

Reclams Universal
Bibliothek

Nr. 7270

Edgar Dacqué

Vom Werden
des Erdballs



Dies Buch ist auch gebunden käuflich!

406824

Vom Werden des Erdballs

Von

Prof. Dr. Edgar Dacqué

Mit Abbildungen

Verlag von Philipp Neclam jun. Leipzig

Alle Rechte, insbesondere
das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten
Copyright 1934 by Philipp Reclam jun. Leipzig



867 939

Druck von Philipp Reclam jun. Leipzig
Printed in Germany

D. 100/64.

Vorwort

Die nachstehenden Ausführungen sind großenteils umgearbeitete Aufsätze, die gelegentlich in „Reclams Universum“ zur Veröffentlichung kamen, hier aber in zusammenhängender Form und mit erweiterten Gesichtspunkten durchgearbeitet, in einigem auch ergänzt sind. Der Inhalt stellt freilich einige Anforderungen an die geistige Mitarbeit des Lesers; es ist nicht wertvoll und noch lange kein Bildungsgut, zu erfahren, was ist, sondern auch zu erleben, wie man darum ringt und was man wagt, um zu erfahren. Jeder Ausblick in das Unbekannte bedarf der Phantasie, aber sie muß auf dem Boden der nüchternen Tatsachen stehen. Diese waren also nicht zu vernachlässigen, wenn die Theorien für den Leser Wert haben sollten. Viel muß bei solchen Darstellungen unterdrückt werden, was der Fachmann wohl ungern vermißt.

Der Verfasser.

Einleitung

Bei der heutigen Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse ist es erstaunlich, wie wenig von dem Wissen über die urweltlichen Zeitalter, über die Wandlungen der Erde und über die Entwicklungsgeschichte des Lebens zu einem allgemeinen Bildungsgut geworden ist. Nicht viele von denen, die sonst an wissenschaftlichen, geschichtlichen, philosophischen und künstlerischen Fragen Anteil nehmen und im Leben Bescheid wissen, haben auch eine zureichende Kenntnis und klare Vorstellungen von der Tatsache, daß es eine Jahrmillionen lange Geschichte der Erde und des Lebens gibt; daß unser Planet immerwährenden Umwandlungen, ja Umwälzungen in den Zeitaltern der Vorwelt unterworfen war; daß wir von untergegangenen Tier- und Pflanzenwelten wissen und sie in wohlgeordneter zeitlicher Reihenfolge übersehen. Auch die vielberufenen „vorsintflutlichen“ Tiere sind gar nichts Nebelhaftes und Phantastisches, sondern etwas sehr Greifbares und Wohlbekanntes.

Jedes Land trägt in sich die Zeugnisse urweltlicher Vergangenheit. So wie wir die menschliche Kulturgeschichte nach den Inschriften und dem Gemäuer alter vergangener Städte, nach Pergamenten und Gebrauchsgegenständen ermitteln, die uns im Boden überliefert sind, so lesen wir auch die erdgeschichtliche Vergangenheit eines Landes und des ganzen Planeten selbst in

einem großen System vielfach zwar zertrümmerter, aber teilweise doch in geordneter Reihenfolge wiederzuerkennender Schichtungen. Es sind dies die mannigfaltigen Gesteinslagen der Erdrinde, die stellenweise wohlgeordnet übereinanderliegen, stellenweise auch wild durcheinandergerüttelt, zerknittert und verfalset sind, aber dennoch dem eindringenden Blick des Forschers schließlich sich entwirren und von der Geschichte der Erde und des Lebens erzählen.

Die Gesteinsbildungen der Erdrinde bis in große Tiefen hinab sind ehemals entstanden als Ablagerungen aus urweltlichen Meeren, Seen, Flüssen, Wüsten und Sümpfen, wie sich auch zwischen sie hinein, der Tiefe entquellend, ehemals flüssiges vulkanisches Material eingepreßt oder eingelagert hat. Wie heute sich noch überall durch den Kreislauf des Wassers, durch die Verwitterung, durch die Wogen des Meeres, den tragenden Lauf der Ströme und die Kraft des Windes Materialien absetzen, die anderswo, durch ebendiese Kräfte, abgerissen, aufgelöst und zerrieben worden sind, so geschah es stets auch in den vorweltlichen Zeiten. In allen Regionen der Erde aber gab es seit uralten Zeiten Leben. Auch die räuberbesiedelnden Lebewesen gerieten da und dort, teils spärlich, teils oft in großen Massen, in die sich überall bildenden Aufschichtungen, wurden darin mineralisirt und erfüllen so als Versteinerungen oder Fossilien viele Schichtungen der Erdrinde, uns solcherweise von dem urweltlichen Leben der Erde erzählend. Es ist einer anderthalb Jahrhunderte tätigen Forschungsarbeit gelungen, durch eine vielfach bis ins einzelne gehende Untersuchung aller nur irgendwie zugänglichen Gesteine der Erdrinde die Geschichte des Planeten

und des Lebens auf ihm aufzuhellen und so eine zusammenhängende Geschichte der Entwicklung und Umwandlung zu geben, die an Reichhaltigkeit und Vielseitigkeit alles weit übertrifft, was wir etwa bisher aus der wirklichen oder vermeintlichen Urgeschichte der Menschheit selber wissen.

Seit es eine feste Erdrinde gibt, auf der sich Wasser niederschlug, seit es Meere, Seen, Flüsse, Wüsten, seit es eine Verwitterung und einen Kreislauf des Wassers gibt, wurden immerfort die Gesteine der Erdrinde zersezt, abgetragen, umgelagert, dann wieder abgesezt, aufgeschüttet, neu zusammengetragen. Diese abtragende und aufschüttende Tätigkeit durch die Atmosphären, die Jahrhunderttausende um Jahrhunderttausende unverdrossen am Relief der Erde arbeiten — sie hätten längst die Erdrinde völlig nivelliert, wenn nicht zugleich und während es geschah, immer wieder große Umsehungen der Kruste selbst eingetreten wären. Da senkten sich Länder unter das Meer, Meeresböden hoben sich herauf und wurden trockenes Land oder wuchsen zu Falten- und Hochgebirgen empor. Vulkanisches Gesteinsmaterial drang in geschmolzenem Zustand aus den Tiefen herauf, durchsezte die Gesteine und die eben erst gebildeten Aufschüttungen der Erdrinde, breitete sich an der Oberfläche aus oder schüttete sich explosiv zu Bergen auf.

Dieses bald heftig gesteigerte, bald langsam wieder verlaufende Geschehen führte zu einer immerwährenden Veränderung der Erdoberfläche und zugleich zu einem immer erneuten Kreislauf des Gesteinsmaterials. Was bestand, wurde umgelagert und wieder abgelagert in den Senken, in den Tiefen, in den Seen und Meeren; umgekehrt wurde das Abgelagerte früher

oder später wieder emporgebracht, war inzwischen verhärtet, bildete neue Länder, neue Gebirge und wurde wieder angegriffen, zerlegt und zerstört, umgewandelt, von neuem anderwärts und andersartig wieder abgelagert. Das Ergebnis dieser unaufhörlichen Umsetzungen von Erdkruste und Material — das eben ist die Erdrinde mit ihren Formationen, mit ihrer unendlichen und teilweise unentwirrbaren Gesteinsmannigfaltigkeit, mit ihrer im einzelnen so ganz verschiedenartigen Struktur, wie wir sie jetzt vor uns haben.

Wenn wir die Epochen der Vorwelt erforschen, also von der Geschichte der Erde und des Lebens etwas wissen wollen, müssen wir die *U r k u n d e n* für diese Geschichte prüfen. Wie nun die Geschehnisse der menschlichen Geschichte überliefert sind in Pergamenten und Büchern oder in Inschriften, Kunstserzeugnissen, Bauwerken, zuletzt für die früheste Zeit vielleicht nur in Runen oder Steinwerkzeugen, so sind die Gesteinsbildungen der Erdrinde, ihre Schichtung und Lagerung, das Material für die Erdgeschichtsforschung. Das sind die Ablagerungen aus vorweltlichen Meeren, Flüssen, Seen, Wüsten, Sümpfen, durchsetzt von vulkanischem Material. In diesen Schichtungen liegen, zeitlich geordnet, die versteinerten oder fossilen Reste des vorweltlichen Lebens, so wie es sich in seiner Entwicklung im Lauf der Jahrmillionen langen Zeitepochen dargestellt hat.

Mitten in dem endlosen Wechsel seiner Heimstätte gedieh und schwand und bildete es sich wieder neu und mannigfaltig, dieses Leben. Wie ein Teppich breitete es sich von je und je über die Erde, ein Teppich, der stellenweise dichter, anderwärts wieder dünn und durchscheinend ist und war. Und mit dem Wechsel seines

Untergrundes, seines Bodens, seiner Umgebung und aller seiner Daseinsbedingungen hatte sich von jeher das Leben auseinanderzusetzen. Auf dieser in Jahrhunderttausenden und Jahrmillionen immerfort von außen und von innen her sich umgestaltenden Erde verging und erblühte deshalb alles Pflanzen- und Tierleben in immer wieder neuer Gestaltung und Zusammensetzung. Unzählige Wesen gingen im Lauf der erdgeschichtlichen Epochen über die Länder dahin; unzählige lebten im Meer, in den Seen, Flüssen, in der Luft und im Boden der Länder und Meere. Und wenn sich nun bei dem steten Wechsel immer wieder die Gesteinsmaterialien der Erdkruste umsetzten, umlagerten, wenn neue Länder und neue Meere sich bildeten, wenn das Klima da und dort oder auf der ganzen Erde wechselte, dann gelangten vielfach die Körper von Tieren und Pflanzen mit hinein; die Weichteile verwesten oder lieferten Abdrücke im Gestein; die Hartteile, die Knochen, Panzer, Schalen wurden mineralisiert und blieben als Versteinerungen oder Fossilien in den Schichtungen der Erdrinde erhalten. Und weil das Leben immerfort sich umwandelte, immer neue Tier- und Pflanzenwelten kamen, so geben uns diese selbst in ihrer Verteilung ein Mittel in die Hand, nach der Art und dem Grad ihrer jeweiligen Veränderung und Aufeinanderfolge die erdgeschichtlichen Zeiten zu charakterisieren, so wie wir die geschichtlichen und urgeschichtlichen Zeiten der menschlichen Geschichte nach den aufeinanderfolgenden Völkern und Kulturen oder nach dem Auftreten großer Männer einteilen können.

So sind die Gesteinschichten der Erdrinde mitsamt den darin enthaltenen Versteinerungen oder Fossilien

Erdgeschichtliche Zeittabelle

Känozoikum oder Erdneuzeit	Quartär	Alluvium	Geschichtliche Menschenzeit Nüßgang der großen Säugtiere Erste fossile Menschenreste
	Pliozän Miozän Δ	Diluvium \circ	
Tertiär	Jung- Tertiärzeit	Pliozän	Niedere Tierwelt u. Pflanzen- welt wesentlich wie die heutige. Wenig Reptilien, üppige Ent- wicklung der höheren Säuge- tiere, teils ganz andersartig als heute
		Oligozän Eozän Paleozän	
Mesozoikum oder Erdmittelalter (Sekundärzeit)	Kreide	Danien	Aussterben der großen Landsaurier u. der Ammonshörner. Erste höhere Säugtiere Erste bedecktsamige Blütenpflanzen (Laubbäume) Höhere Nadelhölzer Große Landdinosaurier, Driesenfluggehn
		Senon	
		Turon	
		Cenoman	
		Gault Δ	
		Neokom	
Jura	Malm od. weißer Jura Δ	Erstes Vogelwesen, große Landdinosaurier. Erste Knochenfische. Vogelartige Flugreptilien	
	Dogger od. brauner Jura		
	Lias oder schwarzer Jura		
Trias	Maf. (Juravall) Δ	Ausstreten frühesten niederer Säugtiere Aussterben d. Altformen d. Amphibien Aufstreten der Nacktsamer (Zykadeen, Araukarien)	
	Keuper Muschelkalk Buntsandstein		
Paläozoikum oder Erdaltertum (Primärzeit)	Perm (Dyas) \circ	Starke Landtierenentwicklung (Amphibien u. Reptilien) Erste Nadelhölzer	
	Karbon Δ	Üppige Pflanzenwälder (blütenlose Sporenpflanzen der Steinkohlenformation) Erste Reptilien	
	Devon	Älteste Landpflanzen, älteste Amphibien	
	Silur Δ	Älteste fischartige Wirbeltiere	
	Kambrium \circ	Älteste deutlich erkennbare Tierwelt, nur niedere Tiere	
Prä- kambrium	Spätere Urzeit der Erde = Proterozoikum oder Algonkium \circ Leben vorhanden, Spuren undeutbar		

Urzeit d. Erde = Archaikum (Azoikum) Δ Leben nicht vorhanden od. unsicher. Erste Meere

\circ bedeutet Eiszeiten (nicht für alle Länder). Δ bedeutet stärkere Gebirgsbildungen.

die Dokumente, Inschriften, Ruinenreste vorweltlichen Geschehens, und aus ihnen lesen wir – allerdings mit vieler Mühe rekonstruktiver Arbeit –, was sich seit vorweltlichen Zeiten bis auf diesen Tag auf der Erde zugetragen hat.

1. Die Zeitdauer der erdgeschichtlichen Epochen und die ältesten Erdzeitalter und Formationen

Es ist eine oftmals von Laien, aber auch von der Fachwissenschaft gestellte Frage: Welche Zeiträume, etwa in Jahren, ausgedrückt, umfassen denn jene geologischen Epochen seit dem Beginn des Erdaltertums bis heute? Umfaßt doch schon die diluviale Eiszeit, so kurz sie auch im Verhältnis zu allen übrigen geologischen Zeitaltern sein mag, nach mancherlei darüber angestellten Berechnungen, einen Zeitraum von einigen hunderttausend Jahren!

Jede der großen Weltepochen: Erdaltertum, Erdmittelalter und Erdneuzeit können wir insbesondere nach dem fortwährend wechselnden organischen Leben aufs feinste gliedern und unterteilen. So zerfällt das Erdaltertum in nicht weniger als acht größere Einzelzeitalter, das Erdmittelalter in drei, die Erdneuzeit in mehrere kürzere Abschnitte. Aber damit nicht genug. So einen Abschnitt des Erdaltertums, die Silurzeit, können wir in etwa sechzehn weitere Zeitstufen einteilen; die erdmittelalterliche Jurazeit in achtzehn, abgesehen von noch feineren Gliederungen in noch kürzere Zeitphasen. Und jede dieser selbst kürzesten Zeitphasen bedeutet eine erneute Umsehung von Meer und Land, bedeutet oft einen örtlichen oder verbreiteten Klima-

wechsel, bedeutet vor allem ein verändertes Tier- und Pflanzenleben. Wenn man bedenkt, daß seit der letzten Eiszeit — die für unsere geschichtliche Betrachtung schon graueste Urzeit ist — sich nur das zugetragen hat, was etwa einer einzigen feinsten Zeitphase irgendeiner vorweltlichen Epoche entspricht — so mag man sich vorstellen, welche Unsumme von erdgeschichtlichem Geschehen, welche Unsumme von Tier- und Pflanzenleben in allen diesen Erdzeitaltern sich entwickelt hatte und wieder verging — so unendlich, wie für uns die Zahl der Sterne am Nachthimmel ist.

Und so ist es eine oft an den Forscher gestellte Frage: Welche Zeiträume — vielleicht nach Jahrtausenden oder Jahrhunderttausenden ausgedrückt — umfassen denn jene geologischen Epochen seit dem Beginn des Erdalters bis heute? Wie lang mag gegenüber der Eiszeit etwa die Terziärzeit, dann das Erdmittelalter, dann das noch frühere Erdaltertum gewesen sein? Doch der Fachmann muß mit Bedauern gestehen, daß er nur eine sehr, sehr unbestimmte Antwort auf diese interessante, brennende Frage nach der Zeitdauer der erdgeschichtlichen Epochen geben kann. Und doch hat sich die Wissenschaft ernstlich bemüht, das Rätsel zu enthüllen.

Man hat versucht, über die Zeitdauer dadurch einigermaßen ins reine zu kommen, daß man die Mächtigkeit der in allen diesen Epochen abgelagerten Meeresschichtungen maß; daß man zugleich feststellte, wie lange heutzutage durchschnittlich eine gewisse Menge von Ablagerung in den Meeren zu ihrem Zustandekommen braucht, und hat daraus für das Erdaltertum allein zunächst einen Zeitraum von etwa 18 Millionen Jahren als Minimum berechnet. Nach der gesamten Schichtmächtigkeit aller geolo-

gischen Formationen nimmt man weiter an, daß sich die Zeitlänge vom Erdaltertum zum Erdmittelalter zur Erdneuzeit verhält wie 12 : 5 : 1 oder vielleicht besser 8 : 3 : 1. Schlägt man das — entsprechend den für das Erdaltertum berechneten 18 Millionen Jahren — auf die beiden übrigen Weltepochen Erdmittelalter und Erdneuzeit um, so bekommt man, roh gerechnet, als Gesamtdauer der geologischen Zeit seit dem Beginn des Erdalters bis heute, etwa 30 Millionen Jahre. Berücksichtigt man einige mögliche Fehlerquellen und einige andere Erwägungen, so mag dies eine Minimalzahl sein, der man als Maximalzahl vielleicht 70 bis 80 Millionen Jahre gegenüberstellen darf.

Was sollen wir zu solchen Zahlen sagen? Praktisch sind sie für ein Menschengehirn ja nicht vorstellbar. Sind sie zu hoch oder zu niedrig?

Wenn wir in der Natur und im Leben eine exakte Zeitbestimmung und Zeiteinteilung brauchen, so wenden wir uns an die Sternenwelt als dem für unser kurzfristiges Erdendasein genauesten Chronometer. So lag es nahe, sich zu fragen, ob die in der Erdgeschichte periodisch bemerkbaren Veränderungen der Gesamtlage von Land und Meer, oder die periodischen Gebirgsbildungen, oder der ebenso periodische großwellige Klimawechsel sich nicht irgendwie mit den Bewegungen der Erde um die Sonne, mit der Veränderlichkeit der Erdbahn oder mit regelmäßigen Achsenschwankungen des Erdkörpers in Zusammenhang bringen lassen. Da man diese astronomischen Periodizitäten genau berechnen kann, so hätte man, wenn sie mit geologischen Großvorgängen zusammenfielen, auch damit für diese letzteren die genaue Zeitgröße gewonnen. Dieser Versuch sowie der zuvor be-

sprochene haben nun so merkwürdige Übereinstimmung der Zahlen ergeben, daß in dieser Gleichheit der aus ganz verschiedenen Überlegungen und auf ganz verschiedenen Beobachtungswegen gewonnenen Resultate wohl eine gewisse Gewähr für ihre annähernde Richtigkeit liegt.

Man hat mit einer anderen Methode, an astronomische Verhältnisse anknüpfend, verschiedentlich für die Erdneuzeit eine Dauer von etwa 3 – 4,2 Millionen Jahren errechnet. Das hieße, wiederum umgeschlagen: seit dem Beginn des Erdaltertums sind mindestens 30 – 40 Millionen Jahre verstrichen.

Ein solches Ergebnis ist immerhin wichtig, angesichts der unbestimmten, ja nebelhaften Vorstellungen, die man sich, mehr willkürlich als sachlich, vielfach über die Länge der erdgeschichtlichen Zeit machte, wenn man mit ungezählten Jahrmillionen um sich warf. So merkwürdig es vielleicht auch klingt: auf ein paar Jahrmillionen mehr oder weniger kommt es bei diesen Berechnungen nicht an, wenn man einerseits die Unsicherheit der Methoden und andererseits die sonst hoffnungslos der Phantastie anheimfallenden Zahlenvorstellungen bedenkt. Denn es ist immerhin ein positives Ergebnis, zu wissen, daß — nach einem Wort des amerikanischen Forschers Walcott, der jene erste Berechnung durchführte — die erdgeschichtliche Zeit zwar groß, aber doch nicht von unendlicher Dauer ist; sie kann mit Zehnern von Jahrmillionen, aber sie kann nicht nach Hunderten und Tausenden von Jahrmillionen gemessen werden.

Man kann sich einen Begriff machen für die bei einzelnen sogar kürzeren erdgeschichtlichen Zeitstufen in Betracht kommende Dauer, wenn man beispiels-

weise erwägt, daß etwa von der Mitte der Steinkohlenzeit an sich über weite Erdflächen hin Faltengebirge bildeten. Alle Gebirge wurden von der Verwitterung und dem Kreislauf des Wassers oder bei Senkung von etwa eindringendem Meer nach und nach wieder abgetragen und eingeebnet. Die der Steinkohlenzeit nun waren schon in der darauffolgenden Dyaszeit fast wieder verschwunden, ja sogar innerhalb der Steinkohlenzeit selbst wurden sie teilweise schon so eingeebnet, daß alsbald wieder das Meer sich über sie ausbreiten und seine jüngeren Schichtungen darüberlegen konnte. Auch unsere heutigen Alpen scheinen nach ihrer Heraushebung in der späteren Tertiärzeit in vielen Teilen, wenn nicht insgesamt, schon einmal zu einem flacheren Bergland erniedrigt worden zu sein, bis danach die Vorlandgebiete — Poebene und Süddeutschland — sich wieder absenkten bzw. der abgetragene Alpenkörper sich wieder hob, von neuem vom Wasser zerschnitten wurde und deshalb heute erst die schroffen Hochgebirgsformen wieder zeigt, die sozusagen nicht durch eigenes Emporgetürmtwerden, sondern durch ein Herausschneiden aus einer alten Kumpfform erst ihre Schroffheit und relative Höhe wiedererhielten. Und doch sind das, erdgeschichtlich gesehen, recht kurze Zeiträume gewesen. Weitere große Einblicke in die ungeheuren Zeiträume der Erdgeschichte gibt uns die Betrachtung der Urformationen.

Unter den tiefsten Lagen der Formationen des Erdaltertums begegnen uns Gesteinschichtungen einer vielgestaltigen und mächtigen Formation, die nach ihrem charakteristischen Vorkommen im kanadischen Gebiet der Algonkin-Indianer den Namen *Algonkium* erhalten hat. Sie besteht aus Sediment-

schichtungen und Vulkangesteinen; aber Pflanzen- oder Tierversteinerungen sind darin nur unzureichend und spärlich entdeckt worden. Wir wissen aus dieser algonkischen Epoche noch nichts Bestimmtes über die Art und Verteilung der Meere und Länder, auch nichts über die biologischen und wenig über die klimatischen Verhältnisse. Immerhin finden wir eine Menge Gesteinsarten, welche unverkennbar als ehemalige Schlammansammlungen in Meeren oder Flussmündungen oder Süßwasserflächen zu bezeichnen sind. Dazu kommen mächtige vulkanische Massengesteine von Tausenden von Metern. Sie entsprangen periodischen Ergüssen, die sich zwischen Zeiten der Ruhe, aber auch dann wieder zwischen Zeiten der Gebirgsbildungen einschalteten. Insbesondere durch die bahnbrechenden Untersuchungen der Geologischen Landesanstalt in Finnland, unter ihrem bewährten Führer Sederholm, hat man für die algonkische Epoche nunmehr drei wohlgetrennte, durch längere Zeitepochen auseinandergelegte Gebirgsbildungsperioden festgestellt — und das beweist uns, daß auch das algonkische Zeitalter schon von ungeheurer Länge gewesen sein muß —, eine Epoche, die allermindestens so lange währte wie das erst darauffolgende Erdaltertum; also, in Ziffern ausgedrückt, wohl auch seine rund 18 Millionen Jahre. Große Umsetzungen von Land und Meer, Entstehung und Wiederabtragung von Faltengebirgen zeigen sich allmählich in immer deutlicheren Umrissen vor unserem in die Zeitenferne dringenden Auge auch für diese große algonkische Weltperiode.

Was aber das allermerkwürdigste für das algonkische Zeitalter ist: auch dort begegnen wir schon einer, vielleicht sogar mehreren Eiszeiten. Gewöhn-

lich meint der Nichtfachmann, es müsse in alter erdgeschichtlicher Zeit sehr warm gewesen sein, weil vielleicht damals die Erdkruste noch dünn war und von innen her die Glut der Erde den Boden wärmte. Nichts von alledem: mit dem algonkischen Weltalter sind wir schon weit, weit von einer hypothetisch frühesten Erdurzeit entfernt. Die Erdrinde war im Algonkium so fest und dick wie heute; sonst hätte sie sich nicht in einfache Gebirgsfalten legen können, es hätte keine normalen Meere mit normalen Kalk- und Tonniederschlägen geben, und es hätte auch kein geregelter Vulkanismus in einzelnen Ausbrüchen stattfinden können. Wir finden außer den teilweise sehr mächtigen Eisschuttablagerungen im algonkischen Erdzeitalter auch Wüstenbildungen mit vielen wechselnden Niederschlägen. Es sind Urwüsten gewesen, in denen sich rote Sandsteine durch Wind und Wasser absehten. Aber von einem Tier- oder Pflanzenleben aus jener Frühzeit wissen wir, wie gesagt, nicht viel mehr, als daß wir nur ganz allgemein sagen könnten: es existierten gewiß Tiere und Pflanzen; aber ob es nun Meeresorganismen waren oder auch Landtiere, ob sie höher oder niederer organisiert waren — zu dieser Feststellung reichen die spärlichen Reste und fossilen Ansammlungen in den Gesteinsbänken der algonkischen Formation noch nicht aus.

War dieses der gesamten geologisch-historischen Zeit vorausgegangene große Weltalter nun die früheste Urzeit der Erde? Lag vor ihm das Glutflüssigkeitszeitalter und die früheste erste Erdkrustenbildung? Weit entfernt, daß wir an der untersten Schwelle auch der algonkischen Formation etwa auf solche Anzeichen stoßen, begegnen wir vielmehr auch darunter wieder

einer mächtigen, allerdings sehr umgewandelten Gesteinsformation, die, weil man sie für die Erdurzeit hält, den geologischen Namen *Archaikum* bekam. Sie ist noch schwieriger zu enträtseln als die algonkische Epoche. Die Gesteine sind, wie gesagt, verfaultet und stark umgewandelt. Aber trotzdem können wir, dank eindringendsten und genialen Forschungsmethoden, heute aus den archaischen Gesteinen allerhand Schlüsse ziehen, die uns nun abermals einen Blick in urferne Zeiten eröffnen, die aber dennoch nicht die frühesten und erstmaligen des Erdkörpers gewesen sind. Denn auch mit dieser archaischen Formation sind wir zeitlich schon weit weg auch von einer Epoche, wo sich vielleicht einmal die allerersten Meere niederschlugen, sich die allerersten Festländer entwickelten, sich die allererste normale Abtragung und Aufschüttung transportierten Gesteinsmaterials vollzog. Wir erkennen in der archaischen Zeit Meere mit normalem Salzgehalt; denn die archaische Formation enthält mächtige Sedimente, die, von ihrer Umwandlung abgesehen, durchaus den Meeresschichtungen späterer Epochen gleichen. Wir erkennen auch vielfache Verlegung von Festländern und Meeren, denn die archaische Formation zeigt über ehemals gehobenen, verstellten, gefalteten Schichtmassen Abtragungsf lächen, über die sich später wiederum wässrige Sedimente ausbreiteten, ja zum Teil über gefaltete und danach abradirte Faltungen, also über die Stümpfe uralter alpiner Gebirge hingehen. Konglomerate deuten auf Wassertransport erodierter Gesteinsmassen, also auf Fluss- und Seeablagerungen oder auf Küstenzonen und Deltagebiete. Durchbrüche mit Gängen erhärteten vulkanischen Gesteins und daran sich anschließende Ergußdecken

beweisen den Ausbruch ältester Vulkane; und gerade sie mit ihren streng lokalisierten Ausbruchskanälen und den geregelt ausgeflossenen, nun zwischen andersartigen Gesteinen sedimentärer Herkunft liegenden erhärteten Laven und Magmata beweisen aufs deutlichste, wie weit wir mit den erkennbaren archaischen Gesteinen auch von einer ältesten frühesten Urzeit der Erde, einer ersten Krustenbildung entfernt sein müssen, weil die Erdrinde auch in der archaischen Epoche durchaus konsolidiert und schon ganz in den Kreislauf der Kräfte der späteren Zeitalter eingegliedert war.

Das Archaikum selbst enthält, wie auch das Algonkium, eine ganze Reihe von Einzelformationen, die auf längere Unterepochen deuten. Im wesentlichen zerfällt es in zwei große Hauptzeitalter. Zuerst war im Archaikum eine Epoche, in der die Erdkruste ziemlich ruhig gewesen zu sein scheint. Es lagerten sich in den damaligen Wassergebieten Sedimente ab, die später oder schon bei ihrer Bildung teilweise von vulkanischen Abern durchzogen wurden. Dann kam eine Epoche großer Unruhe, die laurentische Revolution genannt, weil sie in den Gesteinen am Lorenzstrom in Nordamerika zuerst erkannt wurde. Mächtige vulkanische Massengesteine drangen auf, die ganze Erdrinde kam allmählich in Bewegung und legte sich, offenbar weltweit, in Gebirgsfalten.

Vielleicht waren die archaischen Zusammenstaudungen der Erdrinde richtige orographische Gebirge, vielleicht blieben aber die Faltungen doch selbst im großen ganzen im durchschnittlichen Horizontalniveau der Erdoberfläche und lassen sich nicht mit Alpen heutiger Art vergleichen, waren wohl viel niedriger, dafür aber räumlich breiter und überallhin aus-

gedehnt. Denn, wie gesagt, die gesamte Erdkruste scheint sich damals gleichzeitig oder zonenweise fortschreitend in Falten gelegt zu haben, weil die heute über den Krustengesteinen der archaischen Formation ruhenden jüngeren Formationen durchweg auf steilgestellten und gefalteten Bildungen jener alten Zeit liegen. Diese Universalität der Faltung aber unterscheidet die archaischen Faltengebilde von allen späteren und den alpinen, die immer streifenförmiger werden, je mehr wir an die Jetztzeit herankommen. Die alpinen Faltengebirge heutigestags sind verhältnismäßig schmale Streifen.

Ungeheure Zeiträume sind es, die wir in dem Algonkium und Archaikum dem Erdaltertum somit vorausgehen sehen, und die wir flüchtig durchmessen haben. Ist nach unseren bisherigen Darlegungen die erdgeschichtliche Zeit, von heute bis zurück zur Untergrenze des Erdaltertums, ein Gesamtzeitraum von mindestens 30 bis 40 Millionen Jahren, so dürfte das Algonkium mindestens der Zeitlänge des Erdaltertums entsprechen, das Archaikum aber an Zeitdauer sämtlichen drei historisch-geologischen Weltaltern, wenn nicht mehr. So rückt der Beginn des Erdaltertums, den wir schon so weit, so unendlich weit zurückliegend glaubten, in unserer Vorstellung weit herauf, kommt sozusagen näher an die Jetztzeit heran, verglichen mit der zeitlichen Ausdehnung uraltester Epochen der Erde.

Aber nun kommen wir noch zu einem letzten gewaltigen Ausblick in die erdgeschichtliche Zeitenferne. Das, was wir Archaikum nennen und als früheste Weltepoche für die Erde bezeichnen — auch das ist immer noch nicht die hypothetisch früheste Erdkrusten-

zeit. Von der ersten frühesten Kruste haben wir überhaupt keine Gesteinsspur mehr in der Erdrinde. Und so wissen wir, daß auch das Archaikum selbst wieder nur der Repräsentant einer schon vorgerückteren Erdurzeit ist. Auch zur archaischen Zeit gab es schon Meere und Länder, es gab Flüsse und Seen, es gab wohl Wüsten und vielleicht — wer weiß — auch schon Eiszeiten, denn es gab auch damals schon Gebirgsbildungen. So müssen wir schließen, daß auch dieser archaischen Urepoche noch eine andere vorausging, eine präarchaische, wie wir sie nennen wollen — aber nun versagt uns die Erdrinde dafür den augenscheinlichen Beweis durch Gesteine. Wir dringen nicht zum wahren Anfang der Erdgeschichte, der Geschichte von Meeren und Ländern, der Geschichte des Lebens zurück. In unbestimmten Fernen ver schwimmt unser Blick.

Längst hat der Erdgeschichtsforscher darauf verzichtet, das Alter der Erde selbst berechnen zu wollen. Unzureichend sind alle Versuche der Physiker, aus der Größe des Erdballs und den Temperaturgraden geschmolzenen Gesteinsbreis das absolute Alter wenigstens der Erdrinde zu berechnen. Wir wissen, daß ein Planet keine im Laboratorium erhitzte und angeschmolzene Kugel ist; wir wissen, daß die Wandlung des Erdballs seit den hypothetischen Urzeiten einer äußeren Blutflüssigkeit nicht eine einfache Abkühlung und Zusammenziehung sein kann — es fehlen uns alle Voraussetzungen für eine Berechnung. Und es ist demgegenüber auch ein Rückfall in die Laboratoriumsperspektive ohne Naturwert, wenn man neuerdings aus den radioaktiven Zerfallsprodukten in gewissen Gesteinen arithmetisch berechnet, wie alt diese Gesteine

sind, und nun von Jahrmilliarden, selbst für die bekannten Zeitalter der geologisch-historischen Epochen, spricht. Wissen wir doch überhaupt nichts vom früheren Getriebe und der Zusammensetzung des ganzen Planetensystems. Wir wissen beispielsweise gar nicht, ob die Planeten, insbesondere unsere Erde selbst, nicht ganz andere Begleiter hatten; ob die Zahl der Planeten in den frühen Urzeiten dieselbe war; ob es nicht andere, vielleicht sogar kosmische Fremdkörper gab, die als kleine und größere Monde die Erde umkreisten, dann auch in sie hereingezogen wurden, die ganzen irdisch-geologischen Zustände damit durchaus anders gestaltet waren und anders sich auswirkten, als wir es durch den doch wahrlich allzusehr beengten und gar zu kurzfristigen Blick auf die heutigen Verhältnisse des Planetensystems annehmen.

Aber das wissen wir: selbst die älteste Epoche, die wir aus den Formationen der Gesteinsrinde kennen, die archaische Zeit, liegt schon weit über dem angenommenen Glutflüssigkeitszeitalter, das vielleicht auch als solches nie existierte, sondern wo ganz andere kosmische Zustände herrschten, von denen sich unsere Schulweisheit derzeit nichts träumen läßt. Und selbst wenn wir in jene älteste Zeit einmal geologisch noch vordringen sollten, so würden wir doch erst eine Geschichte der Erdkruste, noch lange nicht eine Geschichte des Erdballs selber haben.

2. Kontinent und Ozean

Am Anfang der erdgeschichtlichen Forschung im 18. Jahrhundert stand beherrschend die Katastrophentheorie, wonach immer wieder große Umwälzungen den

Erdball heimgesucht, neue Höhen und Tiefen, neue Länder und Ozeane und teils eine Neuschöpfung von Tieren und Pflanzen, teils eine Neubefiedelung von möglicherweise verschont gebliebenen Gegenden hermit gebracht hätten. Im 19. Jahrhundert lehrten von Hoff und Lyell, daß auf der Erdoberfläche, soweit wenigstens geologische Erfahrung reicht, nie andere Kräfte, nie andere Bewegungsvorgänge herrschten als die, welche heute noch täglich im Kleinen und kleinsten umgestaltend wirken. Diese „beruhigte“, dem bürgerlichen, katastrophensfernen Zeitgeist des Jahrhunderts entsprechende Lehre, der *Aktualismus*, ging Hand in Hand mit der anderen, daß der ursprünglich glühende Feuerball sich bis zum heutigen Tag immer mehr abkühle, sich daher innerlich zusammenziehe, die Kruste somit zu weit werde, daher sich einsenke, im Zusammenhang damit an anderen Stellen hebe, so den immerwährenden Land- und Meereswechsel und durch seitliche Druckwirkungen auch Gebirge bildend. Es war dies die Kontraktionslehre, nach dem Bild des vertrocknenden und daher schrumpfenden Apfels.

Es war dies aber eine allzu einfache Auffassung, noch ohne genügendes Kenntnis inzwischen erschlossener erdgeschichtlicher Tatsachen. Denn die Erde ist nun einmal keine bloß künstlich erhitzte Steinkugel, deren Umänderungen lediglich den engbegrenzten Erscheinungen innerhalb so geringer Hitzegrade, wie man sie im Laboratorium zu erzeugen wußte, entsprächen. Schon die Entdeckung der radioaktiven Kräfte spricht gegen so einfach schematische Gedankengänge, zumal auch der geschichtliche Verlauf der Umwandlungen von Meeren und Kontinenten inzwischen etwas ganz anderes gelehrt hat als einen ungesetzmäßigen immer-

währenden Wechsel von Hoch und Tief, von Kontinent und Ozean. Ja sogar die gewöhnlichen, für unsere künstlichen physikalischen Experimente in Betracht kommenden Begriffe von Fest und Flüssig, von Zäh und Spröde verkehren sich, planetarisch gesehen, geradezu in ihr Gegenteil; ist doch der Erdkörper selbst als Ganzes und in seinem planetaren Widerstand gegen jegliche ihm von außen oder innen aufgezwungene Formveränderung zunächst dreimal so widerstandsfähig wie Stahl, während er sich in seinen engeren Teilen freilich nachgiebig, lose, biegsam verhält. Mithin sind auch Vorgänge wie der Raumaustausch von Festland und Meer, die Auffaltung und Versenkung von Gebirgsmassen ganz andere Erscheinungen, als etwa mechanische Hebungen und Senkungen oder Zusammenstauchungen bei geologischen Experimenten.

Der Erdball ist zudem beherrscht von dem Gesetz der Isostasie, wonach er kraft seiner Rotation und Massenballung zunächst im Gleichgewicht bleibt und Störungen dieses Gleichgewichtes, wenn nicht übermächtige Kräfte einwirken, entweder gar nicht zulässt oder sofort mit Wiederherstellung eben des Gleichgewichtes beantwortet. Das widerspricht fürs erste grundsätzlich den aus der oben beschriebenen Kontraktionslehre gezogenen theoretischen Schlussfolgerungen. Es müssen also für den erdgeschichtlichen Wechsel von Land und Meer und für die Gebirgsauffaltungen doch ganz andere Zusammenhänge vorhanden sein. Zunächst ist der Begriff Kontinent und Ozeanboden einer grundsätzlichen Klärung zu unterwerfen.

Wir stellen uns vor, die Erdoberfläche sei einivelliert, die Tiefen aufgefüllt mit den abgetragenen

Höhen; es sei die „ideale Krustenoberfläche“ solcherart hergestellt. In Wirklichkeit erhebt sich also über diese ideale Fläche das kontinentale Land, es senkt sich darunter die ozeanische Narbe. Man muß sich weiter klarmachen, daß selbst die höchsten Erhebungen der Länder (bis etwa 10 km) und die tiefsten Tiefen der Ozeane (etwa ebenso) doch im Vergleich mit der Gesamtgröße der Erde nur unmerkliche Krustenunebenheiten sind; darum sprachen wir von Ozeannarben. Denn auch ein Ozean ist, bei seiner Längenausdehnung in bezug auf die Erdkrümmung, nicht eine Konkavität schlechtthin, sondern ein ebenfalls konvexes Kugeloberflächenstück. Immerhin liegt — auf den Erdmittelpunkt bezogen — über dem ozeanischen Krustengebiet weniger materielle Raumauffüllung als über dem kontinentalen (Abb. 1). Da nun die Schwere eines Körpers die Funktion der Masse bzw. Massendichte ist, die ihn anzieht, so müßte ein und derselbe Körper, also etwa ein Kilogrammgewicht, auf den freien Ozean gebracht, weniger wiegen als auf einem Kontinent oder einem Hochgebirge; denn hier liegt unter ihm mehr Erdmasse. Die Messungen aber zeigen, daß dies nicht zutrifft, daß vielmehr derselbe Körper überall wesentlich gleich schwer bleibt, daß mithin der auf der Ozeannarbe fehlende Massenstoff ausgeglichen sein muß durch eine verhältnismäßig größere Dichte des ozeanischen Gesteins bzw. Erdrinnelematerials; umgekehrt, daß die Kontinente und Hochgebirge aus weniger dichtem Material bestehen müssen, sonst würde hier der betr. Körper eben schwerer wiegen als über dem Ozean. Das ist die eine Seite des oben erwähnten Gesetzes der Isostasie.

Die andere Seite ist die Tatsache, daß jede etwa

eintretende Störung dieses Massengleichgewichtes sich irgendwie an derselben Stelle unmittelbar oder anderwärts mittelbar durch eine senk- oder waagerechte Verschiebung, Dehnung, Pressung oder Wölbung oder Einsenkung von Krustenteilen bemerkbar machen und daß erst hierdurch die Hebungen und Senkungen der Kontinente und Meere, die Auffaltung und Absenkung von Gebirgsmassen eintreten muß. Also nicht die

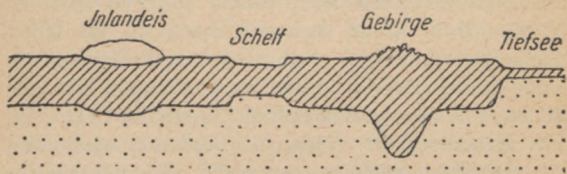


Abb. 1. Schnitt durch ein Kontinentalgebiet (schräge Schraffen). Das leichte Kontinentalmaterial liegt in dem schwereren ozeanischen Siefenmaterial (punktirt), das am Ozeanboden nahe oder vollständig an die Oberfläche tritt. (Aus Wegener.)

Zusammenziehung des vermeintlich sich abkühlenden, glühenden Erdinnern, sondern irgendwelche Störungen, deren Ursache wir zunächst nicht kennen, rufen aus zweiter Hand da und dort Deformationen des Erdkörpers und damit ausgebreitete oder mehr örtliche Bewegungen der Kruste und ihrer Teile hervor.

Nun läßt sich auf Grund dieser Erkenntnisse auch scharf formulieren, was ein Kontinent, was ein Ozeanboden ist: nämlich nicht eine durch etwaige innere Erdabkühlung und Krustenschrumpfung zufällig da und dort entstandene Senke oder Aufwölbung, sondern ein stofflich Gegensätzliches. Die Kontinente sind Tafeln oder Krustenteile von einem weniger dichten Material, das eingetaucht ist in ein dichteres Material,

das die Ozeanböden wesentlich zusammensetzt (Abb. 1). Nach den Schweremessungen beträgt die Einsenkung des Kontinentalmaterials in den ozeanischen Boden etwa 120 km; dort liegt das „isostatische Ausgleichsniveau“. Das Kontinentalmaterial hat erfahrungsgemäß etwa die spez. Schwere von 2,7, das ozeanische von 2,8 bis 3,4.

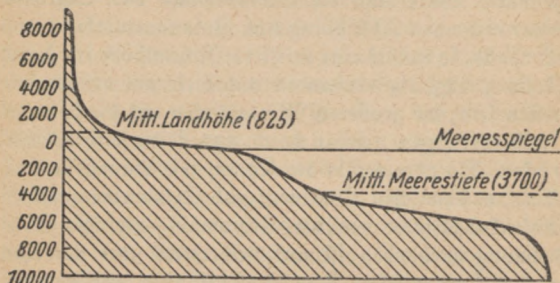


Abb. 2. Hypsographische Kurve zur schematischen Darstellung der Verteilung und Ausdehnung von Hoch und Tief (Kontinent und Ozean). Nach Penck.

Wenn die Erdoberfläche nur das Ergebnis der Abkühlung eines ehemals glühenden Feuerballs wäre und die Kruste nun gewissermaßen die schrumpfende Haut, so könnte auch eine andere Erscheinung nicht vorhanden sein, die aber sehr deutlich wird, wenn man die sog. hypsographische Kurve von A. Penck ansieht. Trägt man über der theoretischen idealen Krustenoberfläche die wirklichen Land- und Gebirgserhebungen, wie die wirklichen Ozeansenken im Verhältnis zu ihrer Flächenausdehnung und Höhenlagen, ein, so bekommt man beistehende Figur (Abb. 2). Diese Kurve erweckt zunächst den Eindruck, als lägen die größten Meeres-

tiefen am weitesten weg vom Landgebiet und die höchsten Erhebungen am weitesten im Landinnern. Aber in Wirklichkeit ist es bald so, bald anders. Es zeigt sich aber aufs deutlichste, daß wir auf der Erdoberfläche zwei Niveaulagen von besonderer Ausdehnung haben, auf dem Kurvenbild mit den Worten „mittlere Landhöhe“ und „mittlere Meerestiefe“ bezeichnet. Wäre nun die Erdoberfläche das Ergebnis einer einfachen Abkühlung und Zusammenziehung des Erdballs, so müßte eine mittlere Niveaulänge für beide Teile gleichzeitig vorhanden und diese am ausgedehntesten sein; die größeren Meerestiefen und die höheren Landerhebungen würden dann ans beiderseitige Ende rücken. So aber ergibt die Kurve, wie man sieht, das Bild, daß zwischen Kontinent und Ozean eine mittlere Absenkungsfläche von verhältnismäßig geringer Ausdehnung vorhanden ist und beiderseits über sich eine ausgedehnte mittlere Landhöhe und eine (entsprechend dem größeren Raum) ausgedehnte mittlere Meerestiefe hat. Dies — zusammengehalten mit unserem oben gegebenen Bild (Abb. 1) der kontinentalen und ozeanischen Kugelschalen von verschiedener Dichte — erweist abermals die Richtigkeit eben der Auffassung, daß hier zwei grundsätzlich verschiedene Elemente der Erdrinde vorliegen.

Alles dies, was wir bisher in kurzem über den Aufbau des Erdinnern wie der Erdrinde selbst vortragen konnten, ist also die gereifere Auffassung gegenüber der älteren Lehre vom Charakter der Erde als einer „Laboratoriumskugel“. Man darf daher heute, auch in erdgeschichtlicher Hinsicht, nicht mehr schlechtweg von Land- und Meereswechsel in den vorweltlichen Zeitaltern sprechen, sondern muß

nach der Möglichkeit eines isostatischen Austauschens von kontinentaler und ozeanischer Rinde fragen. Ist also, um es gegenständlich zu formulieren, der ehemalige Land- und Meereswechsel ein wirklicher Austausch dieser beiden Krustenteile gewesen oder nicht? Denn es ist nicht wesentlich bei Stellung und Beantwortung dieser Frage, ob nur das Meerwasser da und dort einmal über alte Kontinentalflächen ganz oder teilweise hinüberflutete; sondern wesentlich ist, ob je einmal die kontinentale Kruste so tief abgefenkt war, daß sie in Ozeantiefenniveau lag und umgekehrt. Im wesentlichen meint die amerikanische Geologie, daß ein solcher Austausch und Ausgleich zu allen erdgeschichtlichen Zeiten unmöglich war, denn die strengen isostatischen Gleichgewichtsbedingungen würden das nie erlaubt haben. Gesah es aber, so müßte, um dies herbeizuführen, eine solche katastrophale Umstürzung aller Bauzustände der Erdrinde vor sich gegangen sein, daß wir davon etwas in den Formationen und Aufschichtungen aus der Vorzeit sehen müßten. Da wir aber nichts dergleichen bemerken könnten, so müsse trotz der großen Meereswasserverlegungen in einzelnen Epochen der Vorzeit dieser Land- und Meereswechsel doch nichts anderes gewesen sein als ein zeitweiliges bloßes Hin- und Herfluten des Ozeanwassers über festbleibende kontinentale Flächen. Zu keiner erdgeschichtlichen Zeit sei also jemals ein Kontinent Ozeanboden geworden, noch ein Ozeanboden Kontinent.

Es ist also zu unterscheiden zwischen Meerwasser, das über Kontinentalflächen liegt, und solchem, das über richtiger Ozeankruste liegt. Das erstere wäre zu bezeichnen als Epikontinentalmeer, das letztere als echter Ozean. Die Ozeane nun sind, wie

Willis sagt, Becken oder Narben, die mit Meerwasser nicht nur gefüllt, sondern überfüllt sind und daher überlaufen. Denn wie die geographischen Festwerttafeln zeigen, steht ja eine ziemliche Menge Meerwasser wirklich auf den kontinentalen Krustenteilen. Um die Länder herum zieht sich nämlich ein mehr oder minder breites Band, ein Gesimse von durchschnittlich 200 m Tiefe, der *Schelf* (engl. shelf), und dieser gehört den Schwerkverhältnissen, also seinem Bodenmaterial nach noch durchaus zum festländischen Krustenteil. Auf der hypsographischen Kurve (Abb. 2) kommt dieser Schelf ganz deutlich, wenn auch räumlich beschränkt, als jenes eben noch meerbedeckte kleinste Stückchen zum Ausdruck, jenseits dessen dann der verhältnismäßig kurze Abfall zur echt ozeanischen Tiefe erfolgt. Steigt also das Ozeanwasser aus irgendwelchen Gründen, so wird das Kontinentale stärker überflutet; sinkt es, so zieht es sich von ihm stärker oder ganz zurück. Das allein sei der Vorgang des urzeitlichen stetigen Land- und Meereswechsels gewesen, nicht aber etwa eine Heraushebung ozeanischen Bodenmaterials oder eine Absenkung des kontinentalen Materials. Diese Lehre heißt die „*Permanenz der Kontinente und Ozeane*“, und man sieht, daß diese erdgeschichtliche Permanenz oder Dauer beider Krustenlagen durchaus bestehen kann oder konnte, auch wenn ein sehr weitgehender vorweltlicher Wechsel in der Ausdehnung der Meere, will sagen der Meeresbedeckung auf Kontinentalflächen statthatte. Auch diese Lehre fügt sich durchaus in das „beruhigte“ geologische Weltbild der verflochtenen Forschungsperiode ein; es statuiert sozusagen eine unbedingte Festigkeit der geologischen Verhältnisse, ist ein Symbol für den

bürgerlichen, auf stabile Weltzustände bedachten Geist des 19. Jahrhunderts, der ganz besonders das angelsächsische Denken mit seinem immer mehr zur Verfestigung drängenden Weltgefühl auszeichnete. Auch unsere Wissenschaft in Deutschland ist größtenteils diesem Denkgefühl gefolgt, wenn sie sich auch nie zu der soeben formulierten extremen Permanenzlehre ganz bekennen wollte. Denn ihr gegenüber steht das bewußte und unbewußte Gefühl dafür, daß es in der Vorzeit gewaltige, auch katastrophale Umsetzungen auf der Erdoberfläche gab, die zu erfassen nun mehr und mehr in den Vordergrund der geologischen Problemstellung tritt und einen neuen Zeitgeist, nicht nur auf rein wissenschaftstheoretischem Gebiet, bedeutet.

3. Entstehung der Gebirge und Kontinente

Der Schwereausgleich der Erdrinde, den wir im vorigen Abschnitt kennenlernten, ist nun während der erdgeschichtlichen Zeiten immerfort gestört worden. Ist er auch im großen für den Gesamtkörper der Erde stets vorhanden, so fehlt es doch im einzelnen weit daran, daß er für jede Gegend, für jeden tektonischen Teil der Erdrinde selbst jeweils völlig verwirklicht wäre. Immerfort ist, wenn auch für das kurzfristige Leben der Völker meist unbemerkbar, der Mechanismus der geologischen Umwandlungen und Umwälzungen im Gange, und gelegentlich kann man das auch an Tagesereignissen beobachten. So spüren wir die Erdbeben und erfahren dabei, daß Länderteile gegeneinander bewegt und verschoben werden. Wir messen die Schwerezustände am Rand von Hochgebirgen und beobachten, wie im Lauf der Jahrzehnte sich da Ver-

schiebungen geltend machen. Wir schlagen in die Uferländer Skandinaviens Beobachtungsmarken ein und sehen, daß sich in einem Jahrhundert die Küste merklich gehoben hat. Da auch die Lage des Pols periodisch schwankt, mithin, wenn auch nur minimal, die Gestalt der Erde selbst sich in wechselnder Krümmung biegt, so mögen dies alles Anzeichen dafür sein, daß sich das erdgeschichtliche Geschehen noch fortsetzt, freilich seit unserer Kulturmenschenzeit wesentlich gemindert und gehemmt, aber vielleicht nur deshalb, um späterhin wieder zu größeren Ausschlägen zu gelangen.

In einer Tiefe von rund 60 km nun ist die Zone des Übergangs aus dem festen Gesteinszustand in einen latent flüssigen. Dies will, wie schon S. 24 kurz auseinandergesetzt, besagen, daß zwar die Gesteine auch dort bei dem ungeheueren Belastungs- und Schweredruck fest sind, aber dennoch in einem Zustand, der sie in Bewegung kommen läßt, sobald der Druck nach oben oder unten oder seitwärts gemindert oder aufgehoben wird. In dieser Tiefenzone und wohl auch darunter entstehen nun immerzu Umsetzungen der Stoffe; es gibt Temperaturveränderungen, sei es durch örtliche Abkühlung und Ausstrahlung, sei es durch radioaktive Vorgänge, sei es durch Massenverminderung infolge vulkanischer Ausleerungen nach der Oberfläche hin. Dies ist die „aktive Maga- und Fließzone“, und sie ist nun der Herd für die Entstehung der Gebirge und Kontinente. Gerade dort, wo ein Kontinentalblock an die tiefere ozeanische Gesteinslage grenzt, tritt diese latente Bewegungszone aus, und gerade deshalb sind die Kontinentalränder besonders bewegliche Teile der Erdkruste. Sie sind ununterbrochen Senkungen oder Hebungen, Brüchen oder

Abbiegungen ausgefetzt, ebenso wie dort auch vorzugsweise die stärksten vulkanischen Tiefenausbrüche erfolgen und die schwersten Erdbeben. Es sind also die Kontinentalränder Zonen gewaltigster Störungsmöglichkeiten, und es ist bezeichnend, daß auch die tiefsten Absenkungen der Ozeane, die Tiefseeegräben, gerade in der Nähe der Kontinentalränder, nicht etwa von diesen am entferntesten liegen. Findet man sie aber draußen im Ozean, so zeigt sich jedesmal, daß dies die Nachbarschaft eines versunkenen Kontinentalgebietes ist.

Tiefseeegräben nun sind gewaltigste Störungsgebiete des Ozeanbodens. Es sind sehr schmale Zonen größter Tiefe, bis 10 km, gewaltige Einbruchslinien der Erde, wo sowohl starke Erdbebenaktivität als auch Vulkanismus herrscht. Hier liegt leichtes Material in große Tiefen versenkt, und so sind die Tiefseeegräben ein unmittelbarer Beweis dafür, daß entgegen der Lehre von der Permanenz der Kontinente und Ozeane wirklich Absenkungen von leichterem Krustenmaterial zu ozeanischer Tiefe vor sich gehen konnte. Wir haben also mit großen Absenkungen zu rechnen, die sich auch im Lauf der früheren Erdgeschichte vollzogen haben konnten, und können diese Anschauung auch bekräftigen durch die Erfahrungen über Faltengebirgsbildung, die nun ihrerseits im Zusammenhang mit dem Werden der Kontinente und der Ausgestaltung der Tiefsee steht.

Jedes Faltengebirge ist ein Streifen stark gestörte Erdkruste (Abb. 3). Während normalerweise die Schichtungen der Erdkruste mehr oder weniger waagrecht liegen, sind die Schichtungen in den

Faltengebirgskörpern stark bewegt worden und in allen möglichen Bewegungsbildern erstarrt. Da meistens die Faltengebirge alpinen Charakter haben, so verbindet man den Begriff Faltengebirge meistens ohne weiteres mit dem eines alpinen Streifens der Erde. Da sie durch die Zusammenstauchung und Faltung ihrer Schichtmassen nicht nur einen gestörten, sondern auch ihrer ehemaligen ungestörten Flächenausdehnung gegenüber verkürzten, quer zusammengedrängten Krustenteil bedeuten, so lag es nahe, ihre Entstehung eben wieder (S. 23) durch die Abkühlung des Erdinnern, die darauffin erfolgende Senkung von Gewölbeteilen und dadurch seitwärts entstehende Aufpressung schwacher Stellen zu erklären. Aber je mehr man den Bau alpiner Gebirge kennenlernte, um so weniger entsprach ihr Bild dem einer einfach zusammengepressten Schichtmasse; vielmehr erkannte man, daß Fließbewegungen des Untergrundes, wie auch früher oder später auftretende Hebungen oder Senkungen, einen Alpenkörper schaffen.

Am Anfang der geologischen Forschungszeit, Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts, glaubte man, vulkanische Ausbruchsmassen seien die Schöpfer des Alpenkörpers, und man sah die eigentümlich umgewandelten, vulkanischen Gesteinen sehr ähnlichen zentralalpinen Massen als jene ausgebrochenen, nun erstarrten Magmata an, die gewissermaßen die ehemals flach liegenden kalkalpinen Schichtmassen nord- und südwärts zur Seite gedrängt und dabei aufgerichtet und gefaltet hätten. Heute weiß man, daß vulkanische Ausbrüche bei der Alpenbildung eine sehr untergeordnete Rolle spielen, auch bei dem gewaltigsten alpinen Gebirge der Erde, dem Himalaja, während

dagegen die südamerikanischen Anden sehr stark von erstarrten vulkanischen Massen durchsetzt sind. Es gehört also der ausbrechende Vulkanismus nicht unbedingt zum Wesen eines Falten- oder Alpengebirges. Aber in anderem Sinn spielt er dabei doch eine entscheidende Rolle, und eben wie dies geschieht, bringt uns der Lösung des Gebirgsbildungsrafsels näher.

Die Gesteine der Alpen, und zwar wesentlich die der Kalkalpen, sind ursprüngliche Meeresablagerungen. Im ungefalteten Zustand waren sie, als Repräsentanten langer vorweltlicher Erdzeitalter, mindestens 10 bis 12 km mächtig. Diese Mächtigkeit, oder wenn man sie sich noch in der ehemaligen Übereinanderlagerung ausgebreitet denkt: die Höhe bzw. Dicke dieses Schichtpaketes entspräche also den Vertikaldimensionen der heutigen Tiefsee. Mit anderen Worten: wenn diese Schichtmassen einmal in einem Meer nach und nach übereinander abgelagert wurden, so müßte dieses Meer mindestens 10 km tief gewesen sein, denn über dem Meerespiegel konnte sich ja nichts ablagern. Es müßten also die untersten, ältesten Schichten solche von Tiefseecharakter sein und die obersten, jüngsten solchen aus einem Flachmeer entsprechen. Dem widersprechen nun alle tatsächlichen Befunde. Denn auch die ältesten, die zuunterst abgelagerten Schichtmassen sind solche eines Flachmeeres von nur wenigen hundert Metern Tiefe gewesen, und alle späteren ebenfalls. Stets wurden sie auch in Landnähe abgelagert, ja zuweilen sind sie unterbrochen, das will sagen: der Meeresboden trat sogar vorübergehend heraus, das Meerwasser verlief sich, bis es wiederkam und die Schichtauflagerung dann unter Wasser von neuem begann. Man kann also unmittelbar nach-

weisen, daß die ganze gewaltige alpine Schichtmasse sich in einem Flachmeer abgelagert hat.

Wie ist das zu verstehen, wo sie doch gut 10 km dick war? Nur so, daß sich jeweils der Meeresboden durchschnittlich um soviel absenkte, als von den umliegenden Ländern in dieses alpine Meer Sedimentmaterialien eingeschüttet wurden. Es mag bald der Meeresboden dabei kurzfristig stehen geblieben sein, bald mag er sich etwas rascher oder zu langsam gesenkt haben — genug, es war im ganzen doch so, daß im Lauf der Epochen eine gewaltige Senkung nach Maßgabe des eingeschütteten Materials vor sich ging und daß auf diese Weise sich ein 10 km dickes Schichtpaket schließlich abgelagert haben konnte, ohne daß jemals etwas anderes als ein Flachmeer in der ehemaligen alpinen Zone bestand. Man sieht nun auch hier wieder, daß man nicht jedes Meer einem anderen Meer gleichsetzen darf; sondern, wie wir oben schon (S. 29) den Unterschied zwischen echtem Ozean und Epikontinentalmeer uns klarmachen konnten, so gewinnen wir hier einen neuen Meeresbegriff hinzu: den des stetigen Senkungsmeeres, mit einem fachmännischen Ausdruck *Geosynklinalmeer* genannt.

Die Geosynklinalmeere haben nun verschiedene bestimmte Eigenschaften, nach denen wir sie näher kennzeichnen können. Nicht nur, daß sie sich im ganzen stetig durch lange Weltzeitalter hindurch absenkten; sie standen auch in einer gewissen Gegenförmlichkeit dieser ihrer Meeresbedeckung und Beweglichkeit zu umliegenden, damals kontinentalen Gebieten. Denn wenn sie sich besonders deutlich vertieften, also viel Meerwasser an sich zogen, trat dieses von den umliegenden Kontinentalteilen zurück. Es

stand also ein gewisses gegenseitiges Wechselspiel statt, wenn umgekehrt wieder mit Verflachung der Geosynklinalmeere sich das so verdrängte Wasser über die umliegenden festen Kontinentalgebiete ergoß. Dies ist einer der Ursachenfäden für den erdgeschichtlichen Wechsel von Festland und Meeresbedeckung für bestimmte Gegenden, ohne daß damit gesagt wäre, daß nicht auch andere Ursachen den Land- und Meereswechsel herbeigeführt haben, wie etwa Polverlagerungen oder innerirdisch bedingte sonstige Hebungs- und Senkungsvorgänge, von möglichen kosmischen Einwirkungen ganz zu schweigen.

Stellt man sich nun vor, daß heute ein Alpengebirge ein Erdrindenstreifen ist, der etwa 10 km nach oben in die Lüfte ragen kann, und vergleicht man damit die ehemalige frühere Absenkung des alpinen Streifens als Meeresboden in ebenso große Tiefen, so haben wir in jedem Faltengebirge in der Tat jene Art Erdrindenstück vor uns, das nach seiner ganzen Geschichte und Urgeschichte das Allerbeweglichste mit extremsten Ausschlägen war, was die Erde je zeigte. Diese gewaltigen gegensätzlichen Bewegungen, deren Gesamtheit man erst *Gebirgsbildung* (Drogenesis, griechisch: *óros*, Berg) nennt, sind nun ganz offenkundig durch Wirkungen des tieferen Untergrundes, also der beweglichen Fließzone der Tiefe aufzufassen. In diesem Untergrund müssen an der Stelle, wo sich später alpine Gebirge zeigten, daher schon von Urzeiten her besondere Umstände geherrscht haben, welche gerade diese Zonen vorherbestimmten zu einem so langfristigen Atemzug nach unten, dann nach oben, dessen Ergebnis stets ein Alpengebirge war (Abb. 3).

Nun versteht man auch, weshalb sprödes Gestein

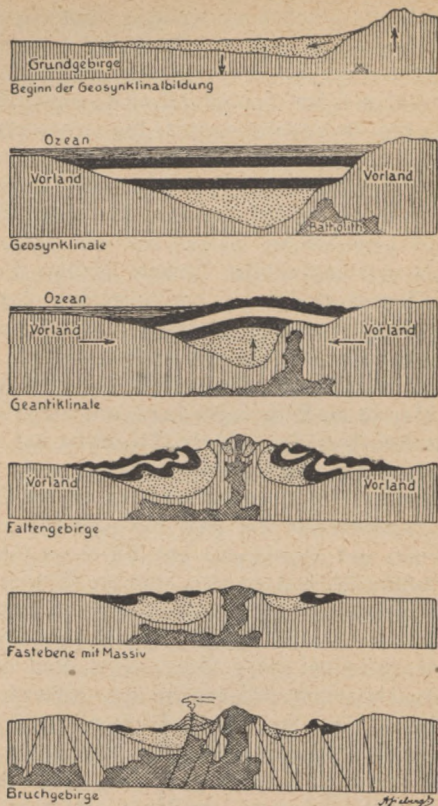


Abb. 3. Schema zur Erläuterung der gesamten Gebirgsbildung (Orogenese). Zuerst Senkung und Sedimentanhäufung, dann Hebung und Faltung durch Tiefenkräfte, die sich teilweise vulkanisch äußern; dann Abtragung und Freilegung der zuvor unsichtbaren Tiefenzone. (Aus Sieberg.)

wie das der Erdrinde in so wundervolle Falten gelegt werden konnte, wie die alpinen Massive sie stetig zeigen, gerade als ob diese Gesteine ehemals weich und plastisch gewesen wären. Das waren sie in der Tat auch. Aber sie sind nicht etwa schon gefaltet worden, als sie eben erst abgelagerte Meeresedimente waren; sondern sie waren längst verhärtet, als sie Schritt um Schritt in die große Tiefe gerückt wurden. Je tiefer sie sanken, um so mehr machte sich auch die höhere Erdwärme der Fließzone geltend. Sie wurden selbst ein Bestandteil der Fließzone, wurden in diesem Zustand in eine „latente Plastizität“ versetzt (S. 32), in der sie dann durch Senkung und nachherige Hebung, also durch innerirdische Bewegungen in so wunderbare Falten gelegt werden konnten, wie sie jedes Alpengebirge natürlicherweise zeigt. Erst nachdem sie so in der Tiefe gefaltet waren, sind sie dann später als Gesamtmasse herausgehoben und zu einem äußerlich sichtbaren „Hochgebirge“ geworden. Die nach außen heraustretende, also im orographischen Sinn die eigentliche Gebirgsbildung, die Hebung allein, ist daher nicht selbst der wesentliche, sondern nur der letzte, der Schlusssakt des gesamten Gebirgsentstehungsvorganges, der sich durch lange Erdepochen erstreckte und nur zuletzt als herausragendes Hochgebirge erscheint.

Dies kann nun noch weiter gehen. Denkt man sich den herausragenden Teil eines Faltengebirges durch die Verwitterung und den Wasserkreislauf im Lauf von einigen Erdzeitaltern wieder abgetragen und wieder zu einem Flachland geworden, während seine gefalteten Stumpfwurzeln noch im Boden stecken; denkt man sich weiter nun ein Meer wieder hereintretend und über der abradierten Masse neue Schichten

waagrecht ablagernd; denkt man sich ferner, daß dieses gesamte alpine und nun mit waagrechten Schichten überdeckte Erdgebiet späterhin insgesamt wieder gehoben, aber nicht noch einmal gefaltet wird, so erhalten wir das nebenstehende Schichtungsbild (Abb. 4). Wird

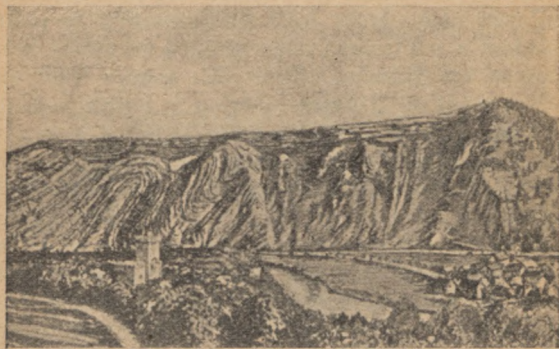


Abb. 4. Ursprüngliches Faltengebirgsstück, dann abgetragen und von jüngeren Schichten waagrecht bedeckt, wieder zerschnitten und nun hochgebirgsartige Wandbildung zeigend. Das Stück gehörte zu den Alpen des Erdalters. Saaletal Thüringen. (Aus Walther.)

nun ein solcher herausgehobener Klotz, in dem sowohl Faltungen älterer Zeit von Hochgebirgscharakter stecken als auch jüngere Aufschichtungen in ungefaltetem Zustand, neuerdings von den Atmosphärischen abgetragen und zerschnitten, so kann das Bergbild eines Falten- und Hochgebirges noch einmal erscheinen, und doch ist es, wie man sieht, nicht mehr ein ursprüngliches Faltengebirge, sondern sozusagen ein wieder aus seiner Leiche belebtes, wie man in der Geologensprache

wohl auch sagt: ein posthumes Faltengebirge (Abb. 4).

Wir haben nun in vielen Ländern der Erde, wo man heute gar nichts mehr von eigentlichen Alpen wahrnimmt, wo also entweder nur Mittelgebirge oder nur Hügel- und Flachland liegt, durch die Erforschung der Erdrinde festgestellt, daß ehemals alpine Faltungen viel weiter ausgedehnt waren und ganz andere Länder betroffen hatten als etwa heutzutage; ja, daß es überhaupt gar kein Kontinentalstück gibt, das nicht zu irgendeiner früheren Zeit einmal gefaltet worden wäre. Überlegen wir nun, was wir über die Geschichte eines Faltengebirges oben auseinandersetzen, so kommen wir zu dem Schluß, daß die Entstehung von Kontinenten dadurch geschieht, daß zuerst bewegliche Meere entstanden, sich mit Sedimentmaterial füllten, dann sich zu Gebirgsmassen oder -streifen falteten, dann wieder abgetragen wurden, aber mit ihren Stümpfen von da ab selbst Kontinentalblöcke bildeten. Mit anderen Worten: Kontinentaltafeln haben sich durch Gebirgsstauchung nach und nach dadurch gebildet, daß sich streifenförmig, in einzelnen Epochen besonderer Unruhe der Erde immer wieder neue Faltungsmassen anlagerten, wo zuvor Meere bestanden hatten.

Wir haben in der Erdgeschichte mehrere sehr deutliche Faltengebirgsbildungszeiten, die besonders markant sind, aber sich auch mehr oder weniger stark durch andere Erdepochen hindurchzogen; wie überhaupt die gebirgsbildende und damit kontinentbildende Kraft nie ganz erloschen ist, sich aber zeitweise zu großer Stärke steigerte. In der archaischen Epoche lag die erste; sie besteht wohl aus mehreren Hauptzeiten, doch

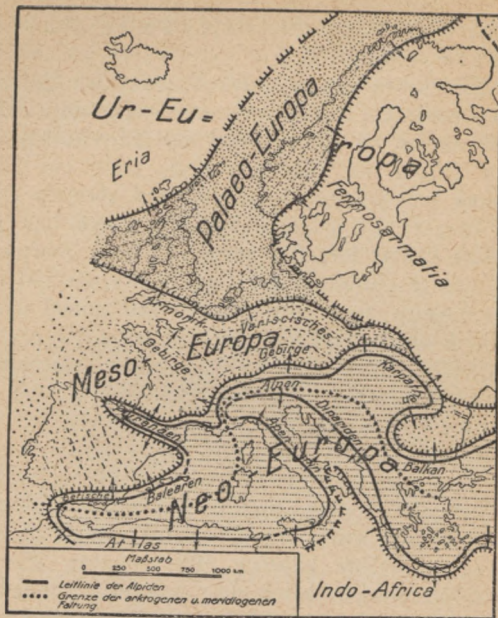


Abb. 5. Darstellung des allmählichen Aufbaues von Europa, von N nach S vorschreitend. Areeuropa als Ergebnis ältester (archaischer) Faltung, Paläoeuropa als Zeisfaltung der Silurzeit (kaledonische Faltung); dann die der Karbonzeit, Meso-europa aufbauend; endlich die alpine der Tertiärzeit. Das Mittelmeer ist ein alter Rest des alpinen Meeres, vermutlich mit künftiger Faltung. (Aus Stille.)

lassen sich diese noch nicht gut auseinanderhalten. Jedenfalls verdanken diesen archaischen Faltungen unsere jetzigen Kontinente ihre Uranlage, sozusagen den Kern, um den herum sich später neue, jüngere Gebirgsfaltungen legten und so die Kontinente vergrößerten. Dann kam in der Silurepoche eine neue,

die „kaledonische Faltung“, so genannt, weil sie in Schottland und Westirland zuerst beobachtet wurde, ehe man sie auch in anderen Teilen der Erde fand. In Europa wurde durch sie dem Urkontinent das skandinavisch-schottisch-irische Gebiet etwa angegliedert. In der Steinkohlenzeit kam eine sehr starke, weltumspannende Gebirgsfaltung, die sich in allen Teilen der Erde geltend machte und dabei die Hauptmasse auch unseres Kontinentalgebietes in Europa schuf. Zuletzt, in der Tertiärzeit, trat die alpine Hauptepoche ein, durch die sich im wesentlichen die jetzigen Hochgebirge aufstauten und unseren Kontinenten ihre Vollendung gaben. Wie die Kontinentalbildung auf diese Weise entstanden ist, geht aus dem beigegebenen Kärtchen (Abb. 5) für Europa hervor. Da der Gebirgsfaltungsprozess in jüngeren erdgeschichtlichen Zeiten sich auf der Nordhalbkugel besonders stark auswirkte, so sammelten sich dort die Kontinentalmassen nach und nach an, gewannen große Festigkeit, so daß das Meer kaum noch von ihnen Besitz ergriff, während auf der Südhalbkugel demgegenüber große Senkungen eintraten, die insgesamt nun jenes charakteristische Bild schufen, das jeder Globus zeigt: eine nördliche Land- und eine südliche Wasserhalbkugel.

4. Vorweltkontinente und Tiefsee

Wenn, wie wir im vorigen Abschnitt gesehen haben, Gebirgsfaltungen ein neues Kontinentalgebiet aufbauen, ein vorherbestehendes durch Anschweißen erweitern, so ist in dem betreffenden Erdrindengebiet etwas vor sich gegangen, was gewissermaßen unwider-ruflich ist und dem Anflitz der Erde einen neuen Zug

aufgeprägt hat. Denn von diesem Augenblick an verhält sich der kontinentale Streifen anders, als er sich zuvor im voralpinen Zustand verhielt. Er ist nun nicht mehr in dem früheren Sinn beweglich, so daß er sich stetig und epochenlang zu einem Geosynklinalmeer absenken könnte. Wenn er sich senkt, so geschieht es bruchstückweise, er zerbricht dabei; an den Zerbrechungspalten treten wohl hin und wieder auch vulkanische Massen aus, aber er bleibt widerstandsfähig gegen Faltungen, die etwa später aus einem weiteren Umkreis her auf ihn andrängen, wenn sich draußen ein neues Faltengebirge aus dem Meer erhebt. Ein solcher Kontinentalblock wird zwar auch weiterhin noch oftmals von Meeresfluten heimgesucht, aber diese Meeresbedeckung ist dann nur vorübergehend, ist nur flach, sozusagen nur ein Aufguss, nicht mehr jene intensive, beharrliche Meeresbildung, wie sie zuvor das orogenetische Geosynklinalmeer bei seiner ersten Absenkung hatte (S. 36).

Man nennt den Vorgang, daß aus hebenden und faltenden Vorgängen ein kontinentales Gebiet wird, den Übergang aus dem Drogen (S. 37) in das *K r a t o g e n* (griechisch: kratós, fest). So wenig nun heute ein über kontinentalen Schelfflächen (S. 30) stehendes Flachmeer dasselbe ist wie das über der schweren Tiefenkruste stehende Ozeanwasser, so wenig ist in der Vorwelt ein über Kratogen geflutetes Meerwasser dasselbe wie ein offenes Geosynklinalmeer gewesen. Zugleich aber ist nun ein Drittes zu unterscheiden. Wenn durch die mehrmalige Zusammenfaltung der Erdrinde im Lauf der Zeiten das kontinentale Krustenelement sich verstärkt, verdickt, versteift hat, so muß es sich damit immer stärker vom

ozeanischen Krustenteil abgesondert haben. Es muß also früher das, was wir heute Schelf nennen und was, wie wir sahen, jetzt nur ein verhältnismäßig schmales, das Kontinentalgebiet vom Ozeanischen trennendes Gesimse (S. 29) ist, in früheren erdgeschichtlich Epochen, als noch wenig nur gefaltet war, wesentlich ausgedehnter, breiter gewesen sein. Während heute nur ein ganz schmales Band als Gesimsrand oder Schelf sich untermeerisch um die Kontinente herumzieht und darauf bis zu einer durchschnittlichen Tiefe von 200 m die Flachmeere stehen, dann aber am Schelfrand ein verhältnismäßig sehr rasches Absinken zu den großen, mehrere tausend Meter betragenden ozeanischen Tiefen vor sich geht, war es in früheren erdgeschichtlichen Epochen so, daß die flachen *Z w i s e n m e e r e* viel ausgedehnter waren und daß sich erst allmählich ein schrofferes gegenseitiges Sichabsetzen der Ozeantiefen und der Kontinentalblöcke herausbildete, wie es die hypsographische Kurve auf S. 27 zeigt und das sich immer mehr im Lauf der Epochen verstärkt. Dieser Vorgang steht in unverkennbarem Zusammenhang mit der Faltengebirgsbildung, die in allen Zeiten der Erdgeschichte vorhanden, in einzelnen Epochen aber besonders gesteigert war. Jedesmal nach einer solchen aus den Meeren hervorgegangenen Faltengebirgsbildung hatte sich das kontinentale Krustenelement der Erdoberfläche verstärkt. Von da ab wurden die an ältere Kontinentalkerne herangefalteten Meeresablagerungen sozusagen mit angeschweißt, und nun trat zwar noch wechselweise das Meer herein und überdeckte Teile der Kontinente, aber nie mehr mit solcher Tiefe und Dauerhaftigkeit wie zuvor, als die gefalteten Krusten-

streifen selbst erst als Ablagerungen in Meeresenken entstanden waren.

Mehr und mehr wurde durch diese Vorgänge das Kontinentale vom Ozeanischen abgesetzt; es verschwanden die Zwischenmeere, bis sie sich zuletzt mit der tertiärzeitlichen Gebirgsbildung so eingeengt hatten, daß nun die Tiefsee im heutigen Sinn, in ihrer extremen Ausbildung, entstand. Dies hinwiederum ging Hand in Hand mit dem Verschwinden der früher so ausgedehnten Kontinentalflächen, und was diese in räumlicher Fläche an Verbreitung verloren, gewannen sie an Höhe und Standfestigkeit gegenüber dem Meer bzw. den Ozeantiefen.

Zugleich ergibt sich aus diesen Überlegungen, daß die jenseits des Kontinentalrandes liegenden großen, über schwerem Krustenmaterial liegenden (abyssischen) Tiefen, insbesondere die S. 33 erwähnten Tiefsee-gräben, erst allmählich und zwar verhältnismäßig spät in der Erdgeschichte entstanden sind. Vor allem darf man annehmen, daß gerade die letzte große alpine Faltung, welcher die heutigen Hochgebirge hauptsächlich ihre Entstehung verdanken, sozusagen das Letzte und Entscheidende dazu beigetragen hat, daß sich jene schroff gegensätzlichen Verhältnisse herausbildeten, die wir oben (S. 26) in dem Schema Abb. 1 gekennzeichnet haben. Das wäre mit der Tertiärzeit eingetreten, und es ist, nebenbei bemerkt, deshalb besonders vielversprechend, wenn sehr viele heutige Tiefseetiere zu Typen gehören, die noch im Erdmittelalter bis gegen die Schwelle der Tertiärzeit hin in den Flachseegebieten lebten und sich erst von da an in die großen ozeanischen Tiefen zurückgezogen haben, vermutlich deshalb, weil sie erst damals mit hinunter-

genommen wurden, als diese Tiefsee so extrem sich vollendete. Wir müssen annehmen, daß dieser Vorgang der Tiefseebildung noch nicht vollendet ist und daß die Ozeanränder gerade jene Gebilde sind, welche ganz zuletzt und vielleicht heute noch entstehen. Damit ist aber die Frage nicht erschöpft.

Wir sprachen oben (S. 30) vom Problem der Permanenz der Kontinente und Ozeane und sehen nun hier eine ganz andere Art der Lösung dieser Frage aufgetan. Durch eine große Zahl von Tatsachen sind wir zu der Annahme gezwungen, daß in früheren erdgeschichtlichen Epochen größere *transozeanische Landzusammenhänge* zwischen Kontinenten bestanden, die heute mehr oder weniger weit durch abyssische Tiefen voneinander getrennt liegen; mindestens aber haben wir Anzeichen dafür, daß viele der heutigen Kontinente ehemals viel ausgedehnter waren als heute, was eben unserer Lehre von der allmählichen Zusammenfaltung des Kontinentalen und seiner schrofferen Abgrenzung gegen das Ozeanische entspricht. Insbesondere im Erdaltertum bestand auf der Südhalbkugel ein innigerer Zusammenhang zwischen Australien, Indien, Madagaskar, Süd-, Mittelafrika und Südamerika. Auch die dazwischenliegenden Ozeanflächen, der Indik und der südliche Atlantik, waren in diesen Länderkomplex mit einbezogen. Es muß somit der heutige Ozeanboden zeitweise Landgebiet gewesen sein. Die Beweise sind zahlreich. So brechen bestimmte Landformationen, die in den genannten heutigen Kontinentalresten aus älterer Zeit anstehen, plötzlich am Rand der Ozeane ab, haben sich aber ehemals weiter hinaus fortgesetzt. Tiergeographische Tatsachen, wie die heutige Verbreitung von

Süßwasserkrebse und -muscheln auf den Südkontinenten oder die Verteilung ehemaliger Flachwassertiere in den Meeresabfällen des Erdalters und Erdmittellalters, zwingen zu dem besagten Schluß ehemaliger größerer Landzusammenhänge. Auf der Nordhalbkugel lag früh schon ein großer nordatlantischer Kontinent, der Kanada, Grönland, Teile des Polargebietes sowie Finnland — Skandinavien umfaßte. Auch das Südpolargebiet scheint teilweise in jenen erstbeschriebenen großen Südkontinent einbezogen gewesen zu sein. Man kann über die einstige Ausdehnung, besonders der transozeanischen Teile, wohl streiten, Tatsache ist aber, daß die Zusammenhänge bestanden.

Fragt man sich nun, welcher Art die Verbindung war und wie sie später gelöst wurde, so stehen sich im wesentlichen zwei Theorien gegenüber. Die eine spricht davon, daß die heutigen ozeanischen Teile niedergebrochen seien und nun Ozeanboden bilden. In Afrika setzt sich beispielsweise der Atlas untermeerisch in den Ozean hinein fort und tritt in den Kanarischen Inseln wieder etwas hervor; das Flußtal des Kongo setzt sich untermeerisch noch 1800 km westwärts als Rinne in den Ozeanboden fort, bis zu einer Tiefe von 2 km. Das würde für starkes Abbrechen der ehemaligen Landmassen sprechen. Dem steht die Wegenersche Verschiebungslehre gegenüber, derzufolge die heute getrennten Landflächen ehemals auseinandergedrückt seien, so daß sich die Landflächen nicht quantitativ vermindert, sondern nur ihre gegenseitige Lage geändert hätten.

Man darf sich, wenn man diese Fragen würdigen und ihre mögliche Lösung anstreben will, nicht ein-

seitig auf diese oder jene Anschauung festlegen. Wenn ehemals die Kontinente so ausgedehnt waren, daß sie breit zusammenhingen, was also heißt, daß heutiger Ozeanboden einmal hoch lag, so steht dem das oben (S. 24) behandelte Gesetz der Isostasie entgegen. Wer dieses auch für die früheren Vorweltepochen gelten lassen will, wie es heute gilt, der wird mit der angelsächsischen Schule auf eine Permanenz der Kontinente und Ozeane schwören und es nicht annehmen wollen, daß jemals oberliegendes kontinentales Gebiet sich bis zu abyssischer Tiefe hätte absenken können. Indessen erkannten wir bereits, daß in dieser, doch erst aus den Jetztweltzuständen entnommenen schroffen Form die Isostasie und damit der Gegensatz zwischen kontinentaler und ozeanischer Kruste ehemals noch nicht im gleichen Maße existierte, sondern sich erst im Lauf der Zeit herausgebildet habe. Ist also wohl unter den heutigen geophysikalischen Verhältnissen und bei dem jetzigen schon sehr gegensätzlich gewordenen Aufbau der Erdrinde eine solche Absenkung von Kontinentalmaterial nicht mehr wahrscheinlich, so ist sie doch zu früheren Zeiten möglich gewesen, und mithin steht auch nichts im Wege anzunehmen, daß der ehemalige Zusammenhang heute getrennter Kontinente dadurch verschwand, daß eben die Zwischenstücke niedergebrochen oder nicht nur einfach niedergebrochen, sondern durch die im vorigen Kapitel dargelegte Zusammenstauchung des Kontinentales allmählich und gleichzeitig auch auseinandergeschoben worden sind.

Daß sich die höheren Teile der Erdrinde waagrecht verschieben können, ist ja an sich schon erwiesen durch die Faltengebirgsbildungen selbst. Denn wenn, wie wir zeigten, ehemals geradliegende ausgedehnte Schicht-

massen zuletzt auf einen engeren Raum als alpine Bildung zusammengepreßt worden sind, so muß sich dabei eben notwendig Erdrinde waagrecht und zwar recht weitgehend verschoben haben. Daher meint etwa Staub, daß die Alpengebirge selbst oder ihre ehemals in Geosynklinalmeeren gelagerten Schichtungen gerade deshalb zusammengefaltet worden seien, weil sich alte Kontinentalmassen voneinander trennten und gegeneinander verschoben, so wie es das Kärtchen (Abb. 6) zeigt. Dieser Auffassung steht aber wohl die Tatsache gegenüber, daß die Gebirgsfaltung von der Tiefe her aus dem Untergrund der Geosynklinalmeeres- tröge erfolgte (S. 36). Man sieht also, daß man bei der Darlegung dieser weitreichenden erdgeschichtlichen Probleme unmöglich sich heute schon für die eine oder andere Lösung entscheiden kann, zumal es wahrscheinlich ist, daß nicht ein einziger derartiger Vorgang bei der Bildung und Umbildung der Kontinente und Meere beteiligt war, sondern viele, die wir zum Teil wohl noch gar nicht kennen und die teils innerirdisch, teils vielleicht auch kosmisch (Polverlagerungen) bedingt sein können.

In dieser Weise muß man auch der vielgenannten Wegenerschen Kontinentalverschiebungslhre gegenüberstehen als einem genialen Versuch, sonst ungeklärte und widerprüchsvolle Tatsachen zu erleuchten. Die Wegenersche Theorie besagt, daß ein großer Teil der heutigen Kontinentaltafeln gar nicht mehr an der Stelle liegt, wo er früher lag, sondern daß ehemals zusammenhängende Komplexe nach der Zerteilung auseinandergeschwommen seien, so den ehemaligen breiten Verband der urweltlichen Kontinente gelöst hätten. Die heutige Trennung etwa

von Afrika und Südamerika, von Nordeuropa, Grönland und Nordamerika, von Australien, Südpolarland und Vorderindien sei nicht durch etwaiges Nieder-



Abb. 6. Schematische Darstellung der Zerteilung und Wanderung des großen alten Südkontinentes, dessen Teilstücke (schwarz) sich teilweise nach N gegen die alte Nordlandmasse (schraffiert) bewegten und so scheinbar die jungen europäisch-asiatischen Alpenfalten schufen. (Aus Staub.)

brechen der ehemals verbindenden Teile, sondern lediglich durch ein Abdriften der heute noch vorhandenen Teile voneinander zu erklären. So soll seinerzeit das gesamte Amerika an Afrika und Europa angegrenzt haben, dann aber im Verlauf der letzten großen Erd-

epoche, der Tertiärzeit, westwärts abgeschwommen sein, woher es komme, daß die Grenzen beider Kontinentalmassen genau ineinander passen, wenn man sich die beiden Amerika mit samt Grönland an die Alte Welt und Afrika herangeschoben denkt. Ein Blick auf den Globus zeigt das Bestechende jener Theorie, die auch noch durch anderweitige geologische und biogeographische Erscheinungen gestützt wird.

Wir sahen vorhin, daß man sich auch zur Erklärung der Alpenfaltungen der Kontinentalverschiebungstheorie bedienen (S. 50), und eine Anzahl anderer Thatsachen spricht auch für sie; so etwa das derzeitige unvermittelte Abbrechen uralter einheitlicher Landablagerungen sowohl an den ozeanischen Küsten Indiens wie Südafrikas und Südamerikas — Ablagerungen, die durchaus den Eindruck machen, als seien sie ursprünglich in einem einheitlich zusammenhängenden Gebiet abgesetzt worden. Wenn sie also heute an den Ozeanrändern wie abgeschnitten endigen, sich also sozusagen diese ihre Bruchränder über die Ozeane hin wie zwei Angesichter zuehren, so liegt es nahe, dies so zu deuten, daß ehemals die heute getrennten Massen aneinandergrenzten, also eine Einheit gewesen sein können. Freilich, zwingend ist ein solcher Schluß nicht, weil ja ebensogut die einheitlichen Zwischenstücke niedergebrochen sein können, ohne daß sich die jetzt noch übrigen kontinentalen Flächen irgendwie verschoben haben.

Was die Möglichkeit der Verschiebung kontinentaler Krustenteile überhaupt anlangt, so erscheint sie zwar dem Laien recht sonderbar, aber sie ist geophysikalisch an sich wohl zu begründen. Wir sahen im Abschnitt 2, daß die Erdrinde nicht ein einheitliches

Ganzes ist, sondern aus zwei wesentlichen Gesteinszonen besteht, der schwereren ozeanischen und der leichteren kontinentalen. Da in letzterer wesentlich Kieselsäure-Aluminiumgesteine enthalten sind (chemische Bezeichnung Si-Al), in der ozeanischen wesentlich Kieselsäure-Magnesiagesteine (chemische Bezeichnung Si-Ma), so nennt man die erstere kurzweg Si a l, die letztere Si m a. Die erstere hat etwa den Gesteinscharakter von Gneisen, die letztere von Basalten. Nun ist ein Gneis sehr brüchig; wenn man mit dem Hammer darauf schlägt, zerblättert er und zeigt sich recht weich. Dagegen sind basaltische Gesteine spröde wie Glas, leisten der Zertrümmerung starken Widerstand und zerspringen in scharfeckige Stücke. Nun sagten wir schon oben (S. 24), daß in planetarischen Körpern sich die Begriffe Fest und Flüssig, Spröde und Zäh ganz anders geben als in den räumlich und mengenmäßig eng begrenzten Beobachtungsmaterialien eines Laboratoriums. Wenn man beispielsweise Siegelack auf den Boden wirft, so zerspringt er sofort, dem Basalt ähnlich in der Splitterung; er stellt plötzlichem Eingriff großen Widerstand entgegen. Legt man dagegen eine Siegelackstange am Vorder- und Hinterende je auf eine kleine Unterstützung, so daß die Länge der Stange frei schwebt, so wird sie sich nach kürzerer Frist völlig bis zur Unterlage durchgebogen haben. Umgekehrt gibt etwas Wachs sofort jedem Eingriff nach, aber eine selbst große Wachstfigur behält jahrhundertlang ihre Form, während eine gleich große Siegelackfigur alsbald in sich zusammensinken wird, als ob sie weich gewesen wäre. Darauf beruht nun vergleichsweise die Möglichkeit, sich das Wegschwimmen von gneisartigen Kontinentalklöcken in dem spröden

basaltischen ozeanischen Tiefengestein zu erklären. Denn wie Abb. 1, S. 26 zeigt, stecken die Kontinentalflöße, ähnlich wie Eisberge im Wasser, noch bis zu etwa 120 km Tiefe in dem tieferen Sima. Dieses ist gegen plötzlichen Druck widerstandsfähig; gegen lang anhaltenden, nicht allzu starken Druck aber nachgiebig. Es weicht allmählich aus, wenn die an sich zwar zerbrechlicheren, aber dafür zäheren Kontinentalgesteine lange Epochen hindurch in Folge irgendeines dauernd und in derselben Richtung wirkenden Druckes sich zu bewegen trachten. So etwa darf man es sich vorstellen, wie ein Eisberg im Wasser seinen Platz wechseln kann dadurch, daß das Wasser ihm eben ausweicht und hinter ihm sich wieder schließt. Zudem muß man bedenken, daß in größerer Tiefe schon sowohl das kontinentale Sial als auch das ozeanische Sima in Folge der größeren Hitze und des dort herrschenden Druckes latent plastisch (S. 39) ist, mithin erst recht solch ein Plazaaustausch stattfinden kann.

Die Wegenersche Theorie ist, wie alle wissenschaftlichen Theorien, natürlich ebenso stark bestritten, wie sie lebhaft bestätigt ist. Zu allen hier kurz angedeuteten geologischen, biogeographischen und geophysikalischen Gesichtspunkten lassen sich Für- und Gegenbeweise beibringen. Immerhin wird man nicht mehr in Abrede stellen können, daß es im Lauf der Erdgeschichte kontinentale Verschiebungen gab, wenn auch nicht in der von Wegener selbst zuerst angenommenen schematisch ausgedehnten Form; man spricht daher heute vorsichtigerweise von Kontinentschiebungen (Epirophyrese) überhaupt, nicht mehr gerade in der speziellen Form der Wegenerschen Theorie. Der Gedanke ist übrigens auch schon von amerikanischen Geophysikern

(Pickering, Taylor) erwogen worden. Was dem Gedanken ein größeres Gewicht gibt, ist die Lösung, die er in dem Widerspruch einerseits zwischen schroffer Permanenztheorie (S. 30) und andererseits schrankenlosem Niederbrechen ehemals transozeanischer Kontinentalbrücken bringt. Denn nun ist es möglich, sich vorzustellen, daß zwar breitesten Zusammenhang etwa zwischen Amerika und der Alten Welt bzw. Afrika bestand oder zwischen Australien, Vorderindien und Südafrika, ohne daß damals etwa das Ozeanwasser von den ihm heute zur Verfügung stehenden weiten Flächen verdrängt gewesen wäre.

Stellt man sich eindringlich vor, daß ehemals sowohl die Flachmeere weit ausgedehnter waren auf Kosten der heutigen Ozeantiefen; daß ferner im Gebiet der heutigen Ozeantiefen sogar teilweise Landmassen lagen, und daß die Meere, welche ehemals über jetzigen Festlandsflächen standen, niemals besonders tief waren, sondern Flachmeercharakter hatten, so muß man sich unwillkürlich fragen, wo denn früher, als größere Zwischenmeere, flachere und größere Kontinente existierten, das Wasser war, das heute die weiten und tiefen Ozeanbecken ausfüllt? Die Frage wird noch eindringlicher, wenn wir bedenken, daß auch im Gebiet des Stillen Ozeans sich mancherorts Landflächen befanden, um nicht zu sagen: daß es womöglich auch einen großen mittel- bis südpazifischen Kontinent gab. Wo also war das Wasser damals?

Man könnte wieder spekulieren und sagen: damals war vielleicht der Erdkörper dicker, praller, größer, und so konnte sich die heute so tiefe Wassermasse mehr wie ein dünner Schleier ausbreiten. Aber es liegt nicht das kleinste Anzeichen vor, das zu einer solchen

Annahme berechtigte. Vor allem müßte, wenn der Erdkörper seit erdmittelalterlicher Zeit so stark geschrumpft wäre, dies eine solche Hitze verursacht haben, daß er zum Teil eine eingeschmolzene Kruste haben müßte. Davon zeigt uns das erdgeschichtliche Geschehen nicht das geringste. Bleibt also nur noch übrig, daß sich das Wasser einmal oder öfters und zeitweise vermehrt hat. Woher konnte es aber gekommen sein?

Wir sehen zwei mögliche Quellen: aus dem Erdinnern durch Ausblasung aus den sich abkühlenden vulkanischen Massen; oder aus dem Weltraum durch das Einfangen wasserhaltiger Körper, reinen Wassers oder Eises. Aus dem Erdinnern könnten es die Vulkane und Gasquellen hervorgebracht haben. Liefern aber die Vulkane soviel Wasserdampf? Die heutigen gewiß nicht; aber man könnte an vorweltliche denken, da wir doch wissen, daß die vulkanischen Ausbrüche besonders in der zweiten Hälfte der Tertiärzeit wesentlich heftiger und verbreiteter waren als heute. Die heutigen Vulkane liefern nur etwa soviel Wasserdampf, als durch die Verwitterung kieselhaltiger Gesteine an Wasser wieder chemisch in der Erdrinde gebunden wird. Dabei ist aber noch nicht einmal bewiesen, ob das von den Vulkanen ausgeströmte Wasser überhaupt ursprünglich aus dem Erdinnern neu heraufkommt oder ob es nicht von der Erdoberfläche her eingedrungenes Spalten- und Sickerwasser ist, das in die Tiefe gerät und nur wieder mit emporgebracht wird. Der frühere, vorweltliche Vulkanismus aber ist in seinem Wesen nicht anders als der heutige; oft war er stärker, aber merkwürdigerweise gerade nicht in der Zeit, für die wir die letzte Ausgestaltung der Tiefsee, also die Vermehrung des Wassers auf der Erdoberfläche fordern

müssen, nämlich zu Ende des Erdmittelalters und zu Beginn der Tertiärzeit. Die vermutete vulkanische Zuflußquelle wäre also bei weitem nicht ausreichend zur Erklärung der von uns gestellten Frage, also zur Lieferung der Wassermengen.

So bleibt uns nur der Weltraum als Spender des hinzugetretenen Ozeanwassers. Können wir es von da her bekommen haben? Damit aber eröffnet sich uns ein neues Problem mit größeren Ausblicken, das unsere Aufmerksamkeit von der Erde weg in den Weltraum richtet, um uns dort erst die Grundlage zu einer weit-sichtigen erdgeschichtlichen Erkenntnis zu holen.

5. Erdgeschichte und Kosmos

Die Erde ist naturgemäß mit dem Kosmos verbunden. Allzulange hat man dies in der erdgeschichtlichen Forschung vergessen. Man betrachtete die Erdvorgänge isoliert für sich, fragte nicht nach den Möglichkeiten kosmischen Zusammenhanges und kosmischer Einwirkung, so wie die Meteorologie heute noch nicht entschieden sich darauf besinnt, daß der Erdkörper nicht allein im Weltall schwebt. Gerade wie die Medizin jahrzehntelang die Einzelorgane des Körpers nur für sich betrachtete und behandelte, statt den Organismus als Ganzes zu verstehen, ebenso verfuhr und verfährt heute noch die Erdgeschichte, indem sie unseren Planeten aus sich selbst allein verstehen will. Es ist aber durchaus möglich und wahrscheinlich, daß auch allerlei kosmische Konstellationen im Lauf der Jahrtausende langen Erdentwicklung auf diesen Planeten eingewirkt haben; es ist durchaus möglich und wahrscheinlich, daß überhaupt andere Zustände, andere Nachbarschaften

für die einzelnen Hauptkörper bestanden haben und daß keineswegs alles so war, wie es uns die kurzfristigen Zustände glauben lassen, die wir aus unserer wissenschaftlichen Erfahrung oder aus den Aufzeichnungen der Kulturvölker der letzten zehntausend Jahre nur kennen. Erdgeschichtlich kommen da ganz andere, unendlich scheinende Zeiträume in Betracht.

Wenn wir nun in dieses noch recht dunkle und unsichere Gebiet der urgeschichtlichen Erkenntnis vorstoßen wollen, so dürfen wir das nicht willkürlich und mit bloßer Phantasie tun, sondern müssen uns nach Tatsachen und wirklichen Gegebenheiten umsehen, die uns etwaige Schlüsse auf andersartige Verhältnisse und Wirkungen der kosmischen Umwelt zu ziehen gestatten, um daraus dann vielleicht auch manches zu erklären, was für die geologische Forschung bisher noch in Dunkel gehüllt blieb. Welche unmittelbar sichtbaren Möglichkeiten bestehen überhaupt für kosmische Einwirkungen während erdgeschichtlicher Zeiträume? Oder wir können auch fragen? Ist das Planetensystem so stabil und befindet es sich in einem solchen Dauerzustand, wie wir das gewöhnlich meinen, da wir nur eine so kurzfristige Erfahrung haben?

Zwischen Mars und Jupiter besteht eine Lücke, wenn man die Abstände und Anziehungsverhältnisse der übrigen Planeten als die Norm für die Verteilung der Körper in unserem Sonnensystem nimmt. In diesem Lückensfeld aber sind im Laufe der Zeit zahlreiche Trümmer, Planetoiden, entdeckt worden. Teilweise fügen sich diese in den normalen Zwischenraum zwischen Mars- und Jupiterbahn ein, teilweise folgen sie exzentrischen Wegen, die weit über die Jupiterbahn hinausreichen; ihre Gesamtbahn ist stark

gegen die Sonne geneigt, zeigt also Anomalität. Das läßt darauf schließen, daß hier ein ursprünglich zusammenhängender, ganzer Körper, ein *Vollplanet*, bestand, der aus irgendeiner Ursache zerlegt, zertrümmert wurde. Diese Zustände deuten somit das in Unordnung Geratene irgendwie an. Es liegt nahe, die Monde unserer Nachbary Planeten nun versuchsweise so zu erklären, daß sie eingefangene Trümmer dieser alten Masse sind. Denn viele der Monde unserer Nachbarn zeigen gleichfalls das Ungeordnete, die Disharmonie zu ihren Planeten an und stehen keineswegs so zu ihnen, als ob sie ehemals ihnen entsprossen seien. So hat Jupiter eine Anzahl in verschiedenen Bahnen umlaufender Monde, auch mit verschiedenen Umlaufgeschwindigkeiten, teilweise auch stark exzentrischen Bahnen; einer von ihnen ist rückläufig. Mars hat mehrere Monde, von denen einer an einem Marstag drei Umläufe macht; der Marstag ist etwa gleich dem Erdtag. Der Uranus hat Monde, die senkrecht zur Bahnebene des Planeten selbst umlaufen. Wie kann man angesichts dieses Wenigen schon glauben, daß die Planetenmonde Abschleuderungen ihres Mutterkörpers seien? Und wenn sie es nun trotzdem wären, so würden doch gerade diese Zustände deutlich zeigen, daß dies nachträglich ungeordnete, ja ungeordnet gewordene Beziehungen sind und daß vor noch nicht allzulanger Zeit — wir denken natürlich an erdgeschichtliche Zeiträume, wenn wir das Wort „nicht allzulang“ gebrauchen — ganz wesentliche Störungen das Planetensystem und ganz besonders einen dieser Körper betrafen.

Es liegt nun nahe, etwa die Jupitermonde von diesen Trümmern jenes alten, nun fehlenden Voll-

planeten abzuleiten und andere Monde möglicherweise auch. An sich ist das nicht abzuweisen, zumal ein namhafter amerikanischer Astronom die Möglichkeit erörtert, daß auch von außen aus dem weiteren Welt-raum eingedrungene Körper von der Sonne eingefangen und als Planeten an sie gekettet worden sind. Gerät ein Fremdkörper von außen in das Planetensystem und damit in Sonnen- und Planetennähe, so muß sich alsbald entscheiden, ob er an erstere gekettet, also ein Planet wird, oder an letztere und damit ein Mond wird. Es könnte auch die Erde zeitweise solche Eindringlinge eingefangen haben; oder sie sind unter den Mars- und Jupiter- und Uranusmonden zu suchen, wenn man sie nicht, was wohl näher liegt, aus jenen Trümmernmassen zwischen Mars und Jupiter ableitet.

Nun ist auch zwischen Mars und Erde ein kleiner Planet eingegliedert, Eros genannt. Es könnte sein, meint jener Forscher, daß er entweder ein solcher Fremdeinfall aus dem Weltall wäre; oder er möchte vielleicht ein Trümmerstück von jenem ersterwähnten Transmarsplaneten sein; oder, was auch nicht außerhalb des Bereiches der Möglichkeit liegt: er ist ein Schwesterteil von unserem Mond, der als Planet Luna, wie die Weltheorie will, einst von der Erde eingefangen wurde. Es könnte somit sein, daß wirklich einmal ein Planet Luna zwischen Erde und Mars umlief, dann gerade durch den Einfang selbst zersprang und daß die eine Hälfte zum Erdmond wurde, die andere als Eros noch ungefähr in der alten Bahn verblieb. Eros seinerseits aber ist heute kettenförmig mit der Marsbahn verbunden, ohne jedoch einstweilen schon echter Marstrabant zu sein; er mag es noch

werden, wie die vermutlich andere Hälfte jetzt Erdtrabant geworden ist.

Wir stehen also mit solchen Überlegungen vor der Möglichkeit, für frühere erdgeschichtliche Zeiten mit wesentlich anderen Zuständen des Planetensystems rechnen zu müssen. Es wird, um dem Gedanken einen noch tragfähigeren wissenschaftlichen Boden zu geben, unsere Aufgabe sein, die großen erdgeschichtlichen Veränderungen daraufhin zu betrachten, ob sie sich aus rein irdischen Ursachen erklären lassen oder ob wir kosmische Verketungen in Ansatz bringen müssen und welcher Art diese etwa sein könnten.

Es gehört zu den bisher unerklärten Vorgängen und Zuständen der erdgeschichtlichen Vergangenheit, daß es epochenweise auf der ganzen Erde sehr warm, auch in den heutigen Polarzonen sehr mild war und daß dort zum Teil dieselben Tier- und Pflanzencharaktere herrschten wie in den heute warmen Zonen; daß es immergrüne Pflanzen, palmenartige Gewächse, im Meer Korallenriffe auch im hohen Norden wie im polaren Süden gab und daß zeitweise gewisse Pflanzengattungen die ganze Erde gleicherweise besiedelten; daß aber dazwischen auch Epochen größerer Gegensätzlichkeit des Klimas sich einschoben, daß es schärfere Zonenbildung, ja Eiszeiten gab, wo auch in heute äquatorialen Gegenden Inlandeis und Gletscher in großem Umfang sich ausbreiteten. Man hat keine durchgreifende Erklärung für diese erdgeschichtlichen Erscheinungen, und so sehr man sich auch bemühte, solche zu finden, so blieben doch immer wieder Rätsel übrig.

So dachte man, um nur einiges hier herauszugreifen, an langfristige Schwankungen der Sonnen-

wärme. Würde nämlich heute die Sonnenwärme und die Einstrahlung auf die Erde sehr zunehmen, so würden zwar theoretisch zunächst die einzelnen Zonen heißer, in Wirklichkeit aber käme es dahin, daß sich durch die überaus starke Verdunstung der äquatorialen Meere, wie auf der Venus, dichte Wolkenschleier um die Erde legten. Dies würde die Sonnenhitze von den Tropen abblenden, die gemäßigten Zonen aber würden besonders warm werden und die Polarzonen mindestens mild. Das Polareis würde gänzlich verschwinden, ebenso jede Vergletscherung der Hochgebirge. So könnte man dies als eine Erklärung für die Ausgeglichenheit und zugleich Milde des Klimas in bestimmten Erdperioden ansehen, wenn nicht ein Fragezeichen stehenbliebe: die Polarnacht. Denn solange die Erde in dem gleichen Gegenüber zur Sonne steht wie heute, und solange die Erde überhaupt eine Kugel ist und eine schräg gestellte Achse hat, mußte immer an den beiden Polen wechselseitig eine halbjährige Polarnacht herrschen. Es ist aber undenkbar, daß ein üppiger und den warmen Zonen ebenbürtiger Pflanzenwuchs unter diesen Umständen jemals im Polargebiet zustande kam, und doch sehen wir solches in bestimmten Zeiten der Erdgeschichte. Die herangezogene Erklärung durch vermehrte Sonnenwärme genügt also nicht, um das Rätsel zu lösen.

Nun hat man einen anderen Weg eingeschlagen und an *P o l v e r s c h i e b u n g e n* gedacht. Durch die Wegenersche Theorie der Kontinentalverschiebung ist es wahrscheinlich geworden, daß die Festlandsblöcke nicht unbeweglich in die tieferen Zonen der Erbrinde verankert sind, sondern sich, wenn auch langsam, so doch bei einseitig und dauernd wirkendem Druck all-

mählich verschieben können und daß sich auch kontinentale Krustenteile waagrecht auf den tieferen plastischen Zonen der Erde verschoben haben (S. 52). Auf Grund dieser Erwägung nahm man an, daß vielleicht heutige polare Landgebiete, auf denen man so üppige fossile Floren und in deren Ablagerungen mariner Schichten man Meerestiere von Warmwassercharakter findet, ehemals in wärmeren Zonen lagen und erst später in die kalten Polarregionen geschoben worden seien.

Auch diese Erklärung ist auf den ersten Blick sehr bestehend und würde uns vielleicht das Rätsel lösen, aber es schiebt sich wieder ein anderer Gesichtspunkt hemmend dazwischen, der uns dieser Erklärung nicht froh werden läßt. Wenn die jetzigen Polarländer früher mehr äquatorwärts gelegen hätten und nur deshalb wärmer gewesen wären, und wenn sie erst später nord- und südwärts abgedriftet wären, um so in die Kältezone zu geraten, so müßten dafür andere, jetzt in gemäßigten oder in der heißen Zone liegende Erdteile damals in den kalten Polarzonen gelegen haben; auf ihnen müßten wir dann also die Kälteerscheinungen nachweisen können. Nun ist es aber gerade das Entscheidende und doch wieder Rätselhafteste, daß wir in verschiedenen Epochen, wie der Jura- oder der Steinkohlen- oder der noch altertümlicheren Silurzeit, überall nur die deutlichen Beweise für eine gleichmäßig verteilte Wärme finden. Wo auf der Erde wir auch die Ablagerungen aus solchen Zeiten prüfen, nirgends treffen wir auf Gebiete, von denen wir annehmen dürften, sie hätten unter einem damaligen Kältepol gelegen. Es ist also tatsächlich so, daß es Epochen gab, wo es auf der ganzen Erde fast unterschiedslos warm und milde war. Das aber heißt: es

herrschten damals astronomische und planetare Zustände, die sich aus den heutigen Zuständen nicht erklären lassen und darum anders geartet waren.

Man hat dann auch zu einer weiteren Erklärung noch seine Zuflucht genommen: nicht die Kontinentalflächen sollten sich verschoben haben, sondern die Erdpole als solche, die Drehungsachse des Gesamtkörpers sollte sich als Ganzes bewegt haben. Nimmt man nun an, die Erdachse habe einmal steiler gestanden, so müßten erst recht scharfe Klimagegensätze geherrscht haben, mehr noch als heute; nimmt man aber an, die Drehungspole hätten früher mehr gegen die heutige Tropenzone hin gelegen und diese selbst sei nord- bzw. südwärts gerückt gewesen, so tauchen dieselben Widersprüche mit dem tatsächlichen Befund eines überall ausgeglichenen Klimas auf. Wo man also in jenen gleichmäßig warmen Zeiten auch die Kälte- oder Drehungspole suchen mag, man findet sie nicht. Wäre die Erde immer so zu Sonne und Mond gestanden wie jetzt, wäre sie immer so in die Nachbarschaft ihrer Geschwister verankert gewesen wie jetzt, so hätten immerzu zwei Polarzonen bestehen müssen, wo die halbjährige Polarnacht herrschte und wo es mindestens halbjährlich wesentlich kälter als anderwärts gewesen wäre, und ein gleichmäßiges üppiges Tier- oder Pflanzenleben wäre nicht möglich gewesen; denn es mußte außer Wärme auch genügend Licht da sein.

Stellen wir uns aber aushilfsweise vor, daß die Erde von einem *Satelliten* begleitet war, der nicht äquatorial, sondern wie bei unseren Nachbarplaneten im Winkel zum Äquator oder gar stark polwärts umlief und dabei fortwährend Sonnenlicht

stark reflektierte, so waren dadurch allein schon die Bedingungen erfüllt, welche in den Polarzonen starken Pflanzenwuchs erlaubten, weil die Polarnacht nicht nur ausgeglichen war, sondern der Polartag sogar noch wärmeverstärkt sich auswirken mußte. Das allein wäre schon eine vollgültige Erklärung für die gleichmäßige Licht- und Wärmeverteilung auf der Erde in langen geologischen Epochen. Das ist aber, wie oben gezeigt, keine physische Unmöglichkeit, ja, es würde uns zugleich auch Meeresverlegungen in bestimmten Zeiten mit erklären können.

Nun haben wir aber auch Zeiten, in denen ausgedehnte Eisbedeckungen herrschten. So etwa im Erdaltertum auf dem großen Südkontinent, der Australien, den Indischen Ozean, Vorderindien, Madagaskar, Mittel- und Südafrika, den südlichen Atlantik und Südamerika umfaßte. In einer von China bis Australien und Indien, dann nach Südafrika und Südamerika sich erstreckenden Ausdehnung bedeckte Inlandeis dieses Gebiet, das wahrscheinlich ein Hochland war. Stellen wir uns vor, es sei damals ein eingefangener Trabant als Mond um die Erde gekreist; stellen wir uns weiter vor, daß er ebenso rasch umlief, wie die Erde sich drehte, was bereits einem Spätstadium im Verhältnis der beiden zueinander entsprach — und was auch das nächste Schicksal unseres Mondes sein wird —, so blendete dieser Trabant dauernd Sonnenlicht und Wärme ab, und zwar nur in der Tropenzone. Das aber heißt, auf seine klimatische Wirkung hin betrachtet, nichts anderes als dies: es waren die gemäßigten Zonen nicht lichtloser und nicht kühler, wohl aber war es die Tropenzone. So konnten gerade dort, insbesondere wenn die Länder

hoch lagen, ausgedehnte Inlandeisdecken entstehen, wie es die Erdgeschichte zeigt.

Auch für die letzte, uns unmittelbar vorhergehende große diluviale Eiszeit hat man lange Zeit nach innerirdischen Erklärungen gesucht. Vielleicht lag der Drehungspol damals mehr nach Grönland hin verschoben, weil gerade in Nordamerika die vom Nordpolargebiet ausgehende Vereisung sich soweit herunter schob, wie es bei uns der Lage von Neapel entsprechen würde, während sie in Europa, über Skandinavien, die Ost- und Norsee kommend, etwa bis an den Nordrand der deutschen Mittelgebirge reichte. Auch das Südpolargebiet war weit herab vereist und ist es heute noch so stark, daß, bei gleicher Ausdehnung des Polareises im Norden, dieses noch bis Drontheim reichen müßte, wenn nicht der Golfstrom soviel Wärme nach Norden brächte, daß es weiter zurückgedrängt ist. Wir wissen nicht, ob wir bloß in einer Zwischeneiszeit stehen, wie es deren mehrere in der Diluvialzeit gab, oder ob wirklich die Grundursache der Eiszeit zu wirken aufgehört hat und wir erdgeschichtlich wieder einer wärmeren, ausgeglicheneren Klimazeit entgegengehen. Aber eben die Ursache auch der diluvialen Eiszeit kennen wir nicht, sonst wüßten wir uns diese soeben gestellte Frage unmittelbar zu beantworten. Und so hat man auch hier geraten und gerätselt, aber noch keine zureichende Erklärung gefunden.

Wenn man aber unvoreingenommen nach dem Wesenszug der diluvialen Eiszeit als Klimaerscheinung fragt, so zeigt sich unverkennbar ein Doppelpes: es waren damals die Winter wohl nicht kälter, nur die Sommer etwa um 5° kühler; und sodann: es fielen weit mehr Niederschläge als heutzutage, und diese

Niederschläge gingen infolge des kühleren Durchschnittsklimas sowohl in den Polarzonen wie in den Hochgebirgen größtenteils als Schnee nieder. So entstanden die riesigen Inlandeismassen und die großen Vergletscherungen der Alpen, die sich weit in das Vorland hinaus schoben. Nimmt man nun zur Erklärung an, die Sonnenwärme sei damals geringer gewesen; oder nimmt man an, die warmen Meeresströmungen gelangten nicht so weit nach Norden und Süden, so genügt dies alles nicht zur Erklärung, weshalb stärkere, reichere Niederschläge auf der ganzen Erde, auch nachgewiesenermaßen in den tropischen und unvereist gebliebenen Gebieten herrschten. So bleibt nur übrig, an einen beständigen Zustrom von Wasser aus dem Weltraum zu denken, also vermutlich an Zublasung von Feineis aus dem Sonnenkörper, der vielleicht damals — ganz im Sinne der Welteislehre — von Eiskörpern stark heimgesucht worden sein mag, ausgedehnte Fleckenbildung aufwies und solcherweise nun auf der Erde das Eiszeitphänomen hervorrief und dann auch wärmere Zwischeneiszeiten durch seine Unterbrechungen erklärlich macht.

So drängen allein schon die wesentlichsten klimatischen erdgeschichtlichen Tatsachen zu einer Besahung der kosmischen Verbundenheit des Erdsterne. Und auch die Meteorologie wird erst eine tiefgründig aufgebaute Wissenschaft sein, wenn sie einmal diesen Anschluß der irdischen Vorgänge an den Kosmos gefunden hat, wie wir es hier für gewisse Großvorgänge in der Vorwelt versucht haben. Wir werden sehen, daß auch aus anderen Zusammenhängen noch dieselbe Wahrscheinlichkeit sich dartun läßt.

6. Die kosmischen Entsprechungen

Mit der im Vorausgehenden gegebenen Darstellung einer Verbundenheit erdgeschichtlicher und kosmischer Vorgänge, also auch zunächst einer äußeren Einwirkung heute nicht mehr oder nicht in der gleichen Weise existierender Zustände des Planetensystems auf den Erdkörper in vorausgehenden Zeiten, kommen wir über eine Anschauungsform hinaus, welche seit etwa hundert Jahren die geologische Forschung ausschließlich beherrschte und die wir schon in Abschnitt 2 (S. 23) kurz berührten: den Aktualismus. Er fußt, wie wir zeigten, auf dem Grundsatz, daß in der Vorwelt keine Veränderungen und Zustandswirkungen stattgehabt hätten, die wir nicht auch heutigestags auf der Erde wirken sehen. Seien die Umwälzungen noch so gewaltig und umfangreich gewesen, hätten sich Gebirge aufgefaltet oder Kontinente verändert — immer sei dies alles nur hervorgegangen aus einer Jahrtausenden langen Häufung jener kleinen und kleinsten alltäglichen Vorgänge, die wir als geringe Hebungen und Senkungen, als Küsten- und Flußverlegungen, als Verwitterung und Abtragung täglich vor Augen haben.

Es ist kein Zweifel: diese Methode war außerordentlich fruchtbar und ist es auch immer noch, um in einfachster Weise Erfahrungen über die geologischen Vorgänge zu sammeln; um Vergleiche anzustellen zwischen vorweltlichen und heutigen Ablagerungen, Bodenbewegungen und biogeographischen Zuständen; wir bringen mit diesem bedächtig Schritt um Schritt vorschreitenden Verfahren gewissermaßen für uns selbst eine Bindung an gegen allzu rasches Umdeuten und Hinausgreifen in derzeit unbekanntes oder schwer

zu fassende Kräftegebiete der Natur. Aber es ist doch auffallend, daß wir mit dem für das nackte Tatsachensammeln so bedeutungsvollen Aktualismus eben zu jenen Problemen gelangt sind, die wir teilweise in den vorigen Abschnitten besprochen haben und deren Wesen zur Zeit darin besteht, daß sie gerade mit dieser aktualistischen Forschungsweise nicht zu lösen sind.

Wenn wir an das Permanenzproblem (S. 30) oder an die Auffaltung der Alpen (S. 38) oder an die vorweltlichen Klimazustände (S. 61) denken, die alle mit der aktualistischen Methode behandelt und deren Wesen nun auch damit zu ergründen gesucht wurde, so ist dies freilich eine Rechtfertigung für den Such- und Findewert dieses Forschungsprinzips selbst. Wenn wir aber nun eben auf Grund dieses Prinzips dogmatisch daran festhalten, daß trotz der bisherigen Unmöglichkeit, jene Vorgänge oder Klimazustände ur-sächlich zu erklären, dennoch nicht nach einer weiterreichenden, etwa in das kosmische Gebiet hineinführenden Erklärung gesucht werden darf, so ist das die Verkehrung einer Handwerksanweisung in eine verbindliche Weltanschauung. Wenn sich also aus der erfahrungsgemäßen Behandlung vorweltlicher Tatsachen und aus der Betrachtung jetzweltlicher kosmischer Gegebenheiten die Wahrscheinlichkeiten für Katastrophen und Einwirkungen aus dem Weltraum ergeben, und wenn überdies solche Ableitungen nun, auf das tatsächlich festgestellte erdgeschichtliche Geschehen angewandt, ausreichende Erklärungen für bisher mit der aktualistischen Methode selbst zwar gewonnene, aber nicht auflösbare Probleme ergeben, so ist es widersinnig, an jenem Erklärungsprinzip um jeden Preis festhalten zu wollen.

Mit dieser aktualistischen Lehre, die in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch von Hoff und den Engländer Lyell in der Geologie herrschend geworden war, schien eine ältere, ursprünglichere Auffassung überwunden zu sein, welche die Anfangszeit der erdgeschichtlichen Forschung seit dem ausgehenden 18. Jahrhundert gekennzeichnet hatte und die wir gleichfalls schon zuvor (S. 22) kurz berührten: die Katastrophenlehre. Es war der ursprünglichere, unbefangene Eindruck, den die frühen Altmeister unserer Wissenschaft unmittelbar von den erdgeschichtlichen Erscheinungen hatten, wenn sie eigentlich gar nicht zweifelten, daß im Lauf der Epochen zeitweise mehr oder weniger plötzliche Unterbrechungen des sonst allerdings langfristigen ruhigen Geschehens eingetreten seien. Und ebendiese, einen großen Teil der Erde ergreifenden Umwälzungen nannte man Katastrophen.

Man darf sich, wenn man den Ausdruck erdgeschichtlich fruchtbar verwerten will, nicht darunter nur Geschehnisse vorstellen, die dem Menschen als Katastrophen im Sinne des Überwältigenden und Schrecken-erregenden erscheinen, sondern man muß den Begriff streng aus dem erdgeschichtlichen Geschehen selbst ableiten. Und da kann „Katastrophe“ nichts anderes heißen als Unterbrechung des gleichmäßig dahinrollenden, also aktualistischen Geschehens. Wir sind, da jede Wissenschaft der Ausdruck des allgemeinen Zeitgeistes ist, durch die stabilen Zustände des 19. Jahrhunderts viel zu sehr in eine gewisse Behäbigkeit auch des Denkens über die Natur gekommen, wie unser großer Geologe Eduard Suess es einmal sagte; und so haben wir vergessen, daß auch in der Vorwelt wie in der Menschheitsgeschichte nicht alle Entwicklung langsame

Summierung ist und damit endlos geradlinig verläuft, sondern daß es auch Unterbrechungen, eben „Katastrophen“ gibt und immer gab, denen nachzuspüren mindestens ebenso wichtig und für die Forschung fruchtbar ist, als das immerwährende und ausschließliche Arbeiten in der nur aktualistischen Denkweise. Wenn wir also wieder dahin kommen, zu verstehen, daß und wie das irdische Geschehen mit dem Gesamtkosmos verknüpft ist, so werden wir damit auch wieder einen freieren Blick für eine erweiterte Auffassung der sonst unlöslichen erdgeschichtlichen Probleme bekommen.

Das Kennzeichen des Kosmos aber ist Rhythmus und Unterbrechung. Der Rhythmus verbürgt gleichmäßig ruhige Evolution; die Unterbrechung ist das Umwälzende, das Katastrophale, das sich nun, indem es sich dem gleichmäßig Weiterlaufenden scheinbar in den Weg stellt, dennoch mit ihm sich in einem höheren Sinn einem Gesamtgeschehen einordnet. Das Katastrophale, wenn es eintritt, bedeutet von außen gesehen eine Verneinung, eine Zerstörung; im ganzen gesehen aber bedeutet es einen Knotenpunkt zwischen untergeordnetem und übergeordnetem Gesamtpulsieren des Kosmos. Wenn der gleichmäßig rhythmische Gang zeitweise vorherrscht und gewährleistet ist, so treten vornehmlich jene Erscheinungen auf, welche ein fast ausschließlich irdisches Geschehen in der Erdgeschichte erkennen lassen; es sind die aktualistisch faßbaren Kräfte und Veränderungen, wie sie in unserer quartären Erdpoche vorzüglich herrschen. Da arbeiten Verwitterung und Wasserkreislauf wie heute; da schwanke langsam die Meere hin und her wie in unseren Jahrhunderten; da bewegt sich das innere plastische Tiefengebiet der Erdrinde

wenig und bringt dementsprechend auch nur geringfügige Veränderungen der Außenseite hervor; da schwankt der Pol nur unmerklich, und es häufen sich Jahrtausende, Jahrhunderttausende lang die Einzelvorgänge zu einer allmählich anwachsenden großen Summe ohne jede ernstliche Störung. Kommt aber der Augenblick der Unterbrechung, kommt der großwellige kosmische Einschlag, der damit den kleinwelligen stabilen kreuzt und umwendet, dann geschehen Dinge, die sich unsere so ganz auf die nächste Jetztzeit eingestellte Betrachtungsweise nicht träumen läßt.

Das sind dann die großen erdgeschichtlichen Umwälzungen, die Katastrophen. Da verlegen sich in großem Ausmaß und verhältnismäßig rasch die Meere und Länder; da gibt es ausgedehnte Übersflutungen (Transgressionen) und Rückflutungen (Regressionen) der Meere auf der ganzen Erdoberfläche; da falten sich Gebirge auf und wälzen ihre zuvor in die Tiefe versenkten Gesteinslagen übereinander; da tritt ein jäher Klimawechsel ein, und es kommen Eiszeiten; da werden Trabanten eingefangen, oder es nähern sich der Erde Eismassen aus dem Weltraum und werden aufgesogen. Da können die Pole, die sonst nur wenig und rhythmisch hin und her schwankten, stark aus ihrer Lage gebracht werden, und dies alles ruft Umsetzungen und Umwälzungen hervor, die sich auf die ganze Außenseite der Erde erstrecken und auch das Innerirdische selbst in Bewegung zu setzen vermögen. Wir werden also nicht mehr zweifeln, daß das gesamte erdgeschichtliche Geschehen kosmisch verankert ist, ganz einerlei, ob es sich in ruhig rhythmischer Bahn oder in katastrophaler Unterbrechung und Umbildung befindet.

Obwohl wir mit dieser Auffassung und ihrer Begründung einen neuen Ausblick für die Aufhellung vorweltlicher Zustände und Ereignisse gewonnen haben und obwohl wir damit den richtigen Kern der ursprünglichen geologischen Lehre wieder mit aufgenommen haben, ist es doch nicht alles, was wir von einer neu durchdachten Auffassung des Gesamtgeschehens erwarten müssen. Denn man kann die Natur zwar von außen, man kann sie aber auch von innen her als Ganzes betrachten und wird dementsprechend zu zwei grundverschiedenen Ansichten von den Dingen und Erscheinungen in Zeit und Raum kommen. Denn die Welt ist nicht nur im äußeren Sinn, sondern auch innerlich eine Einheit. So wie man einen Organismus aus Teilen und Einzelorganen aufgebaut ansehen kann und wie man von außen her das Zusammenwirken der Teile mechanisch betrachten kann, so ist es, wenn wir von kosmischen „Einwirkungen“ auf die Erde und ihre Umwandlung sprachen. Aber wenn wir das Wesen des Geschehens in einem Körper erfassen, so werden wir nicht mehr von einer Einwirkung der einzelnen Teile aufeinander reden, sondern begreifen müssen, daß der ganze Organismus als solcher existieren muß, damit überhaupt die als Teile betrachteten Einzelbezirke in ihm in lebendiger Wechselwirkung stehen können. Verläuft auch diese innere Wechselwirkung gewiß unter mechanischen und chemisch physiologischen Vorgängen, so ist dies eben doch nur die unserem nur von außen herantretenden Verstand zugängliche Seite, aber es ist noch nicht das Wesen der Sache. Um dieses zu erkennen, müssen wir zu ganz anderen Überlegungen greifen.

Der Kosmos, die Natur, die sichtbare und unsicht-

bare Seite, ist nie und nirgends Mechanismus schlecht-
hin, so wie es zu methodisch-forscherischem Zweck die
Naturwissenschaft der letzten drei Jahrhunderte immer
einseitiger angenommen hat, um zuletzt nur in sinn-
leeren äußeren Beziehungen steckenzubleiben und
damit zwar sehr reich an technischen Entdeckungen und
Künsten, aber arm an Erkenntnis innerer Wesens-
beziehungen zu werden. Die Natur besteht deshalb
weder aus „äußeren Einwirkungen“ noch gar aus
bloßen „Häufungen“ und „Zusammensetzungen“, son-
dern ist vergleichsweise wie ein Organismus. Es soll
damit gewiß nicht gesagt sein, daß sie so ist wie ein
tierisches oder pflanzliches Wesen; aber sie hat in
irgendeinem Sinn innere latente Leben-
d i g k e i t, und es ist die Außerung solcher „Lebendig-
keit“, wenn irgendwo und irgendwie im Weltall oder
auf einem Stern, also auch auf der Erde, etwas ge-
schieht, und sei es auch nur das Herabrollen eines
Kiefels an einem Hang. Man verstehe nicht falsch,
was wir damit sagen wollen, sondern nehme es als
einen Vergleich, der sagen will, daß in der gesamten
Natur derselbe innere Zustand herrscht wie in einem
Organismus. Wenn wir etwa das Heben des Armes
mittels der Sehnen und Muskeln als einen mecha-
nischen Vorgang beschreiben und auffassen können, so
zeugt dennoch dieser Vorgang von einer inneren Ein-
heit und Lebendigkeit, die trotz allem Mechanismus
und in allem Mechanismus eben stets vorhanden ist
und deren Dasein selbst es erst ermöglicht, daß über-
haupt der Vorgang des Armhebens und der Muskel-
arbeit mechanisch stattfinden kann.

Wenn wir nun auch bei unserem beschränkten Blick
auf die Natur viele Vorgänge gar nicht anders als

„tot“, d. h. als nur mechanisch begreifen können, so
ist dennoch die innere Lebendigkeit des Ganzen da und
wird von uns nur deshalb nicht gesehen, weil wir nicht
den inneren Überblick über das Ganze haben. Es be-
stehen also zwischen allen Dingen und Geschöpfen
innere Entsprechungen, und nirgends im ganzen Welt-
all kann irgend etwas vorgehen, was nicht in allem
anderen irgendwie seine inneren Gegenvorgänge fände.
Ebenso wie in einem Organismus jede noch so geringe
Veränderung in irgendeinem Organ notwendig über-
all seine Mit- und Gegenwirkung findet, weil alles
im Ganzen Eines ist, auch wenn es praktisch und für
unseren eingegrenzten Blick nicht deutlich wird, so ist
es auch in der Natur als Ganzem. Sagt doch schon
der alte Varenius: Wenn ein Teil des Ozeans sich
bewegt, bewegt sich der ganze Ozean — obwohl das
nur mechanisch gemeint war.

Die Naturforschung ist sich erkenntnistheoretisch
gar nicht klar darüber geworden, daß sogar ein Begriff
wie die Schwerkraft, um überhaupt letzten Sinn zu
erhalten, gerade nicht mechanisch faßbar ist, sondern
eben „innere Entsprechungen“ zur Voraussetzung hat.
Als der Begriff Schwerkraft aufgestellt und auf die
Bewegungen der Planeten und sogar der Sterne an-
gewendet wurde, dachte man sich den Weltraum leer
und setzte, um überhaupt verstehen zu können, wie
diese Schwerkraft auf große kosmische Entfernungen
wirken könnte, einen angenommenen Stoff, der doch
wieder kein Stoff sein sollte, den Aether, als Vermitt-
ler ein. Aber der tiefere Sinn der Schwerkraft-
wirkung kann nur sein, daß man mit dem Wort und den
hinzugekommenen Hilfsvorstellungen etwas umschrieb,
wofür man noch keine Denkmöglichkeit hatte: Fern-

wirkung von innen her. Was das heißen soll, macht folgende Überlegung klar. Es ist für uns unvorstellbar, daß zwei, durch einen wirklich leeren Raum getrennte Körper irgendwie aufeinander einwirken könnten, wenn sie in keiner mechanischen oder stofflichen Weise miteinander in Berührung stehen, wenn nichts Stoffhaftes zwischen ihnen vermittelt. Ist aber die Natur irgendwie innere Einheit, so besteht auf einem ganz anderen Weg als dem äußerlich dreidimensionalen eine gegenseitige Beeindruckung und Verbindung von innen her. Darum geschieht nichts, was nicht überall seine Entsprechungen hätte, und die Frage ist nur, ob und wie wir sie im Einzelfall immer bemerken können. Insofern steckt auch in dem Begriff Schwerkraft und Anziehung ein solches verhülltes Element, und wir begreifen, was es heißen will, wenn wir von einem Aufeinanderwirken „von innen her“ auch im kosmischen Geschehen und damit auch im erdgeschichtlichen Geschehen sprachen.

Nur aus dem Bestehen solcher inneren Entsprechungen in der gesamten Natur wird es auch verständlich, warum die Welt ein *K o s m o s* und kein *C h a o s* ist. Wäre alles mechanisch, wäre alles nur Häufung und Aneinandergrenzung von totem Stoff, es wäre alles längst unabänderlich unbeweglich, vorausgesetzt daß es jemals etwas anderes gewesen oder überhaupt je einmal entstanden wäre. Es bleibt also, wenn wir zu einer wahren Erkenntnis der Natur und der in ihr waltenden Kräfte und Beziehungen kommen wollen, nichts anderes übrig, als die entschiedene Wendung des Denkens und der Anschauung nach jener inneren Seite hin zu machen und methodisch innere Beziehungen aufzusuchen. Diese Beziehungen, die auf

innerer Lebendigkeit der ganzen Natur beruhen, müssen, weil dies eben das Kennzeichen alles Wesenhaft-Lebendigen ist, notwendig auch Rhythmus zeigen. Aber nicht Rhythmus im tot mechanischen Sinn, wie ihn ein Uhrwerk hat oder wie man sich, die Natur allzusehr schematisierend, etwa die Planetenbewegungen vorstellt. So wenig wie der, welcher nur auf den Gang des Metronoms hört und ein Musikstück nur auf die formale Takteinteilung hin ansieht, irgend etwas vom Wesen des darin Ausgesprochenen, also von der Musik selbst erfährt, so wenig werden wir etwas vom Wesen des Naturgeschehens erfahren, wenn wir es nur nach einem mechanischen Rhythmus, nur nach der dreidimensionalen Räumlichkeit, nur nach der linearen Zeitlichkeit die Geschehnisse betrachten und nur so einen Rhythmus darin feststellen wollten. Mechanisch erscheinen die Rhythmen in der Natur nur dann, wenn wir sie losgelöst als einzelne Erscheinung betrachten und den inneren Zusammenhang des Ganzen nicht verstehen.

Das ist auch der tiefe Wahrheitskern ursprünglicher *Astronomie*. Es erkannten frühere Menschen und Denker mit einem für das Lebendige, das Seelenhafte in der Natur geweckten Blick die inneren Entsprechungen, die zwischen allem bestehen. Sie erkannten gewisse Grundzustände und Grundprinzipien im Walten der Naturkräfte und sahen, wie die verschiedensten Gestaltungen auf gemeinsam inneren Beziehungen zueinander beruhen und wie man daher aus dem Zustand und den Veränderungen des einen die des andern ablesen kann. Das brachten sie, da die Natur von ungeheurer, unseren Geist stets überwältigender Mannigfaltigkeit ist, auf bestimmte Formeln,

so wie wir etwa die grenzenlose Mannigfaltigkeit der Blumen und Bäume und Tiere in verhältnismäßig wenige Gattungen einteilen. Sie erkannten in den einzelnen Weltkörpern den Ausdruck lebendiger Kräfte des Kosmos, die sich als festzulegende Punkte für ein lebendiges Koordinatennetz des Kosmos eigneten und von denen aus sich nun alle Geschehnisse, soweit sie überhaupt zu überblicken und faßbar waren, eingliedern ließen. Es ist klar, daß eine solche Weltanschauung unmöglich mehr verstanden werden konnte und entarten mußte, als nach und nach an ihre Stelle ausschließlich nur ein von außen herantretender intellektuell-mechanistischer Denzustand trat, den wir mit unserer Naturforschung und Technik nunmehr auf die Spitze getrieben haben, um so uns selbst von jeder inneren lebendigen Erkenntnis der Naturvorgänge auszuschließen. Es wird Aufgabe künftiger, jetzt schon deutlich sich ankündigender Forschungsbewußtheit sein, wieder die alten verschütteten Quellen zu öffnen. Es ist dies zugleich eine wirklich von innen her gesehene Überwindung der nur materialistischen Forschungsweise auch auf dem scheinbar toten anorganisch-physikalischen Gebiet.

Wenn wir die beziehungsvolle Einheit des Weltalls erkennen und uns von diesem Blick auf die innere Grundlage der Forschung führen lassen, so ist dies nicht, wie man wohl vielfach meinte, eine unnütze Ablenkung von einem angeblich allein sicheren, die Dinge zerlegenden und wieder zusammensetzenden Denken, sondern es ist überhaupt der einzig mögliche Weg, das nur stoffhäufende Wissen zu einem Lebens- und Bildungsbesitz zu machen. Alle äußere Wissenschaft, aller äußerer Tatsachengewinn, an sich unentbehrlich, weil

wir sinnenhafte Wesen sind, gründet aber doch selbst wieder nur auf dem Bewußtsein oder dem Glauben an einen tieferen, gesetzmäßig inneren Zusammenhang aller Erscheinungen; sonst wäre geordnete Forschung und Wissenschaft überhaupt nicht denkbar. Somit gilt es, um zu echter Erkenntnis zu gelangen, gerade jenen „Innenraum des Geschehens“ zu suchen und nicht immerzu nur um seine Außenmauern herumzulaufen. Das überzeugendste Beispiel der neueren Wissenschaftsgeschichte für das Erfassen der lebendigen Einheit der Natur ist Kepler, der die Gesetze der Planetenbewegung nicht etwa auf rechnerische Weise schlecht hin fand, sondern dessen Geist gerade aus einer inneren, religiösen Hingabe, aus einem inneren Schauen auf die Harmonie der göttlichen Gesetze im Weltall, eben zur Erfassung dieser Gesetze kam. Und es ist bezeichnend und ist nicht etwa eine bemitleidenswerte Verirrung seines Geistes, daß er gerade von der lebendigen Beziehung des Kosmos zur Erde und zum Leben auf ihr überzeugt und durchdrungen war und in seinem sehr abgeklärten Sinn sich auch mit den echten Grundwahrheiten der Astrologie befaßte. Diese Art des Denkens und Schauens war von je der Forschungs- und Erkenntnisweg aller wahrhaft großen und tiefen Geister in der Geschichte der Menschheit. Auf solchen Einblicken in das innere Leben der Natur beruht daher letztlich alle echte Wissenschaft.



10, -

Inhalt

Vorwort	3
Einleitung	5
1. Die Zeitdauer der erdgeschichtlichen Epochen und die ältesten Erdzeitalter und Formationen	11
2. Kontinent und Ozean	22
3. Die Entstehung der Gebirge und Kontinente .	31
4. Vorweltkontinente und Tiefsee	43
5. Erdgeschichte und Kosmos	57
6. Die kosmischen Entsprechungen	68



Biblioteka Główna UMK



300041629240

Biblioteka
Główna
UMK Toruń

867939

867939

Erdbild und Erdzeitalter. Eine geologische Formationskunde. Von Dr. B. Lindemann. Mit 117 Abbildungen im Text. Nr. 7086-91

Meereskunde. Von Prof. Dr. Adolf Pahde. Mit 3 farbigen Karten, 8 schwarzen Tafeln und 13 Abbildungen im Text. Nr. 5632-34

Das Süßwasser der Erde. Von Prof. Dr. W. Halbsaß. Mit 15 Tafeln und 13 Abbildungen im Text. Nr. 5708-10

Schnee und Eis der Erde. Von Prof. Dr. H. Wieleitner. Mit 16 Tafeln und 26 Abbildungen im Text. Nr. 5521-23

Die Steinkohle, ihr Wesen und Werden. Von Prof. Dr. Henry Potonié. Mit 3 Tafeln und 12 Abbildungen im Text. Nr. 6212-14

Ins Innere des Atoms. Eine gemeinverständliche Darstellung der Elektronen- und der Quantentheorie. Von Hanns Günther. Mit 39 Abbildungen auf 4 Tafeln und im Text. Nr. 6907-9

Die Abstammungslehre. Von Prof. Dr. Kurt Lampert. Mit 12 Tafeln und 9 Abbildungen im Text. Nr. 5241-43

Vom Keim zum Leben. Von Prof. Dr. Kurt Lampert. Mit 12 Tafeln und 13 Abbildungen im Text. Nr. 5501-3

Entwicklung und Brutpflege im Tier- und Pflanzenreiche. Von Prof. Dr. Kurt Lampert. Mit 11 Tafeln und 7 Abbildungen im Text. Nr. 6156 bis 6158

Biblioteka Główna UMK



300041629240