DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Neunter Jahrgang.

15. April 1921.

Heft 15.

Die Alfred Wegenersche Theorie der Entstehung der Kontinente und Ozeane.

Von Bruno Schulz, Hamburg.

Die Frage nach der Geschichte der Kontinente und Ozeane im Laufe der geologischen Zeiträume ist ein außerordentlich umstrittenes Problem. Aus den vielen dasselbe betreffenden Einzelarbeiten beginnt sich das eine als anerkannte Tatsache herauszubilden, daß die Kontinente seit präkambrischer Zeit nur von flachen Meeren, nie von der Tiefsee bedeckt, also stets Hochgebiete gewesen sind und ebenso die Ozeane wenigstens größtenteils stets Tiefgebiete der Erde. Diese Permanenz der Kontinente und Ozeane wird etwas dadurch eingeschränkt, daß geologische, insbesondere paläontologische Tatsachen zu der Annahme zwingen, daß Teile der Kontinentalblöcke miteinander durch Brückenkontinente verbunden gewesen sind, neben anderen ist dies besonders bei Nordamerika und Europa der Fall, zwischen denen die hypothetische Nordatlantis die Verbindung hergestellt haben soll. Die Annahme derartiger Brückenkontinente, deren Versinken unserer Vorstellung große Schwierigkeiten bereitet und im Widerspruch mit geophysikalischen Tatsachen steht, umgeht die neue von *Alfred Wegener* aufgestellte Verschiebungstheorie, die 1912 zuerst veröffentlicht wurde (1) und kürzlich in der zweiten Auflage eines 1915 erschienenen Buches erweitert und eingehender begründet worden ist (2).

Die Entwicklung der Kontinente und Ozeane erfolgte nach dieser Theorie kurz folgendermaßen: Während ihres ursprünglich flüssigen Zustandes ordnete sich das die Erde zusammensetzende Material annähernd nach dem spezifischen Gewichte, die leichtesten Stoffe bildeten die äußerste, zuerst erstarrende Kruste, die schwereren Materialien lagerten sich darunter¹⁾. Diese erste Erstarrungskruste wurde durch uns des näheren unbekannte Kräfte vielfach gefaltet und zusammengeschoben. Diesem entsprach an anderen Stellen ein Aufreißen, wodurch die schwereren Simamassen entblößt wurden und sich also der Gegensatz zwischen den hoch gelegenen,

im Sima schwimmenden Sialschollen und den in den Tiefen zutage tretenden Simaschichten herausbildete. Durch die vielen Gebirgsfaltungen im Laufe der Erdgeschichte wurde die Mächtigkeit der Sialschichten fortgesetzt vergrößert, ihre Oberfläche ständig vermindert, sie bedecken heute nur noch weniger als ein Drittel der Erdoberfläche. *Dieser Prozeß ist heute noch nicht abgeschlossen*, auch jetzt noch sind die Kontinental-schollen in horizontaler Bewegung unter Faltungserscheinungen, worauf die Gestalt der Kontinente und Inseln sowie auch geologische und paläontologische Befunde und weiterhin Veränderungen der geographischen Länge und Breite einiger Orte deuten.

Diese im obigen kurz umrissene Theorie rüttelt an den Grundanschauungen der beteiligten Wissenschaften, und zwar in zwei Punkten, erstens durch die Annahme, daß Kontinente und Tiefseeböden aus verschiedenem Material bestehen und die ersteren im Sima gewissermaßen schwimmen, sowie zweitens, daß die Kontinentalblöcke im Laufe der geologischen Zeitalter große horizontale Wege zurückgelegt haben. Betrachten wir die hauptsächlichsten der hierfür beigebrachten Beweise etwas näher.

Sehen wir bei der Oberflächengestalt der Erde von der reichen Fülle der Kleinformen, insbesondere des Festlandes ab, so treten uns als Großformen die Festlandsblöcke und Tiefseebecken entgegen. Zu den ersteren pflegt man das sie umsäumende bis etwa 200 m Tiefe reichende Gebiet, den sog. Schelf, noch hinzuzurechnen, da der Meeresboden außerhalb meist der 200-m-Tiefenlinie, zuweilen aber auch schon in geringerer oder erst in größerer Tiefe schneller als vorher absinkt. Tun wir dies, so gehören etwa 35 % der Erdoberfläche den Festlandsmassen an, dem Tiefseeboden 56 % und dem diese beiden Gebiete verbindenden Kontinentalabhang (von 200—2400 m Tiefe) weniger als 9 %. Sondern wir auch noch die Kulminationsgebiete der Erde mit über 1000 m Erhebung und die Depressionsgebiete mit Tiefen unter 5500 m aus, so tritt, wie folgende Tabelle und auch Fig. 1 nach *H. Wagner* zeigen, der Gegensatz zwischen der Kontinentaltafel (von 1000 m bis — 200 m) und der Tiefseetafel (von — 2400 m bis — 5500 m) noch schärfer hervor:

(Tabelle siehe nächste Seite.)

Die beiden Großformen der Erdoberfläche, die über ein Viertel der Erde bedeckende Kontinentaltafel mit der mittleren Höhe von 250 m und die über die Hälfte der Erde bedeckende

¹⁾ Die oberflächliche dünne Schicht, die Lithosphäre, wurde von *E. Suß* als das *Sal* bezeichnet, nach den in der uns zugänglichen Erdkruste hauptsächlich vorkommenden Elementen *Silicium* und *Aluminium* (*Wegener* schlägt hier die Änderung in *Sial* vor), die tieferen Schichten der Erdkruste, die Barysphäre, dagegen als *Sima* nach *Silicium* und *Magnesium*, das dort das an Verbreitung zurücktretende *Aluminium* ersetzt.

	Mittelhöhe m	Fläche Millqkm	
Kulminationsgebiet (über 1000 m Höhe)	+ 2150	40	7,8 %
Kontinentaltafel (v. 1000 m Höhe bis 200 m Tiefe) ..	+ 250	138	27,1 %
Kontinentalabhang (von 200 bis 2400 m Tiefe) ..	- 1200	44	8,6 %
Tiefseetafel (von 2400 bis 5500 m Tiefe)	- 4300	267	52,3 %
Depressionsgebiet (unter 5500 m Tiefe)	- 6000	21	4,1 %
Feste Erdkruste	- 2400	510	100 %

Tiefseetafel von der mittleren Tiefe von 4300 m, stehen einander gegenüber! Das Überwiegen von

lung der Tiefseebecken mit Wasser ergebende Massendefekt durch einen Massenüberschuß unterhalb des Tiefseebodens ausgeglichen wird. Man hat angenommen, daß die die Erde bedeckende Lithosphäre unter den Ozeanen eine geringere Mächtigkeit hat und das schwerere Magma näher an die Oberfläche heran reicht als unter den Kontinenten, wodurch sich zwar die an der Erdoberfläche beobachteten Schwereverhältnisse erklären, das Problem der Höhenverteilung aber ungelöst bleibt. Die Wegenersche Hypothese der Entstehung der Ozeane und Kontinente sucht nun beide Probleme zugleich durch die Annahme zu lösen, daß die Tiefseeböden nicht Teile der Lithosphäre, des Sials, sind, sondern bereits aus dem schwereren Material der Barysphäre, dem Sima, bestehen und die leichteren Festlandsmassen in dem schwereren Sima wie

Fig. 1. Hypsographische Kurve der festen Erdrinde.
(Die Flächenangaben gelten nur für die heutige hypsographische Kurve.)

Fig. 2. Die beiden Häufigkeitsmaxima der Höhen nach A. Wegener.

zwei Höhenstufen in der festen Erdkruste wird noch deutlicher, wenn wir die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Höhenstufen von 100 m Mächtigkeit untersuchen. Es ergibt sich die in Fig. 2 dargestellte prozentische Verteilung. Zwei Häufigkeitsmaxima der Höhen sind vorhanden, und zwar liegen sie in etwa 100 m Höhe und 4700 m Tiefe. Wodurch ist diese eigenartige Lagerung der Massen der festen Erdkruste bedingt? Die Frage gewinnt noch an Interesse, wenn wir die Ergebnisse der Schweremessungen mit in den Kreis der Betrachtungen ziehen. Auf den Ozeanen ausgeführte Beobachtungen haben nämlich ergeben, daß trotz der mächtigen, spezifisch leichten ozeanischen Wassermassen die durch die Erde ausgeübte Anziehung die gleiche ist wie in gleicher Höhe über den Kontinenten. Dies ist nur dadurch möglich, daß zwischen kontinentalen und ozeanischen Gebieten Druckgleichgewicht „Isostasie“ herrscht, also der sich durch Ausfüll-

Eisflächen im Wasser schwimmen. Hierdurch würde sich allerdings die Isostasie wie auch das festgestellte auffällige doppelte Häufigkeitsmaximum ungezwungen erklären.

Wenn die spezifischen Gewichte des Sial und des Sima bekannt sind, ist man sogar in der Lage, die Mächtigkeit der Kontinentalschollen zu berechnen. Hierbei muß man sich vergegenwärtigen, daß die uns am häufigsten entgegentretenden Sedimente wie Sandsteine, Kalke, Tone usw. ihrer Masse nach für die Zusammensetzung der Festlandsblöcke nur eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle spielen. Die Sedimentdecke, welche durch die genannten Gesteine gebildet wird, hat nur die vergleichsweise geringe Mächtigkeit von Null bis etwa 10 km. Unter ihr und an vielen Stellen der Erde auf weiten Flächen der Festlandsmasse zutage tretend befinden sich die archaischen Gesteine, deren Hauptvertreter der Gneis ist, sie sind an Kieselsäure verhältnismäßig

reich. In größeren Tiefen, aus denen wir durch aufsteigende Eruptionsmassen Kenntnis haben, überwiegen weniger saure Gesteine, Vertreter des „Sima“. Für das spezifische Gewicht der sauren sialischen Gesteine gibt *E. Kayser* die Werte 2,3 bis 2,7, der basischen simischen Gesteine 2,7—3,2 an. *Wegener* nimmt bei seinen Betrachtungen für die gesamten Sialschollen das höhere mittlere spezifische Gewicht 2,8 an, da die untersuchten Proben der Erdoberfläche entstammen und eine Zunahme des spezifischen Gewichts mit der Tiefe anzunehmen ist, für die in gleicher Höhe mit den Kontinentalschollen unter den Ozeanen befindlichen Simaschichten dagegen das verhältnismäßig niedrige mittlere spezifische Gewicht von 2,9, weil die uns zugänglichen simischen Gesteine großen Tiefen, nämlich der Unterseite der Kontinentalblöcke, entstammen dürften, für die größere spezifische Gewichte als für die in gleicher Tiefe mit den Kontinentalschollen gelegenen Simaschichten anzunehmen ist. Für größere hier nicht in Betracht kommende Tiefen wird, wie in den Kontinentalschollen, eine Zunahme der Dichte anzunehmen sein, da aus der Diskussion der Erdbebenbeobachtungen für den etwa 1500 km mächtigen Silikatmantel der Erde eine mittlere Dichte von 3,4 folgt. Bei Benutzung der von *Wegener* angenommenen Werte ergibt sich für die Mächtigkeit der sialischen Kontinentalmassen bei Erfüllung der Bedingung des Druckgleichgewichts im Niveau der Unterseite des Sials ein Wert von 91 km. Dies Ergebnis ist naturgemäß sehr unsicher, da es völlig von den zugrunde gelegten spezifischen Gewichten abhängt (nimmt man z. B. für das Sima statt 2,9 den Wert 3,0, so ergibt sich eine Mächtigkeit des Sials von 48 km). Der Wert 91 km stimmt der Größenordnung nach vortrefflich mit den auf anderem Wege gewonnenen Vorstellungen überein, indem *Hayford* aus Lotabweichungen für die Tiefe der Ausgleichsfläche des Drucks, die der Tiefe des unteren Randes der Kontinentalmassen entsprechen würde, 114 km fand und *Helmert* auf ähnliche Weise 120 km, *Wiechert* errechnete, aus Eigenschwingungen der Lithosphäre deren Mächtigkeit zu weniger als 100 km. Da die Bedingung des isostatischen Gleichgewichts für die Hochländer größere, für die Schelfgebiete kleinere Mächtigkeitswerte verlangt, dürften die von *Wegener* angegebenen ungefähren Grenzwerte für die Mächtigkeit der Kontinentalmassen von 50 und 200 km wohl das Richtige treffen.

Da das Sial ursprünglich die ganze Erde umzog, jetzt aber nur ein Drittel ihrer Oberfläche bedeckt, muß, wenn wir heute eine mittlere Mächtigkeit von 100 km annehmen, ihre Dicke einst etwa 30 km betragen haben. Die hypsographische Kurve bildete zu gleicher Zeit eine Horizontale (vgl. Fig. 1). Durch den Zusammenschub der sialischen Rinde verdickte sich diese, es traten Höhenunterschiede zwischen den Sialschollen und dem zutage tretenden Sima auf, die aber zunächst noch gering waren, die weitere Entwicklung ist

durch den heutigen Zustand charakterisiert. In sehr fernen Zeiten werden nach der Verschiebungstheorie die Sialschollen durch fortgesetzten Zusammenschub weiterhin an Oberfläche ab-, aber an Mächtigkeit zunehmen, sie werden sich höher aus dem Sima, in dem sie schwimmen, emporheben, und die hypsographische Kurve wird etwa die Form haben wie durch die punktierte Linie der Fig. 1 dargestellt. Diese Veränderungen der hypsographischen Kurve stimmen, sowohl was die Abnahme der Landoberfläche wie die wachsende Steilheit des Kontinentalrandes betrifft, zu den jetzt herrschenden geologischen Anschauungen, die *W. Soergel* (3), ein Gegner der Verschiebungstheorie, folgendermaßen zusammenfaßt: „Im Gebiet der heutigen Ozeane müssen zu allen Zeiten die großen Sammelbecken gelegen haben, und zu allen Zeiten sind die heute bestehenden Kontinente eben Kontinente gewesen. Die Änderungen aber, die sich nachweislich vollzogen haben, zeigen uns deutlich die Tendenz, die das Verhältnis der ozeanischen zu den kontinentalen Räumen beherrscht. Nicht nur durch wiederholtes, einmal hier, einmal dort einsetzen des Zusammenfaltens der Schichten hat die Fläche der Kontinente eine Verkleinerung erfahren, sie ist auch vermindert worden durch das Absinken größerer und kleinerer Schollen in ozeanische Tiefen. Denn diesem Verlust steht kein Gewinn gegenüber. Abgesehen von vier ganz beschränkten Vorkommen von tertiären Tiefseebildungen auf Inseln am heutigen Kontinentalrand, kennen wir auf den Kontinenten keine Gebiete, die durch das Vorhandensein von Tiefseesedimenten ein Aufsteigen dieser Gebiete aus ozeanischen Tiefen vertragen. Der Austausch ist ein vollkommen einseitiger, bei dem die Kontinente seit jeher nur verloren, die Ozeane nur gewonnen haben. — Und noch eine zweite, dieser ersten verknüpfte Tendenz beherrscht die Entwicklung des Erdreliefs: die zunehmende Steilerstellung des Kontinentalrandes . . . In früheren Erdperioden kann der Übergang vom kontinentalen in das ozeanische Gebiet kein so unmittelbarer, plötzlicher gewesen sein wie heute, flacher absinkende Schelfe müssen allmählich die Hochgebiete der Kontinente in die Tiefengebiete der Ozeane übergeleitet haben. Diese flach abfallenden Schelfe haben den steilen Abstürzen weichen müssen . . ., aus ozeanischen Wannen, die auf flacheren kontinentalen Buckeln ausliefen, haben sich tiefere Tröge zwischen hochragenden Blöcken entwickelt.“

In seinen gegen die Verschiebungstheorie gerichteten Schriften hat *W. Soergel* (3, 4) das erwähnte wichtige Gesetz der jetzigen Verteilung der Höhen auf der Erde und der langsamen Veränderung im Laufe der geologischen Zeitalter auf andere Weise zu deuten versucht, indem er anführt, daß die Kontinente gegen die Ozeane ganz überwiegend durch Brüche und Flexuren begrenzt sind, wodurch „das Vorhandensein zweier, von dem mittleren Krustenniveau sich ungefähr gleich weit entfernender Niveaumaxima ganz selbstver-

ständig“ sei. Haben die Kontinente diese Begrenzung, so ist zwar das seltene Vorkommen des mittleren Krustenniveaus nicht verwunderlich, unerklärt bleibt aber, weshalb die beiden oberhalb und unterhalb des mittleren Krustenniveaus vorhandenen Maxima so ausgeprägt sind (vgl. Fig. 2). Unbekannt bleibt die Ursache, weshalb durch die die Kontinente begrenzenden Brüche der Niveauunterschied zwischen den kontinentalen und ozeanischen Erdschollen so überwiegend gerade etwa 5000 m beträgt. Dieser Erklärungsversuch vermag die Wegenersche Deutung nicht zu ersetzen. Später hat *Soergel* die folgende auf Kontraktions-¹⁾ und Tetraedertheorie²⁾ sowie auf die aus den Versuchen von *Tammann* folgende Tatsache, daß Silikatschmelzen bei der Abkühlung zunächst eine Volumenzunahme und dann eine Volumenabnahme erfahren, gegründete Erklärung gegeben (3). Durch fortschreitende Abkühlung verfestigte sich die äußerste Schale, zunächst unter Volumenvermehrung, später aber fortschreitender Verminderung des Volumens, wodurch sie schließlich zu eng für die ganze Kugel wurde, zerriß und die einzelnen Rindenteile erneut von flüssigen Massen überflutet wurden, bis sich endlich eine ständig feste Erdkruste bildete. Bei weiterer Zunahme der Abkühlung gelangten auch die unter der Panzerdecke befindlichen Massen, schematisch als zweite Schale bezeichnet, nach vorübergehender Volumenvermehrung in den Zustand der Volumenabnahme. Die Schale wurde zu eng sowohl für die eingeschlossene Kugel wie für die auf ihr ruhende Panzerdecke. Spaltungen, Klüftungen und Zer-

¹⁾ Nach der Kontraktionstheorie vermindert sich das Volumen der Erde ständig wegen der Wärmeabstrahlung in den Weltraum, ein Vorgang, den man sich aber wegen der bei fortschreitender Abkühlung wechselnden Volumenänderungen der Silikate sehr verwickelt denken muß. Diese Kontraktion der Erde, die lange als Axiom galt, ist neuerdings angezweifelt worden, indem infolge der Eigenschaften des Radiums verhältnismäßig geringe Mengen davon genügen, die Temperatur der Erde unverändert zu erhalten. Mindestens muß aber als sehr wahrscheinlich angesehen werden, daß durch die infolge des Radiumzerfalls freiwerdende Wärme die Kontraktion der Erde so langsam fortschreitet, daß sie für die Gebirgsbildung nicht die ausschlaggebende Bedeutung hat, wie man lange Zeit annahm.

²⁾ Nach der Tetraedertheorie sucht die Erde infolge der Volumenverminderung durch Abkühlung die Gestalt des Körpers anzunehmen, der bei denkbar größter Oberfläche den kleinsten Raum einnimmt, dieser ist das Tetraeder, eine dreiseitige Pyramide mit gleichen Kantenlängen. Drei Ecken und die diese verbindenden Kanten liegen rings um den Nordpol, die vierte Ecke im Südpol, von dieser strahlen drei meridionale Kanten im Abstände von 120° nach den drei im Norden liegenden Ecken aus. Die Kanten bedeuten nach der Tetraedertheorie Erhebungslinien auf der Erde, die Tetraederflächen dagegen Senken. Tatsächlich finden wir im Nordpolargebiet ein tiefes Meer, das rings von einer im wesentlichen geschlossenen Landmasse umgeben ist, am Südpol dagegen eine hohe Landmasse. Europa-Afrika, Asien-Australien, Nord- und Südamerika liegen annähernd auf den meridional verlaufenden Erhebungslinien. Im übrigen führt diese Theorie aber zu mancherlei Widersprüchen.

rungen in der zweiten Schale mußten eintreten. Die erste Schicht sank nach, und zwar besonders in den Gebieten, in denen die innere Schale durch Zerrung und dadurch Verminderung der Mächtigkeit die durch Volumenverminderung bedingte Verkleinerung der Oberfläche auszugleichen suchte. Es entstanden dort Senkungsfelder, unter denen das Material der zweiten Kugelschale offenbar in geringerem Maße vorhanden ist als unter den weniger gesunkenen Teilen der äußeren Schale. Herrscht nun ein Prinzip, das wie bei der Tetraedertheorie die Lage der Kontinente und Ozeane bestimmt, so werden die Stellen, in denen die schrumpfenden Kugelschalen Zerrungen und Dehnungen erleiden, annähernd die gleichen bleiben. Es ergeben sich dann aus der Schrumpfung *Senkungsfelder*, an deren Boden die erhärteten Massen der einzelnen Kugelschalen — bis auf die erste — eine geringere als die Durchschnittsmächtigkeit besitzen, deren Boden dem Wirkungsbereich endogener Kräfte relativ nahe liegt, und dann *Hochgebiete*, an deren Aufbau sich die einzelnen Kugelschalen mit mächtigeren Massen beteiligen. Diese Hypothese setzt unbedingt die Gültigkeit der Tetraedertheorie für die ältesten Zeiten der Erde voraus, was von den Geologen entschieden abgelehnt wird (*Dacqué* [5]) sowie auch die Kontraktionstheorie, gegen welche gewichtige Einwände sich mehrten (6). Die obige Erklärung kann man nicht als befriedigend bezeichnen. Die vergleichsweise ungezwungene Erklärungsmöglichkeit des wichtigen Gesetzes der Verteilung der Höhen auf der Erde sowie der Veränderung der hypsographischen Kurve im Laufe der Erdgeschichte darf demnach als gewichtige Stütze der Wegenerschen Anschauungen angesehen werden. —

Die Verschiedenheit des Materials der Tiefseeböden und Kontinente muß sich, wenn wirklich vorhanden, auch noch in anderer Weise zeigen, so insbesondere im Verhalten gegenüber den Erdbebenwellen. Mit der Verschiedenheit der Dichte muß eine solche der Elastizitätskonstanten einhergehen und es muß sich für Oberflächenwellen in ozeanischen Gebieten eine andere Geschwindigkeit ergeben wie im Gebiet der Kontinente. Diese von *A. Wegener* vermutete Erscheinung hat nun jüngst *E. Tams* tatsächlich nachgewiesen (7). *Tams* benutzte für seine Untersuchung 38 Beben, deren Oberflächenwellen an Stationen rings um den Stillen Ozean aufgezeichnet worden sind, nämlich in Honolulu, Apia, Christchurch, Wellington, Batavia, Manila, Taihoku, Zikawei, Tokio, Kobe, Osaka, Tsingtau, Sitka, Victoria, Berkeley, Tacubaya, und 20 Beben, bei denen die Geschwindigkeit der Oberflächenwellen auf dem Wege durch die eurasiatische bzw. amerikanische Kontinentalmasse untersucht wurde, benutzt wurden die Aufzeichnungen der Stationen Hamburg, Göttingen, Jena, Potsdam und Albany, Baltimore, Cheltenham, Ottawa, Tacubaya, Toronto, Washington. Das Ergebnis ist:

$v = 3,897 \text{ kmsec}^{-1} \pm 0,028 \text{ m F.}$ für den pazifischen Boden,

$v = 3,801 \text{ kmsec}^{-1} \pm 0,029 \text{ m F.}$ für kontinentalen Boden.

Unterschiede in dem von der Verschiebungstheorie geforderten Sinne scheinen demnach tatsächlich vorhanden zu sein.

Leider sind wir nicht durch Beobachtungen über die Beschaffenheit des die Ozeane unterlagernden Gesteins unterrichtet. Anstehendes Gestein hat man in der Flachsee wohl an einigen Stellen untersuchen können, aber es handelt sich fast ausschließlich um Funde auf dem europäischen Schelf. In einem Falle, 1898, gelang es, etwa 900 km nördlich der Azoren in etwa 3100 m Tiefe in einem Gebiet mit unruhigem Relief mit der Grundzange einige Sedimentbrocken, nämlich glasige Basaltlava, von den felsigen Gipfeln hochzubringen. Da das unruhige Relief besondere Störungen vermuten läßt, wird sich nach diesem Funde nicht verallgemeinern lassen. Über die Zusammensetzung des Felsgerüsts der ozeanischen Becken wissen wir tatsächlich nichts, und wir haben auch keine Aussicht, darüber etwas zu erfahren, da wir keine Methoden besitzen, das unter dem Sediment befindliche Gestein heraufzubekommen. Wir kennen nur in großen Zügen die Verbreitung der Sedimente, von denen natürlich insbesondere die landfernen Tiefseeablagerungen, die sog. eupelagischen Sedimente, in Betracht kommen. Ihre Verbreitung ist in folgender Tabelle angegeben (nach *Andrée* [8]).

Verbreitung der eupelagischen Sedimente in Millionen qkm und in Prozentanteilen jeweilig für den gesamten Ozean.

	Atlant. Ozean		Indischer Ozean		Stiller Ozean		Gesamt-ozean
	Mill. qkm	%	Mill. qkm	%	Mill. qkm	%	Mill. qkm
Globigerinenschlamm.....	48,54	53,4	37,66	53,3	42,34	26,5	128,54
Pteropodenschlamm.....	0,36	0,4	0,06	0,1	0,31	0,2	0,73
Roter Tiefseeton	13,82	15,2	11,39	16,1	75,00	47,0	100,21
Radiolarienschlamm.....	—	—	1,59	2,3	8,52	5,5	10,11
Diatomeenschlamm.....	4,55	5,0	12,02	17,0	9,29	5,9	25,86

Globigerinenschlamm, roter Tiefseeton und Diatomeenschlamm bedecken hiernach die weitaus größten Flächen des Bodens der Tiefsee. Abgesehen vom roten Ton setzen sich die Tiefseesedimente vorwiegend aus Resten von Lebewesen zusammen und können uns keinesfalls über das die Tiefsee unterlagernde Felsgerüst Auskunft geben. Doch möchte die Verschiebungstheorie den roten Ton als Zeugen für die „simische Natur“ des Tiefseebodens betrachten. Die jetzt herrschende Ansicht über die Entstehung des Roten Tones ist

nach *Andrée* die zuerst 1877, von *J. Murray* vertreten, „daß der Rote Ton als Zersetzungsprodukt von tonerdehaltigen Silikaten und Gesteinen anzusehen ist, die durch subaerische und submarine Vulkanausbrüche über den Meeresboden ausgebreitet wurden und dort unverdünnt in Erscheinung treten, wo sie durch die Reste kalkschaligen Planktons nicht mehr maskiert werden. In zweiter Linie kommt aber auch die in einer Art kolloidalen Zustandes verbreitete, feinste tonige Materie chersogener Herkunft in Betracht.“ *A. Wegener* tritt diesem Erklärungsversuch entgegen, indem er äußert, „wenn wirklich die ungeheuren Flächen der Tiefsee in solcher Weise mit Vulkanaschen überlagert wären, dann müßte dieser Aschenregen doch wohl größere Spuren auch auf dem Lande hinterlassen haben — —“, und „wenn es bloße Ausbrüche sind, wie sie auch auf dem Festlande sich vollziehen, warum bedecken diese Produkte auf dem Tiefseeboden so ungeheure Flächen? Viel einfacher und natürlicher ist unsere Annahme, daß der Tiefseeboden grundsätzlich aus diesem Material besteht.“ Damit scheint jedoch das Problem noch nicht gelöst, denn wenn wirklich unter der Tiefsee simisches Gestein ansteht, woher kommt es dann, daß die oberste, der Beobachtung zugängliche Schicht eine derart feinkörnige tonige Beschaffenheit hat? Man sollte doch, wenn es sich um das anstehende simische Gesteinsmaterial handelt, festeres Gestein erwarten. Die bisherige Ansicht, daß es sich um die Ablagerung vulkanogenen Materials handelt, wird den tatsächlichen Verhältnissen mehr gerecht. Die Tatsache, daß das Material von, wie anzunehmen, relativ seltenen Eruptionen so weite Flächen bedeckt, wird verständlich, wenn man bedenkt, daß es sich um ganz außerordentlich langsame Absätze handelt, wofür die Anhäufung von kosmischen Partikeln spricht, weiter die intensive Zersetzung vulkanischer Komponenten und eine Anzahl von Neubildungen, wie Manganknollen und Phillipsiten. Zu alledem kommt die Beimengung von Resten ausgestorbener Organismen, welche trotz dieses Alters von den Sedimenten noch nicht völlig eingedeckt worden sind. Der Sedimentcharakter des Roten Tiefseetones kann nicht in Frage gestellt werden. Die uns über die Geologie des Meeresbodens bekannten Tatsachen liefern keinen Anhaltspunkt dafür, daß unter der Tiefsee sialische Gesteine fehlen.

Einen weiteren für die simische Natur der Tiefseeböden sprechenden Beweis erblickt *A. Nipoldt* im magnetischen Verhalten der Erde. Aus der Lage der magnetischen Pole zu den Rotationspolen der Erde muß geschlossen werden, daß unter den Ozeanen eisenhaltigeres Gestein liegt als unter den Kontinenten, so daß bei der anzunehmenden mit der Tiefe erfolgenden Zunahme des Eisengehaltes in der festen Erdkruste unter den Ozeanen eine tiefere Schicht der Erde zutage treten müßte. Wichtig ist weiterhin noch, daß die magnetischen Eigenschaften bei der Tempe-

ratur der Rotglut, die bereits in etwa 15 bis 20 km Tiefe anzunehmen ist, verschwinden, so daß gerade die obersten simischen Schichten unter der Tiefsee für das magnetische Verhalten der Erde maßgebend sein müßten. Doch wird man hierbei beachten müssen, daß die magnetischen Eigenschaften des Eisens zwar bei gewöhnlichem Druck bei Rotglut verschwinden, wie es aber bei den höheren Drucken, wie wir sie in den in Betracht kommenden Tiefen haben, sich verhält, weiß man nicht. Verschwinden die magnetischen Eigenschaften bei hohen Drucken erst bei höheren Temperaturen, was sehr wohl denkbar ist, so könnte das geforderte magnetische Verhalten auch bei nur dünner sialischer Decke in ozeanischen Gebieten vorhanden sein.

Weiterhin zieht *Wegener* die Schlichtheit des Tiefseebodens als Stütze dafür heran, daß dieser aus anderem Material besteht wie die Kontinente, indem die Schlichtheit für eine größere Plastizität und einen höheren Grad von Flüssigkeit der Tiefseeböden sprechen soll. Es ist nicht zu leugnen, daß der Tiefseeboden tatsächlich einheitlichere Formen hat als die Kontinentalflächen, doch wird man besonders wegen der geringen Kenntnis vom Relief des Bodens der Tiefsee heute kaum entscheiden können, ob dies nicht allein erklärt werden kann durch das Fehlen der Tätigkeit des Wassers und der übrigen die Gesteine auf den Kontinenten zerstörenden und ständig umlagernden Ursachen sowie durch eine größere Einheitlichkeit der sialischen Decke unter den Ozeanen infolge des Fehlens der Sedimentschicht und endlich den nivellierenden Einfluß der Tiefseesedimente.

Nach allem muß man diesen ersten Punkt der Wegenerschen Hypothese, daß der Boden der Tiefsee aus Material größeren spezifischen Gewichtes besteht als es die Kontinentalblöcke besitzen, als mit den herrschenden Anschauungen in Einklang bringbar bezeichnen, das doppelte Maximum in der Häufigkeit der Höhenstufen und die Veränderung der hypsographischen Kurve im Laufe der geologischen Zeiträume sprechen durchaus dafür, auch die Geschwindigkeit der Erdbebenoberflächenwellen; die übrigen betrachteten Gesichtspunkte lassen gewichtige Tatschengruppen als vereinbar mit der Verschiebungstheorie erscheinen, bringen keine einwandfreien Beweise dafür, aber, was besonders hervorgehoben werden muß, auch keinerlei Gegenbeweise.

Zur Beurteilung des zweiten wichtigen Gesichtspunktes der Verschiebungstheorie, nämlich der horizontalen Verschiebbarkeit der Kontinente, ist es durchaus erforderlich, sich die räumlichen Verhältnisse zu vergegenwärtigen, nämlich daß für den Silikatmantel der Erde eine Mächtigkeit von etwa 1500 km anzunehmen ist, die darauf schwimmenden Kontinentalblöcke aber nur die vergleichsweise geringe Mächtigkeit von etwa 100 km haben, daß ferner die Verschiebungen ganz außerordentlich langsam vor sich gegangen

sind. Nach den natürlich sehr unsicheren, aber doch die Größenordnung zeigenden Berechnungen von *Königsberger* sind seit Beginn des Tertiärs 15 Millionen Jahre, seit Beginn des Diluviums $\frac{1}{2}$ —1 Million Jahre verflossen. Trotzdem bereitet die Vorstellung von der Verschiebbarkeit der starren Kontinentalblöcke in dem gleichfalls starren Sima große Schwierigkeiten und ist von Geologen (erst jüngst von *Quiring* [9]) als unmöglich bezeichnet worden. Bedenkt man jedoch die hohen Drucke, die in größeren Tiefen herrschen, sowie die dortigen hohen Temperaturen, außerdem, daß z. B. Eis und Siegelack sowie Stahl, dessen Zähigkeit sogar achtmal größer ist als die des Silikatmantels der Erde, bei hohen Drucken nicht starr sind, sondern zu fließen beginnen, so erscheint die Verschiebbarkeit des Sials im Sima nicht durchaus unmöglich.

Wegener bringt nun eine reiche Fülle von Tatsachen, die ihm dafür sprechen, daß eine solche Verschiebung der Kontinentalmassen tatsächlich stattgefunden hat. Besonders auffallend ist der Parallelismus in großen Zügen zwischen dem Ost- und Westrande des Atlantischen Ozeans. Nach der Verschiebungstheorie haben die den Ozean im Osten und Westen begrenzenden Kontinentalmassen früher zusammengehungen, im Eocän etwa in der in Fig. 3 dargestellten Weise⁴⁾, und hat sich die jetzige Gestalt der Kontinente durch Bewegung Amerikas nach Westen gebildet, was gleichzeitig infolge des Widerstandes, den das Sial im Sima fand, zur Auffaltung der andinen Ketten an der Westseite Amerikas führte. Hierbei hat sich Südamerika wesentlich früher von Afrika getrennt als Nordamerika von Europa. Der erste, die Trennung von Südamerika und Afrika einleitende Grabenbruch hat sich etwa in der Unterkreide gebildet, während Neufundland und Irland noch fast während der ganzen Eiszeit zusammengehungen haben. Auf der Rekonstruktion sind die Landmassen nicht ganz die gleichen wie heute. Labrador ist stark nach Nordwesten gedreht, und es wurde angenommen, daß bei der späteren Westwärtsbewegung des amerikanischen Kontinents vor dem Zerreißen eine Dehnung und Zerreißung der Erdschollen eintrat, wodurch sich Neufundland mit der Neufundlandbank unter Drehung um etwa 30° von der Kontinentalmasse loslöste und ganz Labrador zurückblieb, die vorher geradlinige Bruchlinie St. Lorenzstrom—Belle-Isle-Straße erhielt dadurch ihre jetzige S-förmige Biegung. Außerdem hat Südamerika eine Drehung um etwa 45° erfahren.

Im Gegensatz zu den früheren Veröffentlichungen nimmt *Wegener* jetzt, wahrscheinlich durch die Kritik von *Soergel* veranlaßt, an, daß die Spalte zwischen Nordamerika und Nordafrika-Pyrenäenhalbinsel sich schon sehr früh gebildet

⁴⁾ Am besten werden für das Folgende auch noch die in Betracht kommenden Karten aus einem Atlas herangezogen.

hat. Hierfür spricht, daß das Atlasgebirge auf amerikanischer Seite keine Fortsetzung findet. Der keilförmige, 5000 m tiefe Teil des Golfes von Biscaya wird als eine Spalte betrachtet, bei deren Bildung sich Spanien um das Ostende der Pyrenäen drehte. Die Zusammenschiebung infolge dieser Drehung ist Ursache der Verbreiterung der

- Algonkische Faltung.
- ++++ Kaledonische Faltung.
- ==== Armorikanische Faltung.
- // Streichungsrichtung der Gebirge in Südamerika und Afrika.
- ==== Sima, Flächen ohne Schraffur: Sial.

Fig. 3. Lage der atlantischen Kontinentalschollen im Eocän nach A. Wegener.

Pyrenäen im Osten und der Ausbauchung der Küstenlinie an dieser Stelle. Daß die Nordküste von Spanien kürzer ist als der gegenüberliegende Rand der Biscayaspalte, wird auf eine vor der endgültigen Trennung stattgefundene Dehnung des nördlich gelegenen Schelfgebietes zurückgeführt, die ja für die Verlagerung von Labrador bereits herangezogen wurde und auf die auch das Versinken bis dahin landfester Teile wie der

Nordsee und des Kanals zurückgeführt wird. Bei dem südlich sich anschließenden Gebiet ist die Kongruenz bis in viele Einzelheiten außerordentlich überraschend. Zwischen Südafrika und der südlichen Hälfte von Südamerika wird ebenfalls eine schon ältere Spalte angenommen. Das schmale Verbindungsstück zwischen Südamerika und der Westantarktis ist bei der Westwärtsbewegung der Kontinentalmassen stecken geblieben, das auseinandergezogene Verbindungsglied bildet jetzt den stark nach Osten gebogenen Inselkranz Feuerland, Südorkney-, Sandwichinseln und Südgeorgien. Auch die Antillen bilden eine solche nach Osten zurückgebliebene Inselkette, von der die kleineren Glieder, die kleinen Antillen, am weitesten zurückgeblieben sind, die größeren Inseln wie Kuba, Haiti, Jamaica in weit geringerem Maße. Besonderes Interesse verdient in diesem Zusammenhange der mittelatlantische Rücken, der den Atlantischen Ozean von Nord nach Süd durchzieht unter Wahrung etwa gleichen Abstandes von den Kontinenten im Osten und Westen. Dieser ist nach der Verschiebungstheorie als Sohle des zunächst entstandenen schmalen, die Bildung des Atlantik einleitenden Grabens anzusehen, die mit abgesunkenem kontinentalem Material erfüllt war. Bei der Westwärtsbewegung Amerikas dehnte sich dieses Material nicht wie die östlich und westlich zutage tretenden Simaschichten und blieb erhalten, ebenso wie Ablagerungen aus kontinentalem Material, die in den sog. Tiefseesanden mitten im Ozean gefunden wurden und eine außerordentliche Merkwürdigkeit darstellen. Da der Habitus dieser Ablagerungen durchaus auf Bildung in Ufernähe schließen läßt, leitete sie *Philippi* von submarinen Berggipfeln her. Diese Erklärung ist kaum befriedigender als die vom Standpunkte der Verschiebungstheorie. Schwierigkeiten bereitet aber für beide Erklärungsversuche im gleichen Maße, daß diese Tiefseesande nicht nur am Rande der mittelatlantischen Schwelle, sondern auch in der Kapmulde sowie im westlichen Indischen Ozean vorkommen; auch muß man erwarten, daß auf der mittelatlantischen Schwelle unter einer dünnen Decke eupelagischer Sedimente weit verbreitet kontinentales Material zu finden ist, wofür wir aber bislang keine Beweise haben.

Nicht weniger überraschend als die Parallelität des Küstenverlaufes sind die Gemeinsamkeiten in den großen Zügen des geologischen Baus östlich und westlich des Atlantischen Ozeans. Die wichtigsten sind die folgenden:

1. In Nordwestgrönland und Grinnelland deutet die Grenzlinie zwischen den Trias- und Devonbildungen auf eine Blattverschiebung zwischen beiden Gebieten, und zwar hat hierbei die Bewegung von Grinnelland eine ausgesprochene Südkomponente. Hiermit übereinstimmend deutet auf eine frühere Bewegung Nordamerikas nach Süden die Form der kalifornischen Halbinsel, die in ihrer Spitze zusammengestaucht erscheint, und

dafür, daß diese Bewegung noch heute andauert, spricht die Erdbebenspalte bei San Francisco, bei der sich nachweisen ließ, daß das östliche Gebiet gegen die westliche Randzone nach Süden verschoben ist.

2. Das algonkische Gneisgebirge der Hebriden und Nordschottlands setzt sich in Labrador fort. Der genannte Gebirgszug bildete vor der Verschiebung Amerikas eine ununterbrochene Linie.

3. Das am Ende des Silurs entstandene kaledonische Gebirge, das in Norwegen, Schottland, Wales und Irland nachgewiesen ist, hat an der von der Verschiebungstheorie geforderten Stelle eine Fortsetzung in Neufundland.

4. Die Fortsetzung des armorikanisch-variscischen Gebirgssystems findet sich auf amerikanischer Seite in den dortigen Kohlengebieten, auch in der zu fordernden Lage.

5. Die diluvialen Vereisungsgebiete Nordamerikas und Europas bildeten vor der Verschiebung ein einheitliches Gebiet, dessen Äquatorialgrenzen auf der Rekonstruktion eine ununterbrochene Linie bilden.

6. Zeigt sich beim Zusammenhang von Südamerika und Afrika in der in Fig. 3 dargestellten Weise ein auffälliger Parallelismus in der Streichungsrichtung der Gebirge am Niger und im Kamerungebiet einerseits sowie in Guyana und Brasilien andererseits.

7. Die Zwartone Berge in Südafrika mit im wesentlichen ostwestlicher Streichrichtung treffen nach Rekonstruktion auf die gleichaltrigen Sierran südlich von Buenos Aires.

Diese Tatsachen sind sehr schwerwiegender Art. Wohl könnte man daran denken, daß z. B. zur Zeit der armorikanisch-variscischen Gebirgsfaltung die Bedingungen so lagen, daß in Nordamerika ein entsprechendes Gebirgssystem entstand, obwohl es ein eigenartiger Zufall wäre, daß nach der Zurückschiebung Amerikas an Europa beide Gebirgszüge einen einheitlichen Gebirgszug bilden. Ein undenkbarer Zufall aber ist es, daß auch die übrigen einander entsprechenden Gebirge im Osten und Westen des Atlantischen Ozeans in der jetzigen großen Entfernung voneinander gerade an dem Ort und mit der Streichungsrichtung entstanden sind, daß sie nach Rekonstruktion der zusammenhängenden Kontinentalmasse vor der Entstehung des Atlantischen Ozeans einander genau fortsetzende Gebirgszüge bilden. Hier ist allerdings eine einfachere Erklärung als durch die Verschiebungstheorie nicht gut denkbar. Wir haben hier unverkennbar eine starke Stütze der Wegenerschen Anschauungen.

Nach von Geologen und Paläontologen verfochtener Ansicht hat bis zum Beginn des Tertiärs zwischen dem mit Afrika zusammenhängenden Madagaskar und Vorderindien eine Landbrücke bestanden. Die Trennung trat etwa im Eozän ein. Statt eines versunkenen Brückenkontinents „Lemuria“ nimmt die Verschiebungstheorie eine lange von Hochasien ausgehende

Halbinsel von gleicher Form wie der hypothetische Brückenkontinent an, nur befindet sich jetzt Vorderindien in unmittelbarer Nachbarschaft von Madagaskar an der Spitze dieser langen Halbinsel. Parallel mit der Auffaltung des Himalaya trat langsam eine Verkürzung der lemurischen Halbinsel bis auf die heutige Größe ein. Diese gewaltige Verkürzung verträgt sich mit dem Maße der Zusammenfaltung der Erdrinde, die wir nach den jetzigen Anschauungen für ein Faltengebirge wie den Himalaya annehmen müssen. Dieser gewaltige Zusammenschub wird mit einer Menge Nebenerscheinungen in Verbindung gebracht, wie den Grabenbrüchen Ostafrikas, der Entstehung des Roten Meeres und des Jordantales, der Lage der Somalihalbinsel, dem Verlaufe der Bergketten des Hindukusch und Soleimangebirges westlich von Indien, der Bergketten von Birma im Osten Indiens und anderen.

Weiterhin endlich werden die bisher durch Annahme des Südamerika mit Afrika, Vorderindien, Australien und der Antarktis verbindenden Gondwanakontinentes erklärten Erscheinungen vom Standpunkte der Verschiebungstheorie zu deuten, und endlich ausführlich nachzuweisen gesucht, daß die von der Verschiebungstheorie geforderte Lage der Kontinente geeignet ist, mit den Polwanderungen zusammenhängende Erscheinungen in einfacher Weise zu erklären (z. B. permokarbone Eiszeit), und daß andererseits die Änderung der Massenverteilung auf der Erde Schwankungen der Rotationsachse und damit Polwanderungen fordert.

Diese mannigfachen Bewegungen der Kontinentalschollen sind nun nicht regellos, sondern die Verschiebungstheorie bringt sie auch in ein bestimmtes System, indem die Richtung der Verschiebung in eine äquatorwärts und eine westwärts gerichtete Komponente zerlegt wird. Die erstere zeigt sich in Eurasien besonders im eurasischen Faltengebirgsgürtel, der sich auf dem damaligen Äquator bildete, weiterhin bei Australien, das sich nach Nordwesten bewegt, wie aus der Lage der Inseln des Sundaarchipels, aus dem jungen Gebirge von Neuguinea und dem Zurückbleiben von dem einst mit Australien verbundenen Neuseeland gefolgt wird. In Nordamerika ist die Polflucht erkennbar an der erwähnten Verschiebung von Grinnelland und Labrador gegenüber Grönland, an der Erdbebenverwerfung bei San Francisco und der Stauchung Nieder-Kaliforniens. Auch bei Madagaskar äußert sich die Polflucht, indem sich die Insel jetzt nordöstlich von der Abreißstelle an der Ostküste Afrikas befindet, wobei die östliche Komponente der Verlagerung von der westlichen Bewegung des afrikanischen Kontinentes herrührt, die zwar auch bei Madagaskar vorhanden sein wird, aber wie bei allen Inseln in geringerem Maße. Afrika und Südamerika sollen, weil heute auf dem Äquator liegend, nur geringe meridionale Verschiebungen erfahren. Dies steht allerdings im Widerspruch

zu der für die Entstehung des eurasiatischen Faltengürtels gegebenen Erklärung, in der gerade die Lage auf dem tertiären Äquator als wesentlich angeführt wurde!

Für die westwärts gerichteten Bewegungen werden hauptsächlich die folgenden Erscheinungen als Beweise angeführt. In Ostasien haben sich Randketten abgelöst, die bei der Westbewegung von Eurasien zurückgeblieben sind. Hinterindien und die Sundainseln bleiben nach Osten zurück, ebenso Ceylon im Verhältnis zu Vorderindien, weiterhin die Antillen in Mittelamerika, und zwar in verschieden starkem Maße je nach Größe, desgleichen Florida, die Südspitzen von Grönland und Südamerika.

Eine durchaus ungelöste Frage ist die allerdings wichtigste, die nach den Kräften, welche diese Verschiebungen bewirken. Als Ursache der Polflucht führt A. Wegener folgende demnächst ausführlich in Petermanns Geographischen Mitteilungen erscheinende Erklärung W. Köppens als vorläufige Mitteilung an. Der Schwerpunkt der Kontinentalsschollen liegt in einer höheren Niveaufläche als der Schwerpunkt des verdrängten Simas, der als Auftriebspunkt bezeichnet wird. Die Niveauflächen sind nun um so stärker abgeplattet, je höher sie liegen, haben ihren größten Abstand am Äquator, den kleinsten am Pol, an welchen Orten sie auch parallel laufen, in mittleren Breiten sind sie aber gegeneinander geneigt. Da nun der Auftrieb senkrecht zur unteren Niveaufläche wirkt, die Schwere aber senkrecht zur oberen Niveaufläche, bilden beide Kräfte eine auf den Äquator gerichtete Resultante, die am Pol und Äquator Null, in mittleren Breiten am größten sein wird. — Die Westwanderung erklärt Wegener als die Ablenkung der äquatorwärts gerichteten Bewegung, wie sie auch sonst überall bei den Bewegungen auf der Erde eintritt.

Da nun derartige Ursachen alle in gleicher Breite befindlichen Teile der Kontinentalsschollen in gleicher Weise betreffen würden, ergibt sich bei der Frage nach der Entstehung der atlantischen Spalte eine neue Schwierigkeit. Bei der jetzigen großen Entfernung der Kontinente voneinander müßte von Beginn der Trennung an auf lange Zeit Amerika eine wesentlich größere nach Westen gerichtete Geschwindigkeit gehabt haben als Eurasien-Afrika, was der Auffassung besonders deswegen große Schwierigkeiten bereitet, weil sich Amerika an der Stirnseite der großen Kontinentalmassen befand, also einen größeren Widerstand zu überwinden hatte als Eurasien-Afrika, für die gewissermaßen der Weg im Sina durch Amerika bereits gebahnt war. Die von Köppen-Wegener herangezogenen Kräfte können vielleicht mitwirkend sein, sie genügen allein jedoch nicht, die angenommenen Verschiebungen zu erklären. Die Frage nach den Ursachen der Verschiebungen muß als bislang ungelöst bezeichnet werden.

Wenn die Kontinentalverschiebungen in der Vorzeit eine derart große Rolle gespielt haben, wie es die Verschiebungstheorie lehrt, so ist ohne weiteres anzunehmen, daß diese Verschiebungen auch heute noch andauern, und diese müssen sich dann durch fortlaufende exakte Beobachtungen der geographischen Koordinaten feststellen lassen. J. P. Koch hat nun aus den Längenbestimmungen von Sabine (1823), Börgen und Copeland (1870) und Koch (1907) die Veränderung der Lage Grönlands untersucht und für die Verschiebung Grönlands nach Westen folgende Werte gefunden:

im Zeitraum 1823—1870: 420 m oder 9 m im Jahr,

im Zeitraum 1870—1907: 1190 m oder 32 m im Jahr.

Die mittleren Fehler der Längenbestimmungen werden wie folgt angegeben:

1823 etwa 124 m, 1870 etwa 124 m, 1907 etwa 256 m.,

so daß hiernach die genannte Veränderung der Lage Grönlands als reell anzusehen wäre.

Überblicken wir das kunstvolle Gebäude der Verschiebungstheorie im Zusammenhange, so müssen wir zugeben, daß eine erstaunliche Fülle von Erscheinungen unter einem einigenden Gesichtspunkt zusammengefaßt ist. Gewiß bleibt noch so manche Frage ungelöst, aber doch kann man sich dem Eindruck nicht verschließen, daß der Theorie ein richtiger Kern innewohnt, zumal einwandfreie Gegenbeweise bislang nicht erbracht sind. Gegenüber anderen, ähnlich weite Ausblicke eröffnenden Theorien hat die Verschiebungstheorie den Vorteil, daß wir in verhältnismäßig kurzer Zeit ganz exakte Beweise für sie erwarten können, sobald in internationaler Zusammenarbeit während längerer Zeiträume durch genaue Bestimmungen der geographischen Koordinaten von Orten, die nach der Verschiebungstheorie besonders großen Bewegungen unterworfen sind, die Veränderung der Lage der Kontinente und Inseln zueinander festgestellt ist. Hoffentlich gelingt es bald, zunächst die vor dem Kriege begonnene Zusammenarbeit zwischen Europa und Nordamerika zur Untersuchung dieser Frage wieder aufzunehmen und damit eines der wichtigsten Probleme der Geophysik, Geologie und Geographie einwandfrei zu lösen.

Literatur:

1. A. Wegener, Die Entstehung der Kontinente, Geologische Rundschau 3, 1912, S. 276—292, und Petermanns Geogr. Mitteil. 1912, S. 185—195, 253—256, 305—309.
A. Wegener, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Sammlung Vieweg Heft 23, 1915.
2. A. Wegener, Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Die Wissenschaft Bd. 66, 2. gänzlich umgearbeitete Auflage mit 33 Abbildungen, Braunschweig 1920.
3. W. Soergel, Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente. Habilitationsvortrag, Tübingen, Stuttgart 1917; ausführliches Referat in: Annalen der Hydrographie usw. 1918, S. 332—337.
4. W. Soergel, Die atlantische „Spalte“. Kritische Bemerkungen zu A. Wegeners Theorie von der Kon-

- tinentverschiebung. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft Bd. 68, Jahrgang 1916, S. 200 bis 239.
5. *E. Dacqué*, Grundlagen und Methoden der Paläogeographie, Jena 1915.
 6. *K. Andree*, Über die Bedingungen der Gebirgsbildung, Berlin 1914.
 7. *E. Tams*, Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der seismischen Oberflächenwellen längs kontinentaler und ozeanischer Wege. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1921, S. 44—52, 75—83.
 8. *K. Andree*, Geologie des Meeresbodens, II. Band, Berlin 1920.
 9. *H. Quiring*, Über das Problem der Krusten- und Gebirgsbildung usw. Geologische Rundschau Bd. XI, S. 193—234, Leipzig 1921.

Besprechungen.

Hertwig, Oscar, Allgemeine Biologie. 5. Aufl. Bearbeitet von *Oscar Hertwig* und *Günther Hertwig*. Jena, G. Fischer, 1920. XVI, 800 S. und 484 Textfiguren. Preis geh. M. 45,—; geb. M. 56,50.

Die fünfte Auflage, die *Hertwig* zusammen mit seinem Sohne bearbeitet hat, ist der vierten in einem Abstand von 8 Jahren gefolgt, ein Beweis für die Wertschätzung, deren sich das umfassende Werk bei allen Biologen erfreut. Es ist den Verfassern gelungen, seinen Umfang beizubehalten, obwohl die Ergebnisse der letzten Jahre volle Berücksichtigung gefunden haben. Dies war möglich durch Kürzen mancher theoretischen Abschnitte, für deren ausführliche Erörterung auf das inzwischen erschienene Buch *O. Hertwigs*: „Das Werden der Organismen“ verwiesen wird. Manchmal erscheint mir das bedauerlich, so besonders, daß das ganze Kapitel über die Stellung der Biogenese zu anderen Entwicklungstheorien in historischer Übersicht verschwunden ist.

Die Vergleichung zeigt, daß in allen wesentlichen Fragen die Stellungnahme gegenüber der früheren Auflage unverändert geblieben ist, dagegen im einzelnen zahlreiche Zusätze und manche Umformungen eingetreten sind. Die ersten neun Kapitel, die sich mit den physikalisch-chemischen und den Lebesenseigenschaften der Zelle befassen, sind im wesentlichen unverändert geblieben. Im zehnten Kapitel finden wir bei der Wechselwirkung zwischen Kern und Protoplasma wichtige Zusätze, die Erfahrungen über die Keimbahnkörper und die Beeinflussung der Kerndiminution durch das Plasma nach den Befunden von *Boveri* und *Kahle*. Bei der Kernplasmarelation sind zugefügt die Ergebnisse der Versuche über Vermehrung und Verminderung der Chromosomenzahl durch Radiumbestrahlung, Riesenkernbildung und Pfropfung. Das elfte Kapitel enthält an Neuem besonders die Berücksichtigung der Morganschen Befunde an *Drosophila*, das „Crossing over“ bei der Synapsis. Im zwölften Abschnitt sind bei Besprechung der Selbstbefruchtung auch die wichtigen Versuche von *Correns* über selbststerile Pflanzen verwertet. Die Ergebnisse der Versuche über Befruchtung mit artfremdem oder Radiumsperma werden jetzt völlig als Parthenogenese gedeutet. Das dreizehnte Kapitel über die Zelle als Anlage eines Organismus bietet in seinen ersten Teilen nichts Neues; die Verf. halten an der Ablehnung der physikalisch-chemischen Auffassung der Befruchtung, wie sie *Loeb* vertritt, fest, andererseits sehen sie in der Amphimixis kein Mittel zur Schaffung neuer Formen, sondern im Gegenteil den Ausgleich geringfügiger physiologischer Differenzen. Die cytologischen Grund-

lagen der Vererbung werden nur ganz kurz behandelt, etwas ausführlicher die experimentellen. Hier sind die Ergebnisse von *Boveri* und *Herbst* über Potenzverschiebungen bei Rieseneiern bzw. Diploidie des Eikerns neu verwertet, sowie die Darstellung der Mendelschen Regeln stark erweitert.

Im zweiten Teil des Buches sind die ersten Abschnitte über die Bildung von Zellverbänden und ihre Differenzierung sowie die äußeren Faktoren der Entwicklung kaum verändert. Bei Besprechung der inneren Faktoren ist das Kapitel über *Weismanns* Keimplasmatheorie weggefallen, doch wird seine Theorie der erbungleichen Teilung im 22. Kapitel ausführlich widerlegt. Bei der Darstellung der Regulationen werden die Spemannschen Versuche über Determination bei Tritonembryonen mehr herangezogen als früher. Unter den chemischen Korrelationen werden auch die Steinachschen Versuche über sekundäre Geschlechtscharaktere, sogar seine viel umstrittenen Ergebnisse am Menschen, angeführt, leider waren die wichtigen Arbeiten von *Goldschmidt* über Intersexualität bei Abfassung des Buches noch nicht erschienen. Bei der Behandlung der Hormonenwirkung der Schilddrüse ist mir das Fehlen der neuen Arbeiten über die Beziehung dieses Organs zur Metamorphose der Amphibien aufgefallen; an anderer Stelle sind die betr. Arbeiten kurz gestreift. Im 28. Kapitel über Vererbung neu erworbener Eigenschaften werden die Versuche über morphologische und physiologische Veränderung von Bakterien und Protozoen ausführlich besprochen, dabei aber die wichtige Frage nach der Erhaltung dieser Veränderungen bei Geschlechtsprozessen gar nicht berücksichtigt.

Eine Wertung des Gedankengehaltes des Werkes, insbesondere der Theorie der Biogenese, hat hier wohl zu unterbleiben, da die neue Auflage hierin keine Veränderungen aufweist. Wie man sich auch dazu stellen mag, für jeden, der sich als Forscher oder Student mit allgemeiner Biologie beschäftigt, wird das Werk auch in seiner neuen Form eine ausgezeichnete Einführung und Übersicht bieten. Das von *Günther Hertwig* speziell bearbeitete Kapitel über Geschlechtsbestimmung und Sexualität fügt sich dem Stile des Ganzen vortrefflich ein.

O. Steche, Frankfurt a. M.

Zuschriften an die Herausgeber.

Ponderable Gase und Lichtäther.

Dem Lichtäther werden bekanntlich folgende Eigenschaften zugeschrieben: Formelastizität nach Art der festen Körper, resp. die Fähigkeit zu transversalen Lichtschwingungen, ferner Imponderabilität und Erlangung eines großen Widerstandes gegenüber Körpern, die sich mit einer der Lichtgeschwindigkeit nahekommenden Geschwindigkeit in dem Äther bewegen, welcher Widerstand nach dem Lorentz-Fitz-Geraldschen Theorem unendlich groß werden würde, wenn der bewegte Körper genau mit Lichtgeschwindigkeit sich bewegen würde. Es läßt sich nun teils experimentell, teils durch Beobachtung terrestrisch-astronomischer Vorgänge nachweisen, daß jedes gewöhnliche ponderable Gas, wie z. B. Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlensäure usw., die analogen Erscheinungen zeigen kann.

Legt man auf eine Tischplatte etwa ½ kg Schwarzpulver oder anderenfalls dieselbe Menge Knallquecksilber oder Dynamit frei auf, so wird bei der Explosion des Schwarzpulvers die Tischplatte nicht beschädigt, im anderen Fall jedoch in kleine Splitter