als seine ältere, den Riesenwuchs von Dinosauriern auf die Vergrößerung der Hypophyse zurückzuführen – ein sehr beachtenswerter Versuch, zwischen Umwelt und somatisches Ergebnis physiologische Vorgänge als Mittler einzuschieben.

8. Der Palaeontologe Matthew hat die Bedeutung des Klimas für die Geschichte des Lebens bisher am eingehendsten und konsequentesten erörtert.