

Erörterungen zu A. Wegeners Theorie der Kontinentalverschiebungen.

Von Franz Koßmat.

Viele Züge im Relief und Bau der Erde lassen erkennen, daß eine Erklärung der Gebirgsbildung mit großartigen tangentialen Rindsbewegungen rechnen muß, die sich nicht in den Vorstellungskreis der einfachen Kontraktionstheorie einfügen lassen. Besonders wichtig für die tektonische Auffassung ist das Verhalten der in weiten Flächen ausgedehnten Schollenregionen zu den zwischen ihnen in Gürtelform durchziehenden, eng zusammen- oder übereinandergeschobenen Kettengebirgen. Der Zusammenschub der letzteren ist auf weitreichende Bewegungen zurückzuführen, an denen die Schollenregionen teilnahmen; dieselben sind nicht als ruhende Massen zu betrachten. Hierin stimme ich mit Wegener überein, wenn ich auch in verschiedenen anderen wichtigen Punkten von seiner Auffassung abweiche.

Besonders bedeutsam erscheint mir das Sprungsystem der afrikanisch-syrischen und der indomadagassischen Schollenregion. Diese durch viele Breitengrade in oft

annähernd meridionaler Richtung durchziehenden jungen Risse machen am europäisch-asiatischen Gebirgsgürtel Halt, sie vikariieren ~~ent-~~schieden für dessen Faltung und sind nur erklärlich durch Tangentialbewegungen, die von den Schollengebieten beim Zusammenschub der Ketten ausgeführt wurden. Ich denke an Verschiebung der äußeren Erdschale auf dem Ellipsoid. Es müssen dabei Rindenrisse von kontinentaler Erstreckung auftreten.

Die unverkennbaren Fließformen der Kettengebirgswülste auf der Erdoberfläche, wie z. B. die asiatischen Bögen von Iran bis in die Sundasee, sprechen in ihrer Weise ebenso klar für tangentielle Rindenbewegungen.

Die Frage, ob derartige Tangentialverschiebungen gegenüber dem Kern physikalisch überhaupt denkbar sind, ist zu bejahen, da die chemischen und physikalischen Vorgänge, die mit den örtlich sehr verschiedenen Temperatur-Anomalien in den äußeren Erdschalen verbunden sind, eine Quelle großer Massenungleichmäßigkeiten darstellen. Es läßt sich weiter sowohl aus den geologisch nachweisbaren zeitlichen Schwereänderungen¹⁾, als auch aus den Magmabewegungen die Schlußfolgerung ableiten, daß die Tiefenregion der Erdrinde hochgradig plastisch und in ihrer Massenverteilung sehr variationsfähig ist. Es müssen daher unter dem Einflusse der Rotations- und Gezeitenwirkungen tangentielle Bewegungsimpulse ständig vorhanden sein. Mehr und mehr ringt sich auch gegen unsere altgewohnten Vorstellungen die Auffassung durch, daß die Geschichte des Klimas in geologischer Zeit auf größere Wandlungen der geographischen Koordinatenlage — allgemein, ohne Hinweise auf die Ursache, gesprochen — hinweist, als die Kontraktionslehre und die Theorien der „autogenen“ Faltung zugeben können.

Die Idee der Krustenwanderungen knüpft an Tatsachen der Geophysik und der Erdgeschichte an; es ist daher nötig, Wegeners besondere Auffassung der „Kontinentaltrift“ vom geologischen Standpunkt sorgfältig zu erwägen.

Sehr geeignet für die Überprüfung erscheint mir die indoafrikanische Region, in der das Verhältnis zwischen Schollen- und Kettengebiet auf weite Erstreckung und durch lange Zeiträume zu verfolgen ist.

Zur jungpaläozoischen Eiszeit waren nach Wegener die jetzt auseinandergerissenen und durch Ozeane getrennten Schollen der Südkontinente einschließlich der indischen Halbinsel zu einem ziemlich geschlossenen antarktischen Block vereinigt. Dieser besaß aber damals einen breiten randlichen Kettengebirgsgürtel, der sich im Norden auf gleiche Weise an die paläarktische Festlandmasse angliederte. Dessen Rumpfe sind noch an zahlreichen Stellen zu beobachten. Sie wurden im Hochatlas und in der westlichen Sahara festgestellt; man kennt ihre Fortsetzung in der spanischen „Meseta“, dann in den armorikani-

¹⁾ Vgl. K o s s m a t : Die Beziehung der mediterranen Kettengebirge zum Gleichgewichtszustande der Erdrinde. Abhandl. d. sächs. Akad. der Wissenschaften. Math. nat. Klasse. Leipzig 1920. Band XXXVIII. 2. und den im Druck befindlichen Bericht über „Schwereanomalien und Krustenbau“. Geol. Rundschau 1921.

schen, zentralfranzösischen und variskischen alten Gebirgen Mitteleuropas. Die weiteren, sehr kennzeichnenden Spuren sind mittels der karbonischen und permischen Ablagerungsdiskordanzen im alten Gerüst der jungen „alpinen“ Kettengebirge bis nach Zentralasien zu verfolgen, wo sie z. B. im Hindukusch, im Himalaya und selbst noch im burmanischen Bogen auftreten. Im weiteren Sinne gehörte auch die ostaustralische, zur gleichen Zeit gebildete Faltenkette diesem Gürtel an, denn das jungpaläozoische Flachmeer des Sundagebiets kann nicht als eine einschneidende Trennung beider aufgefaßt werden. Dies zeigt schon die nahe faunistische Beziehung der litoralen, mit den Glazialablagerungen der indischen Saltrange verbundenen Conularien-schichten zu den ostaustralischen Vorkommnissen. Die Verknüpfung des genannten alten Kettengebirgsgürtels mit den „Südkontinenten“ wird noch weiter dadurch betont, daß Fossilien der Gondwanaablagerungen (Glossopterisschichten) in dem West- und Osthimalaya und im ostasiatischen Gebiet auftreten.

Unter solchen Umständen müßte aber der den Südkontinenten anhaftende Gebirgswall der Karbon-Permzeit gemeinsam mit ihnen zerrissen sein, als sie in jüngerer geologischer Zeit auseinandertriffteten. Es ließen sich in diesem Falle nicht mit solcher Gesetzmäßigkeit, gewissermaßen in einem großen Zuge, die alten Faltungsspuren von Europa bis nach Ost- und Südostasien verfolgen, ohne daß sich „Sima“-regionen als Schweißstellen einschalten. Nach der Karte von Wegener S. 61 müßte z. B. der alte Unterbau des Himalaya und der Saltrange weit von Süden herangeschoben sein, und doch setzt er sich offenkundig mit harmonischem Verlauf in die Gebirgsachsen des Paropamisus- und Elbrussystems usw. fort. Der Zusammenhang der „salischen“ Kruste bleibt bis nach Europa gewahrt, und nach dem, was wir von den großen Sundainseln wissen, ist das gleiche von der Verbindung mit Australien anzunehmen. Hierin liegt ein Grund zu Bedenken, über die man nicht leicht hinweggehen kann.

Das Klimaproblem der jungpaläozoischen Eiszeitspuren auf den Südkontinenten ist zudem noch lange nicht gelöst, wenn man die betreffenden Gebiete zu einem Südpolarland vereinigt. Dies empfindet auch Wegener, wo er von den Polwanderungen spricht (S. 114). Dann hören aber die Gletschererscheinungen auf, ein Beleg für die Kontinentaltrift in dem erwähnten Sinne zu sein. Wir kennen aus permotriadischen Schichten Südafrikas und Indiens, nicht sehr hoch über den glazialen Blockablagerungen, die berühmten theromorphen Reptilien und stegocephale Amphibien. Letztere stehen in nahen Beziehungen zu den in warmem Klima lebenden Formen des damaligen Europa (Archegosaurus u. a.), wohin auch einige Theromorpha vordrangen. Man kommt nicht hinweg über einen verhältnismäßig raschen Klimawechsel noch lange vor der Zeit, in die eine Auflösung der Südkontinente zu einzelnen, dem Äquator zustrebenden Schollen verlegt werden kann. Die jungpaläozoischen Vereisungen können auch durch diese Theorie nicht von einer einzigen Pollage abgeleitet und in ihrer Gesamtverbreitung als

gleichzeitiges Phänomen erklärt werden¹⁾. Es ist zu vermuten, daß diese Regionen innerhalb des langen Zeitraums Oberkarbon-Perm, über den sich ja auch die Glossopterisflora erstreckte, durch höhere Breiten durchzogen, sei es infolge von Krustengleitung über dem Kern oder infolge von Wanderung der Erdpole oder — was am wahrscheinlichsten ist — unter der Wirkung beider.

Wenn man aber den Indischen Ozean auch nur zum Teil als gesenktes Kontinentalgebiet auffaßt, hat man sich mit der prinzipiellen Frage auseinanderzusetzen, ob die Umwandlung kontinentaler Krustenteile in ozeanische möglich ist. Wegener legt großes Gewicht darauf, daß dies geophysikalisch wegen der bekannten Dichteverschiedenheiten ausgeschlossen sei. Er betrachtet selbst Becken wie das nicht in einer Zerrungsregion, sondern mitten in oder unmittelbar vor dem zusammengeschobenen Ketten-gürtel gelegene Mittelländische Meer samt Pontus nicht als Senkungsgebiete, sondern als offene Simafenster in der Kontinentalkruste. Ist nun wirklich die Größe der Dichte eine feste Eigenschaft der verschiedenen Erdschollen oder ist ihre Verteilung auf der Erde veränderlich? Wir kommen in dieser Frage ganz wesentlich weiter, wenn wir nicht von den jetzigen Meeren ausgehen, über deren Boden so weit auseinandergehende Ansichten geäußert wurden, sondern wenn wir die fossilen Meere betrachten, deren Krustenunterlage an vielen Stellen bloßgelegt ist. Das eurasiatische Mittelmeer, das in mesozoischer Zeit vom Atlantischen bis zum Pazifischen Ozean durchreichte, stellte nicht nur Seichtsee dar, sondern wies auch ausgedehnte, mindestens „bathyale“ Abschnitte auf²⁾ (vgl. die Aptychen- und Radiolarienschichten im mediterranen Jura). Und doch breiteten sich diese Meere über Flächen, die in jungpaläozoischer Zeit — z. B. im Karbon oder Rotliegend — teilweise ausgedehnte, zusammenhängende Hochländer darstellten.

Es müssen im Untergrunde ganz bedeutende Dichteänderungen vor sich gegangen sein, die es gestatteten, daß diese Krustenteile, die im großen Durchschnitt früher unbedingt durch geringere Dichte der Unterlage („Massendefizit“) kompensiert gewesen sein müssen, dann zur mesozoischen Zeit so „überschwer“ wurden, daß sie absanken, während gleichzeitig die afrikanische Region im Süden, die fennoskandische im Norden diese Bewegung nicht mitmachte.

Ich bin überzeugt, daß die Geophysik darauf verzichten wird, ein Absinken zu ozeanischen Tiefen als unmöglich auszuschließen, wenn ein solches zu mediterranen Tiefen in so großem Maßstab stattfand. Die Massenverteilung unter der Erdrinde ist eben aus verschiedenen Gründen veränderlich (Koßmat, l. c. S. 45—54).

Es ist sehr möglich, daß das Rote Meer und der Golf von Aden

¹⁾ Amphibien sind an und für sich nicht als Bewohner extrem kalter Gebiete denkbar, da eine zu niedrige Jahrestemperatur ihre Existenz unmöglich macht. Eine ähnliche Einwendung hat A. P e n c k für die permischen Steinkohlenablagerungen Indiens, Südafrikas und Australiens vorgebracht.

²⁾ Auf Inseln des Sundagebiets wurden sogar echte rote Tiefseetone mit Manganknollen und korrodierten Hai-fischzähnen in der mesozoischen Schichtreihe festgestellt (vgl. G. A. F. Molengraaff, Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, Proceedings, Vol. XXIII, Nr. 7, 1920).

zu einem beträchtlichen Teile ihrer Breite klaffende „Simaspalten“ im Sinne von Wegener sind und daß ähnliche auch im Indischen Ozean u. a. O. durchziehen, aber diese Erklärung trifft nicht für die Ozeanböden als Ganzes zu.

Zur Frage des Atlantik. Hier liegt für den mittleren und südlichen Abschnitt die Verschiebungstheorie besonders nahe und ist ja auch davon ausgegangen (Taylor, Wegener). Für die Überprüfung sind wir in einer schwierigeren Lage als beim Indischen Ozean; denn die Tiefseeregion geht hier quer durch Schollen- und Kettengebiete, es fehlen also Kriterien, wie sie vorhin angewendet wurden. Die gewaltigen, etwa bis 10 km mächtigen paläozoischen Sedimentmassen der Appalachen bleiben allerdings unverständlich, wenn man nicht versunkenes Land im östlich angrenzenden Ozeanteil annimmt. Aus dem Gebiete der heutigen Prärien kam das Material nicht, da diese selbst Sedimentationsraum waren; auch aus Westeuropa — unter Zugrundelegung von Wegeners Trifttheorie — ist es nicht abzuleiten, weil dieses im Kambrium-Silur-Devon i. A. unter dem Meeresspiegel lag.

Die Analogien zwischen den Appalachen und dem armorikanisch-variskischen Gebirge Europas werden oft als Argument dafür angegeben, daß das erstere System unmittelbar an diese anzuschließen sei. Dagegen erheben sich wichtige Gründe. Tektonik und Stratigraphie sprechen dafür, daß die inneren Gürtel der armorikanischen Falten sich jenseits von Cornwall und der Bretagne im Bogen nach SW umwenden und durch die spanische Meseta nach S und SO fortsetzen. Ein Teil dieser Bogenwendung ist auf spanischem Boden schon längst bekannt („asturischer Wirbel“ E. Sueß), und die merkwürdige Ähnlichkeit mit der jungen Kettengebirgsschleife bei Gibraltar läßt geradezu auf ein atlantisches Becken von bescheidener Größe schließen, dessen östlichem Randgebiet dieser Gebirgsbogen angehörte. Ein Gegenstück für den spanischen und marokkanischen Anteil der karbonischen Kettengebirge ist aber auf der anderen Seite des Atlantik nicht zu finden.

Die Schichtfolge und der Bau in den „acadischen“ oder Neuengland-Provinzen Nordamerikas, nämlich Neufundland, Neuschottland, Maine, vereinigt in eigenartiger Weise kaledonische und armorikanische Merkmale; ersteres durch die energische intrasilurische („taconische“) und devonische Faltung¹⁾, sowie durch das Auftreten von Old Red mit zugehörigen Eruptiven; letzteres durch die karbonische Faltung. In Irland sind dagegen wie in England beide Systeme, das kaledonische im Norden und das armorikanische im Süden, noch als besondere Einheiten räumlich auseinanderzuhalten. Was wir in der acadischen Region ganz vermissen, ist u. a. auch die rheinische Entwicklung des ganzen Devon, die für West- und Mitteleuropa, von Devonshire und Cornwall angefangen, bis Spanien und Nordwestafrika so bezeichnend ist. Diese Züge treten nicht in den Appalachenbau

¹⁾ Vgl. die geolog. Karte von Nordamerika von Bailey-Willis und G. W. Stose 1911, ferner die Hefte über Großbritannien und über die Vereinigten Staaten im Handbuch der Regionalen Geologie.

über, sondern bleiben weit östlich von ihm und lassen sich ohne Annahme eines versenkten Zwischengebietes auch nicht danebenlegen.

Zum Schlusse seien noch einige Bemerkungen über junge Vertikalbewegungen im atlantischen Gebiet angefügt¹⁾. Es handelt sich um die Kontinentalplattform und die submarinen Täler, welche sie bis zu Tiefen zwischen 1000 und 2000 m durchfurchen. Berühmte Beispiele sind der unterseeische, bis 1450 m gut verfolgbare Hudson-Cannon, die Lorenzo-Rinne, auf der europäischen Seite die Tajo- und Adour-Rinne u. v. a.: Ihre Morphologie, die am Hudson, Tajo usw. durch genaue Lotungen erforscht ist, zeigt die Merkmale von Erosionstälern; an ersterem ist die steile, tiefe Furche sogar in den breiten Boden einer flacheren eingesenkt, was auf verschiedene Erosionsphasen hindeutet. Entstanden sind diese auffallenden Reliefzüge entweder im Laufe des jüngsten Tertiär oder im Altquartär, und es standen nicht lange Zeiträume für ihre Ausbildung zu Gebote, denn sowohl vorher wie nachher nahm der Meeresspiegel ungefähr das heutige Niveau, bzw. ein etwas höheres ein. Auch zeigt die Tatsache, daß diese Täler in der Hauptsache nur durch den Kontinentalrand tief eingeschnitten wurden und sich nicht gleichsinnig bis in ihre heutige sichtbare Oberlaufstrecke durchbildeten, daß die Zeit dazu nicht ausreichte²⁾.

Wir stehen hier vor einem der interessantesten und für das diluviale Eiszeitproblem bedeutsamsten Rätsel der neueren Erdgeschichte. Das gewissermaßen symmetrische Verhalten der beiden Seiten des Atlantik spricht gegen tektonische Bewegungen in gewöhnlichem Sinne, denn warum sollten die selbständigen Kontinentalregionen von Europa und Nordamerika in gleicher Weise eine so sonderbare Auf- und Abbewegung von dieser großen Amplitude innerhalb eines kurzen geologischen Zeitabschnittes ausgeführt haben.

Wenn man aber annehmen darf, daß in der kritischen Zeit eine erhebliche Breitenverschiebung vor sich ging, die den Nordpol dem Atlantischen Ozean näher brachte, so mußte das Wasser im Nordatlantik zurückweichen, da es sich sofort auf die Abplattung einstellte. Die feste Kruste ist weit träger, daher tauchte das Land für eine gewisse Zeit auf, weil noch dazu das Voraneilen der Wasserspiegel-senkung ihm eine Entlastung brachte. Die Täler verlängerten sich rasch durch die vorwiegend aus leicht erodierbaren Sedimenten bestehende Küstenplattform. Allmählich stellte sich die Kruste durch Sinken auf die neuen Bedingungen ein, die Küstenlinie kehrte nahezu zum Normalstand von früher zurück, und wir könnten von dem Ereignis nichts ahnen, wenn es nicht durch die unterseeische Gestaltung verraten würde.

Man muß sich allerdings fragen, warum dann nicht im südlichen

¹⁾ E. H u l l: On the suboceanic terraces and river valleys off the coast of Western Europe. London, Victoria Institute 1899. Z i e m e n d o r f: Der Kontinentalschelf des nordatlantischen Ozeans. Gerlands Beiträge zur Geophysik. X. 1911. S. 460. Für weitere Literatur vgl. man F. E. S u e ß: Zur Deutung der Vertikalbewegungen der Festländer und Meere. Geol. Rundschau 1921.

²⁾ Vgl. die Karte in der Arbeit von Fuller. Geology of Long Island, U. St. geol. Survey. Profess. Papers, Nr. 82, S. 60.

Abschnitt des Atlantik, wo die geographischen Breiten verringert wurden, entsprechende Spuren einer vorübergehenden jungen Transgression vorhanden sind, da die Landmassen in diesem Falle der Wasserbewegung durch Steigen nachfolgen sollten. Hier kommt aber in Betracht, daß das Anschwellen der Wassermasse die Belastung des Ozeanbodens und -randes nachhaltig vermehrte, so daß dessen nachträgliches Ansteigen bis zur früheren Ufermarke mindestens zu einem Teile verhindert wurde und sogar ganz unterbleiben konnte, wenn die betreffenden Gebiete Schwereüberschuß hatten, was nicht unwahrscheinlich ist. Möglicherweise erklärt sich die Seltenheit, Schmalheit und niedrige Lage mesozoischer Sedimentbildungen an den Rändern des Südatlantik damit, daß sie im allgemeinen unter den Ozeanspiegel hinabgetaucht sind. Selbstverständlich handelt es sich hier um offene Fragen, für deren Behandlung auch die großen pazifischen Bodenbewegungen herangezogen werden müssen.

Kehren wir zum eigentlichen Thema der Erörterung zurück, so scheint es im ganzen, daß die Zahl der Erfahrungen, die für tangentielle Krustenwanderungen sprechen, groß genug ist, um diesen bei den Fragen „Epeirogenese“ und „Orogenese“ eine wichtige Rolle einzuräumen. Ich kann aber nicht die Auffassung teilen, daß freies Triften von Schollen eintritt, etwa wie in zertrümmerten Eisfeldern der Polar-meere, wobei „Sima“ die Rolle des Verdrängbaren spielen würde. Dazu ist der ozeanische Boden doch zu fest. Die Schweremessungen von Hecker zeigen, daß innerhalb des letzteren Reliefzüge von der Größenordnung der Tongatiefe und des Tongarückens gar nicht kompensiert sind, daß die Isostasie hier ebenso wie in den Kontinenten¹⁾ für große Regionen gilt, während im einzelnen die Festigkeit überwiegt.

Wenn aber der Zusammenschub der Faltengebirge nicht oder nur zum Teil durch Abreißen und Abschwimmen der Kruste aufgewogen wird, müssen wir auf andere Erklärungen zurückgreifen. Zweifellos erfährt die Erdrinde einen Oberflächenzuwachs durch emporgestiegenes Magma; dieser Zuwachs findet aber nicht nur in den Zerrungsregionen statt, wie Wegener anzunehmen scheint, sondern in sehr großem Maßstab auch in den Faltengebirgen²⁾. Tief bloßgelegte Kettengebirgsrümpfe bestehen zu einem beträchtlichen Teile aus Magmagestein (vgl. Skandinavien). Neben der Oberflächenvergrößerung durch Magmaeinschub wird man meines Erachtens der Volumenverkleinerung in der „Kontraktionschale“ der Erde einen erheblichen Anteil als Faltungsursache noch immer einräumen müssen, wenn auch nicht in dem Umfange, wie es die Kontraktionstheorie tut. Die Hauptrolle fällt dabei der Volumenverkleinerung beim Entgasen und Kristallisieren des Magmas zu, also einer Zustandsänderung, deren Wirkung nach den Experimenten weit über die des Ausdehnungskoeffizienten der Gesteine hinausgeht³⁾.

¹⁾ Vgl. darüber die Berechnungen von Kohlschütter: Über den Bau der Erdkruste in Deutsch-Ostafrika. Nachrichten von der Ges. der Wissensch. Göttingen 1911. I.

²⁾ Weitergehende Schlüsse knüpft daran W. Penck in seiner Monographie des Andengebiets am Südrand der Puna de Atacama. Abh. Sächs. Akad. XXXVII. 1919.

³⁾ Das richtunggebende Moment beim Faltenfluß scheint aber in langsamen Ausgleichsströmungen gegeben, denen die in ihrer Massenverteilung

Die Erscheinungen rund um den indischen Ozean kann ich nur dahin deuten, daß der Ozeanboden, soweit er nicht „uralt“ ist, große abgesunkene Festlandteile mit umfaßt. Die dazu nötige Schwere-(Dichte)änderung ist teils durch tiefliegende Massenverschiebungen (vgl. Koßmat, Abh. Sächs. Akad. XXXVIII. 2 S. 33 u. a.), teils durch regionale Beschleunigung des Kontraktionsvorganges zu erklären. Klaffende, simaerfüllte Spalten werden gewiß auf dem Ozeanboden in großer Zahl vorhanden sein; sie stellen aber nicht seine Gesamtheit oder auch nur seine Hauptausdehnung dar. Freilich kommt man auf diese Weise zu einer Komplikation anstatt des einfachen Bildes, das die konsequente Durchführung eines Leitgedankens ergibt; aber bei der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen und der wirkenden Kräfte wird man sich damit abfinden müssen.

ständig gestörte plastisch-magmatische Schale unter dem Einflusse der Erdrotation und anderer Kräfte unterliegt.

Was die Koordinatenänderung in Nordostgrönland anbelangt, so ist sie — ihre Richtigkeit vorausgesetzt — von hohem geologischen Interesse, aber nicht eindeutig. Ich erwähne beispielsweise nur, daß die innere große Schwenkungszone des variskischen Bogens in Sachsen durch einige das östliche Erzgebirge auf viele Kilometer hin durchsetzende Zerrungsspalten ausgezeichnet ist, die während ihres Klaffens sofort durch permisches Porphyrymagma in einer Gangbreite bis zu einigen Kilometern ausgefüllt wurden. Außerdem treten zahlreiche Quarz- und Erzgänge in kilometerlanger Erstreckung und zu ganzen Netzwerken gruppiert in verschiedenen Abschnitten des Gebirges auf. Damit muß eine Abstandvergrößerung unbedingt eingetreten sein, ohne daß Abtriften einer Kontinentalscholle stattfand, da dafür an anderen Stellen Mitteleuropas die Zerrungen und die ihnen entsprechenden Stauchungen in anderen Zonen liegen.

Mit verwandten, noch großartigeren Erscheinungen müssen wir auch im nördlichen Atlantik, der hinter dem jungen pazifisch-arktischen Faltengürtel liegt, rechnen. Aber derartige Rindenrisse sind nicht gleichbedeutend mit Schollentriften im Sinne von Wegener.
