

NATUR

Zeitschrift der Deutschen Naturwissenschaftl. Gesellschaft

Erhältlich jährlich 24 mal mit 5 Buchbeilagen. Für Mitglieder der D. N. G. gegen den Vierteljahrsbeitrag von Mk. 1.50 = K 1.80. Alle Zuschriften, Manuskript- und Korrektursendungen sind ausschließlich an die Geschäftsstelle Theod. Thomas Verlag Leipzig, Königstr. 3 zu richten. Inserate werden zum Preise von 25 Pf. für die 3 mal gespaltene mm-Zeile durch die Inseraten-Geschäftsstelle der Natur, Berlin SW 68, Lindenstraße 18/19 (Fernruf Amt IV, 2337) entgegengenommen.

Aigner 1911



1911

Heft 180

15. Juni 1911

Alte und neue Ansichten über die Ursachen der Bewegungen in der Erdkruste / Von Dr. A. Aigner mit 1 Abbildung

Fest und unveränderlich erscheint uns der Boden, auf dem wir leben. Die Berge, die wir sehen, behalten immer ihre Gestalt und die Züge der Landschaft waren, so weit wir zurückblicken, immer dieselben. Um so erschütternder ist der Eindruck, den plötzliche heftige Bewegungen des Erdbodens, die Erdbeben, auf den Menschen machen. Das, was ihm allein im Wandel des irdischen Lebens gleichbleibend erschien, erzittert; er ahnt eine große übermächtige Kraft, der er machtlos gegenübersteht. So furchtbar im einzelnen solche katastrophale Erdbeben sind, so sind doch die Veränderungen, die sie auf der Erdoberfläche hervorbringen, nur unbedeutend. Sie, mit ~~der~~ genauer Beobachtung und Erklärung sich die Erdbebenkunde beschäftigt, sind nur die Anzeichen großer Bewegungen der Erdkruste, die das Antlitz der Erde geschaffen haben, die Festländer und Meere getrennt und Gebirge gehoben haben.

In der ältesten Zeit der geologischen Wissenschaft wußte man noch nichts von diesen großen Bewegungen der Erdrinde; die Unebenheiten wurden nur erklärt durch die ausnagende Tätigkeit des Wassers. Erst Saussure, der in den Alpen die Steinschichten in mannigfachster Weise gestört fand, denkt an solche Bewegungen und Cuvier nimmt zur Erklärung des Verschwindens der Lebewelt einer Epoche der Erdgeschichte große umstürzende Katastrophen an.

Freilich glaubt man jetzt schon längst nicht mehr an solche Katastrophen, aber man ist um so sicherer zur Erkenntnis von großen Veränderungen der Erdoberfläche gekommen. Die kleinen Kräfte, die wir vor unseren Augen sehen, sollen sie nach unserer Auffassung in unendlich langer Zeit vollbracht haben und die Gesteine sind die Zeugen aller dieser Vorgänge. Wir lesen in ihnen hier von Überflutungen des Landes, vom Versinken ganzer Kontinente, dort von Förderung mächtiger vulkanischer Massen, dort wieder vom Zurückweichen des Meeres und Auftauchen eines neuen Landes. Aber die Gesteinschichten, die ursprünglich horizontal oder wenigstens anähernd horizontal lagen, sind meist aus ihrer ruhigen Lage herausgebracht, sie sind gestört worden. Wir sehen sie aufgestellt, manchmal ganz senkrecht, mannigfach gebogen, aufgewölbt und in Falten

gelegt, mitunter auch förmlich verknittert. Der Bergmann verfolgt ein Kohlenflöz oder ein Erzlager; auf einmal stößt er auf taubes Gestein. Er muß nun die Fortsetzung des Lagers suchen und findet sie vielleicht in größerer Tiefe. An einer senkrecht oder schief durchziehenden Fläche ist das ganze Gestein gesenkt oder gehoben worden, eine Verwerfung hat die anfängliche Lage gestört. An einer anderen Stelle liegt eine solche Verwerfungsfläche nahezu horizontal und eine Scholle ist über die andere hinweggehoben worden; solche Überschiebungen erreichen oft ein sehr großes Ausmaß. Nach den neueren Forschungen sind in den Alpen mächtige Schichtkomplexe über 100 km weit über andere hinweggehoben worden. Das größte Ausmaß aber zeigen die schon genannten Verwerfungen im vertikalen Sinn. So ist das Erzgebirge im Süden durch einen großen Bruch abgeschnitten worden und an der Stelle, wo eine Scholle in die Tiefe sank, sind in der Tertiärzeit vulkanische Massen hervorgedrungen und treten heute noch heiße Quellen zutage; so ist an parallelen Verwerfungen die oberrheinische Tiefebene zwischen Wasgenwald und Schwarzwald in die Tiefe gesunken, so sind die Ostalpen gegen das Wiener Becken und das pannonische Tiefland abgeschnitten worden. In der Art entstand zwischen Libanon und Antilibanon die Jordanspalte, so das Rote Meer und die grabenartigen Einsenkungen Ostafrikas, die von den bekannten großen Seen erfüllt sind. An vielen Stellen scheinen die zwischen solchen gesunkenen Teilen der Erdrinde horstartig aufragenden Gebirge auch eine Hebung erfahren zu haben und es hat den Anschein, daß solchen Hebungen, die oft weit ausgedehnte Gebiete betroffen haben, eine bedeutende Rolle in der Gestaltung des Antlitzes der Erde zukommt. Vertikale Verschiebungen finden sich überall in allen Formationen; sie haben im wesentlichen Kontinente und Meeresbecken geschaffen und Gebirge gehoben. Ob aber im einzelnen Fall eine Senkung oder eine Hebung vorliegt, läßt sich nicht immer einwandfrei feststellen; denn es kann ebensogut der tiefer liegende Teil gesenkt als der höhere gehoben sein. Dies steht aber fest, daß Verschiebungen im vertikalen Sinn stattgefunden haben und daß also Kräfte in dieser Richtung gewirkt haben müssen. Die Ver-

biegungen, Faltungen und Überschiebungen dagegen können nur durch seitliche Pressung in der Erdkruste entstanden sein.

So erkennen wir eine Fülle von Bewegungen, die uns Menschen in ihren Wirkungen riesig erscheinen und die doch im Vergleich zur ganzen Erde unbedeutend sind. Was ist der Unterschied zwischen der Höhe des höchsten Berges und der größten Meerestiefe (rund 18500 Meter) im Vergleich zum Durchmesser der Erde? Und man hat keinen Grund anzunehmen, daß die Verschiebungen in der Erdkruste über diese Höhendifferenz wesentlich hinausgehen. Es sind also im Vergleich zur Größe der Erde eigentlich unbedeutende Kräfte, die als Ursachen in Betracht kommen. Nur eine dünne Schicht der Erdkruste ist unserer Beobachtung zugänglich; ihr gegenüber steht der riesige Erdball, dessen physikalische Eigenschaften wir erschließen müssen. Wir sehen in Bohrlöchern, tiefen Schachten und Tunnels, daß die Wärme gegen das Erdinnere zunimmt, sehen bei den Vulkanen glühendflüssige Massen austreten und kommen so zu der Vorstellung eines glühendflüssigen Erdinnern. Wir denken uns den heutigen Zustand der Erde entstanden durch allmähliches Erkalten und wissen, daß damit eine Zusammenziehung Hand in Hand geht. Welche Kräfte aber im Erdinnern walten, das bleibt unseren Augen verschlossen. Wir kennen aber auch die Stellung unseres Weltkörpers im Sonnensystem und wissen von seiner Drehung um die eigene Achse und seinem Umlauf um die Sonne; daß auch der Mond eine Anziehung ausübt, zeigen täglich Ebbe und Flut.

Die Zusammenziehung, Kontraktion des Weltkörpers, unbekannte Vorgänge der Tiefe und endlich die Wirkungen der Gravitation sind die Kräfte, die allein als Ursachen der Krustenbewegungen herangezogen werden können.

Die vulkanischen Erscheinungen zogen zunächst die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich und man hat in ihnen zuerst die Hauptursache der Umbildung der Erdoberfläche gesehen. Leopold v. Buch und Alexander v. Humboldt schreiben den glutflüssigen Massen, dem Magma, die Fähigkeit zu, beim Empordringen den Boden auf weite Erstreckungen hin zu erheben. Solchen Erhebungen würde dann erst, aber nicht notwendig, ein Ausbruch folgen. Weil nun in den Alpen und den meisten Gebirgen die inneren Zonen aus vulkanischem Gestein bestehen (z. B. die Granite der Zentralalpen), so dachte man sich, daß diese bei ihrem Empordringen die Schichten gehoben und zur Seite geschoben hätten. Scheffel hat dieser Ansicht in seinem Gedicht „Der alte Granit“ Ausdruck verliehen.

Lange hat diese Vorstellung die Wissenschaft beherrscht, bis gerade wieder die Alpen neue Wege wiesen. Die hier erkannte bedeutende Zusammenfaltung legte den Gedanken nahe, daß eine Verkleinerung der Erdoberfläche durch die Kontraktion solche Wirkungen haben müsse. Eduard Sueß hat dieser Auffassung zum Siege verholfen. Er zeigt, daß nur ein mächtiger seitlicher Schub solche Faltungen

gebirge, wie die Alpen und alle Hochgebirge der Erde sind, geschaffen haben könne. Den hier erkannten seitlichen Zusammenpressungen stellt er große vertikale Bewegungen, aber nur Senkungen, gegenüber. Der Schrumpfung des erkaltenden Erdkernes muß die starre Erdkruste unbedingt folgen; sie sinkt daher in Schollen zur Tiefe; dabei kommt es auch zu Stauungen und zur Ausbildung von Faltungen.

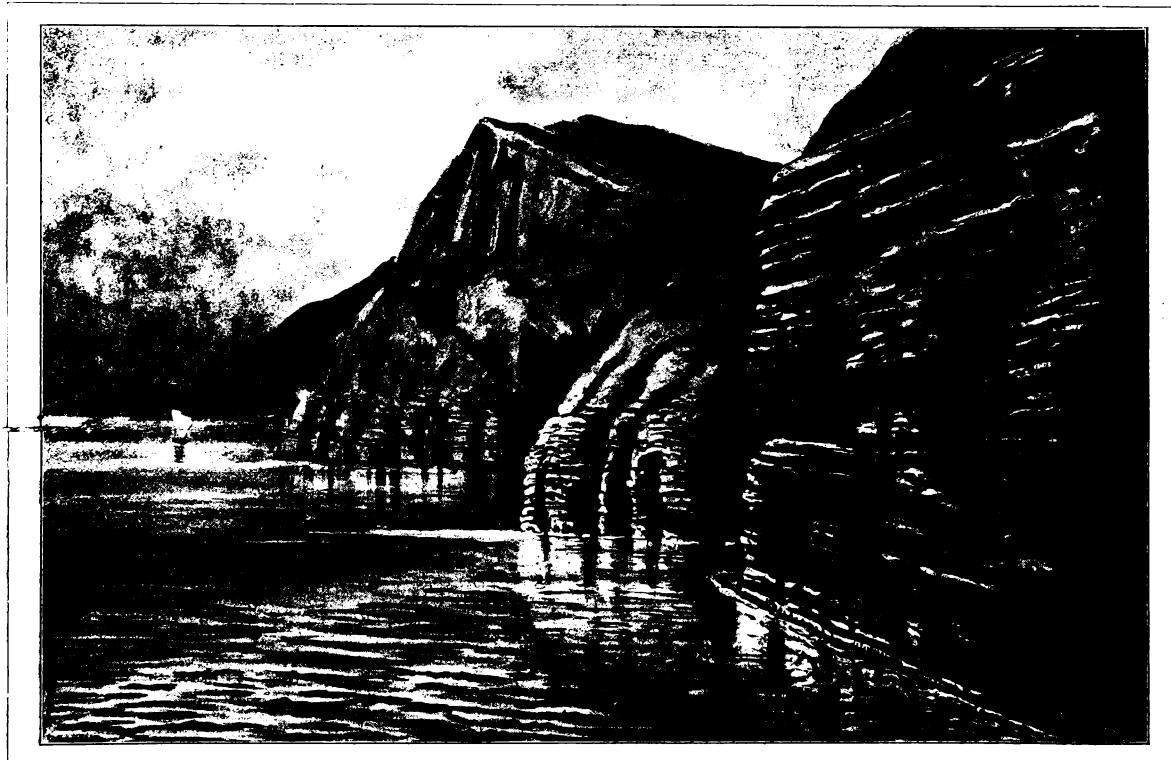
Freilich müßte man denken, daß dabei Faltungen auf der ganzen Erdoberfläche auftreten müßten, während es doch Gebiete gibt, die schon seit sehr frühen Epochen der Erdgeschichte keine Faltungen durchgemacht haben. Die ältesten Schichten sind allerdings überall sehr stark gestört, so daß man sich für diese Zeiten eine allgemeine Faltung durch Schrumpfung sehr gut denken kann. Später aber tritt die Faltung gegenüber den rein vertikalen Störungen immer mehr zurück. Ein Schüler von Sueß, L. Waagen, hat sich nun gedacht, daß die Faltung nicht eine allgemeine Folge der Schrumpfung sei, sondern daß nur die Ränder versinkender Schollen eine Faltung erfahren hätten. Nach der Auffassung von Sueß gibt es also nur Faltungen und Senkungen. Da finden sich aber Erscheinungen, die damit nur schwer zu vereinen sind. An verschiedenen Stellen, besonders in Skandinavien, hat die Brandung des Meeres in Form von weithin zu verfolgenden Strandlinien Zeichen geschaffen, die an einen anderen früheren Stand des Meeresspiegels erinnern. Diese Linien lassen sich in höherer Lage weit über das Land hin verfolgen und aus ihnen müßte man schließen, daß also das Land über das Meer emporgehoben worden oder daß der Meeresspiegel zurückgetreten sei. Sueß hat sich für die letztere Ansicht entschieden. Er dachte sich, wenn die Geschwindigkeit der Erddrehung aus irgendeiner Ursache größer würde, so müßte auch die Fliehkraft zunehmen und infolgedessen sich die Abplattung verstärken. Die Erdkruste leistet nur durch ihre Festigkeit diesen Anforderungen Widerstand, aber das leicht flüssige Wasser muß sich sofort auf die neue Form einstellen. Es würde gegen den Äquator hingedrängt und daher würde der Meeresspiegel hier steigen und in höheren Breiten sinken. Nun ganz abgesehen davon, daß man eben gar keinen Grund finden kann für eine Beschleunigung der Erddrehung, sind die Verhältnisse in Skandinavien solche, daß diese von Sueß gegebene Erklärung fallen müßte. Die Strandlinien steigen nämlich von den Küsten gegen das Innere des Landes deutlich an und erreichen hier eine Höhe von 250 Metern; ihre heutige Lage kann also nur erklärt werden durch eine wirkliche Hebung des Landes. Ähnliche Aufbiegungen des Landes wurden auch noch in vielen anderen Gebieten nachgewiesen, so daß man in neuerer Zeit zu der Ansicht gekommen ist, daß doch Kräfte des Erdinnern sich durch Hebungen äußern, daß also die Gestalt der Erdoberfläche nicht so sehr nur von der Kontraktion beherrscht sei, sondern daß Vorgänge in den heißen Tiefen bedeutende Bewegungen der Erdkruste bedingen. Die Betrachtung mancher vulkanischer Gebiete hat diese Ansicht noch gefördert,

denn man hat da gesehen, daß mit vulkanischen Ausbrüchen auch hebungen hand in hand gehen.

Die größte Schwierigkeit, die der Kontraktions-theorie entgegensteht, ist aber die Tatsache, daß Gebirgsfaltungen keineswegs in allen Epochen der Erdgeschichte auftreten. So ging der Aufrichtung der heutigen großen Hochgebirge im Tertiär eine lange Zeit der Ruhe voraus und zwischen der Steinkohlen-formation und dem Tertiär hat die Erde keine große Umbildung durch Faltung erfahren. Auch im Altertum der Erde wechseln solche Zeiten der Störung mit Ruhepausen. Es ist nur schwer einzusehen, warum die durch Abkühlung bedingte Zusammen-

Arldt hat in den letzten Jahren diese Ansicht besonders vertreten. Können auch manche auffallende Züge im heutigen Antlitz der Erde so verstanden werden, so ist diese Theorie doch nicht imstande, die Veränderungen im Lauf der Erdgeschichte zu erklären; man müßte da an Änderungen in der Lage dieses geometrischen Körpers denken, ohne sie jedoch physikalisch begründen zu können.

Eine Reihe von weiteren Hypothesen ruhen auf einer anderen Vorstellung. Die Schweremessungen haben nämlich gezeigt, daß die Kontinente und Gebirge keinen Massenüberschüß bedeuten, sondern umgekehrt, daß die Erdrinde unter den Meeren schwerer



Strandlinien an den nordeuropäischen Küsten.
Zeichnung von C. Winkler-München.

ziehung durch lange Zeiträume aussehen sollte. Man ist als unter den Kontinenten. Dies hat zur Vor-
hat deshalb schon zu der Vorstellung gegriffen, daß in
der Erdentwicklung sich Zeiten mit vorwiegender
Kontraktion und daher Senkung und Faltung und
solche der Ausdehnung und daher Hebung ablösen;
doch ist man noch sehr weit davon entfernt, solche
Ansichten wirklich begründen zu können.

Eine ganz andere Hypothese geht ebenfalls von der Kontraktion aus. Da von den regelmäßigen Körpern die Kugel den größten, das Tetraeder aber den kleinsten Rauminhalt besitzt, hat man gemeint, daß bei der Kontraktion die Form der Erde sich von der Kugelgestalt mehr und mehr dem Tetraeder nähern müsse. Da aber durch die Drehung der Erde immer wieder die Kugelgestalt erhalten wird, so müßte daraus eine Zwischenform hervorgehen. Th.

kruste auf dem flüssigen Erdkern schwimmen und sich dabei das Gleichgewicht halten. Wenn nun eine hohe Scholle durch die Wirkung der Abtragung erniedrigt und dadurch erleichtert wird, müßte sie gehoben werden, während gleichzeitig eine tiefere mit Sedimenten bedeckte sinken müßte. Dabei könnte es auch zu horizontalen Bewegungen und daher zu Faltungen kommen. Eine besondere Stütze erfuhr diese Ansicht durch die Erkenntnis, daß die meisten Gebirge von mächtigen Meeres-schichten aufgebaut sind. Man dachte sich, daß diese Schichten in Mulden des Meeresgrundes abgelagert wurden und dabei der Grund dieser Mulden — man nennt sie Geosynklinale — immer im Sinken begriffen war. Durch

dieses Sinken wären diese Schichten in Zonen mit größerer Wärme gekommen; die nun folgende Erwärmung hätte eine Ausdehnung und damit Aufwölbung zur Folge gehabt. Reyer, der diese Ansicht besonders vertritt, denkt sich nun, daß die darüber liegenden Schichten, die noch nicht verfestigt waren, ins Gleiten kommen müssten. Dieses Abgleiten hätte aber dann eine Faltung und Überschiebung verursacht. Es ist kein Zweifel, daß diese Theorie, die noch in den letzten Jahren vielfach Anklang fand, in mancher Hinsicht befriedigt, daß sie aber die Vielheit der Erscheinungen nicht ohne Zwang erklären kann.

Vor unseren Augen gehen auf der Erdoberfläche beständig Umlagerungen von Massen vor sich; Gebirge werden abgetragen und die Sedimente in der Tiefe abgelagert. Die Erdgeschichte endlich zeigt, daß Hebungen und Senkungen und auch tangentiale Verschiebungen in der Erde stattgefunden haben. So hat man nun die Frage aufgeworfen, ob nicht diese Massenumsetzungen Veränderungen in der Lage der Drehungssachse der Erde hervorruhen müssten. Genaue Messungen haben nun ergeben, daß die Erdpole in der Tat ihre Lage verändern, freilich nur sehr wenig, denn die größte bisher gefundene Polverschiebung beträgt nur 20 Meter. Nun sind das Änderungen, die sich in sehr kurzer Zeit abspielen, die also nur auf ganz unbedeutende Ursachen zurückgeführt werden können und die auch wieder nur sehr geringe Wirkungen haben können; man hat übrigens schon versucht, die Erdbeben damit in Zusammenhang zu bringen. Diese Erkenntnis hat nun die Meinung nahe gelegt, daß die Pole auch viel größere Schwankungen zeigen könnten, Schwankungen, die sich nur in sehr langen Zeiträumen vollziehen würden. Namhafte Forscher haben das Vorkommen versteinerter Pflanzen in hohen Breiten auf solche Polverschiebungen zurückzuführen gesucht und gerade der Charakter der tertiären Pflanzen in Alaska, Grönland, Spitzbergen und Japan läßt auf eine einstige Lage des Nordpols in Nordasien schließen. Auf die Frage, ob solche großen Polverschiebungen physikalisch möglich seien, haben die Physiker und Astronomen verschieden geantwortet; aber der berühmte italienische Astronom Schiaparelli hat erklärt, daß die Astronomie eine solche Möglichkeit durchaus nicht leugnen könne.

Kreidgauer geht von der Vorstellung aus, daß sich die Erdrinde über dem flüssigen Kern zu verschieben vermöge; die Schrumpfung des Erdkernes schaffe nun nicht regellos über die Erdoberfläche hin verteilte Falten, sondern die Rinde erfahre dabei am Äquator die Ausbildung eines Faltenringes. Bei diesem Schub gegen den Äquator käme es aber auch zu Stauungen in meridionaler Richtung, so daß also diese zwei Gebirgsrichtungen daraus hervorgehen würden. Er sucht für die einzelnen Epochen, in denen Gebirgsbildung aufgetreten ist, diese beiden Richtungen und damit die Lage der Pole und kommt zu dem Schluß, die Pole seien über die ganze Erde hinweggewandert; so sei der Nordpol heute dort, wo

einstens der Südpol war. Es wären also die Veränderungen in der Erdkruste bedingt durch ein solches Wandern der Pole.

In weit engeren Grenzen bewegt sich die von Reibisch begründete Pendulationstheorie, die in den letzten Jahren so viel Staub aufgewirbelt hat. Er stellt sich vor, daß die Pole auf einem ganz bestimmten Meridian in langen, den geologischen Epochen entsprechenden Zeiträumen hin und her pendeln. Wenn die Pole ihre Lage geändert haben, so müßte sich die Abplattung auf die neue Lage einstellen und so würde sich zunächst das Meerwasser gegen den neuen Äquator hindringen, in den neuen Polar-gegenden dagegen zurücktreten. Allmählich müßte aber auch die feste Erde ihre Gestalt der neuen Drehungsrichtung anpassen und die Ausbildung der neuen Abplattung müßte naturgemäß in den Polar-gegenden eine Zusammenpressung, in den Äquatorial-gebieten dagegen eine Ausdehnung, also Zerrung und Senkung, hervorrufen. Es würde zu weit führen, dies im einzelnen hier auszuführen. Reibisch sucht in dieser Weise sowohl die beobachteten vertikalen als auch tangentialen Krustenbewegungen zu erklären. Diese Theorie wurde dann von Simroth hauptsächlich durch biologische Argumente gestützt, deren Stichhaltigkeit aber durchaus nicht allgemein anerkannt wird. Welche Ursachen haben aber die Schwingungen der Rotationsachse hervorgerufen? Da stellt Simroth eine wohl mehr als gewagte Hypothese auf: Afrika, ein alter Kontinent, sei nur ~~ein~~ auf die Erde gefallener Mond und durch dieses Herabstürzen eines Weltkörpers auf die Erde sei das Gleichgewicht gestört worden und die Achse in Schwingungen geraten!

Im Gegensatz zu dieser muß die von August v. Böhm (1910) aufgestellte Hypothese sehr befriedigen; denn sie ruht auf einer wissenschaftlich sicherer Basis. G. Darwin, der Sohn des großen Naturforschers Ch. Darwin, hat nämlich gezeigt, daß die durch die Anziehung des Mondes auf der Erde hervorgerufene Flutwelle die Geschwindigkeit der Erddrehung vermindert; dadurch wird aber auch die Fliehkraft geringer und deshalb muß natürlich auch die Abplattung der Erde abnehmen. Die Erde würde also aus einem Sphäroid allmählich zur Kugel werden. Böhm untersucht nun in sehr scharfsinniger und exakter Weise, welche Verschiebungen bei einer solchen Veränderung der Abplattung in der Erdkruste vor sich gehen müssen. Zuerst muß natürlich wieder das Meer auf die neue Drehungsgeschwindigkeit reagieren; es tritt aus den niederen Breiten zurück und drängt gegen die Pole vor. Allmählich folgt aber auch die feste Erde. Denkt man sich zwei extreme Fälle nebeneinander, ein sehr stark abgeplattetes Sphäroid und eine Kugel, so erkennt man sofort, daß der Äquator des Sphäroides viel größer ist als der der Kugel. Wenn also das Sphäroid durch Veränderung der Drehungsgeschwindigkeit in die Kugel übergeht, so müssen die äquatorialen Teile sich dem Erdmittelpunkte nähern, es muß also in niederen Breiten dabei zu Senkungen kommen. Dies Zu-

sammendrängen gegen den Erdmittelpunkt kann aber nur stattfinden, wenn gleichzeitig die polaren Gegenden sich von ihm entfernen, also gehoben werden. Eine genaue Verfolgung dieses Vorganges ergibt sofort, daß dabei aber die Punkte der Oberfläche auch eine Änderung in ihrer Lage zum Äquator erfahren müssen; sie werden naturgemäß von ihm weggedrängt und etwas den Polen genähert. Dort, wo sich die alte und die neue Oberfläche schneiden, findet natürlich weder eine Senkung noch eine Hebung statt, sondern diese Gegenden erleiden nur eine tangentiale Verschiebung gegen die Pole. Diese tangentialen Verschiebungen wären also die Ursachen der Faltungen und Überschiebungen in mittleren Breiten, während an den Polen Hebungen, am Äquator dagegen Senkungen herrschen würden. Die Wasserbedeckung ist vorangegangen, die feste Erde gefolgt. Die zuerst bedingte Überflutung an den Polen wird abgelöst von einem Herausheben der Festländer aus dem Wasser und auf die anfängliche Wasserentblöhung der niederen Breiten folgt ein Untertauchen unter den Meeresspiegel.

Soweit die Hypothese. Und tatsächlich lassen sich mit ihr die Beobachtungen in Einklang bringen. Die polaren und äquatorialen Breiten zeigen solche Schwankungen zwischen Festland und Meer, mit einem Übergewicht von Landhebungen in hohen, Landsenkungen in niederen Breiten und die Gebiete dazwischen sind vorwiegend der Schauplatz tangentialer Bewegungsvorgänge. Diese Hypothese kann um so leichter Anklang finden, als innerhalb ihres Rahmens die mannigfachsten Vorgänge im einzelnen möglich sind. Der tangentiale Schub braucht nicht gerade genau in der Richtung gegen die Pole gewirkt haben. Der Zusammenstoß erfolgt vom Äquator weg in immer schmälere Zonen, so daß auch ein Übereinanderschieben senkrecht zur Hauptrichtung eintreten muß; dadurch sind aber auch alle Zwischenrichtungen denkbar und gerade bogenförmig angeordnete Falten müssen dabei häufig entstehen, wie sie auch auf der Erdoberfläche die Regel sind.

Ein außerordentlicher Vorzug dieser Theorie ist aber, daß sie imstande ist, auch das Aussehen der Gebirgsbildung zu erklären. Die Starrheit des Erdkörpers erlaubt nämlich nicht, daß sich die Abplattung sofort mit Verminderung der Drehungsgeschwindigkeit ändert. Die Neigung, den neuen Anforderungen zu folgen, ist von Anfang an da, aber die Kräfte müssen sich erst summieren, um den Widerstand der starren Massen zu überwinden. Ist die neue Abplattungsform erreicht, so verändert sich wieder nur zuerst die Lage des Meeresspiegels und erst später erfolgt die Ausbildung einer neuen Form auch im festen Erdkörper. So erklärt uns diese geistreiche und streng wissenschaftliche, ganz frei von Phantasterei durchgeführte Theorie nicht nur die Fülle der Bewegungsscheinungen in der Erdkruste, sondern auch das Wechselspiel in der Verschiebung der Strandlinien und endlich auch das bisher so rätselhafte Aussehen der gebirgsbildenden Vorgänge in langen Zeiträumen. Die Kontraktionstheorie, die

von allen vorgeführten Hypothesen allein noch durch ihre geniale Durchführung mit dieser einen Wettbewerb aushalten könnte, vermochte diese Schwierigkeit nicht zu besiegen. Man kann sich nämlich nicht denken, daß auch bei der Kontraktion sich die Kräfte summieren, sondern die Kruste müßte sofort der Schrumpfung des Erdkernes folgen. Denn in dem Augenblick, wo das Gewölbe der Kruste — wenn dies überhaupt denkbar wäre — sich über dem verkleinerten Kern schwebend erhielte, würde auch der Druck auf das Erdinnere nachlassen und wieder eine Ausdehnung bedingen. Es könnte also niemals zu einer langen Unterbrechung im Nachsinken der Kruste kommen.

Böhm leugnet die Möglichkeit der Faltung durch Kontraktion keineswegs, aber er verlegt diese Vorgänge in die ältesten Epochen der Erdgeschichte; denn gerade die ältesten Schichten zeigen, daß damals Faltungen allenthalben über die Erde hin verbreitet waren. Für die späteren Zeiträume aber hielt er daran fest, daß eine Faltung durch Kontraktion nicht mehr eintreten konnte. Die Jugend der Erde wäre also gekennzeichnet besonders durch mächtige und heftige Bewegungen der Kruste, während im Alter diese Vorgänge immer seltener würden.

Diese Theorie schließt keineswegs andere Erklärungsmöglichkeiten gänzlich aus. Mit ihr ist ganz gut vereinbar, daß Senkungen von einzelnen Schollen auf die Richtung von Faltungen Einfluß gewinnen, daß Magma aufgepreßt wird und dabei entweder zum Ausbruch gelangt oder nur die darüber lagernden Schichten dabei hebt und daß schließlich die einzelnen Schollen sich bis zu einem gewissen Grade im Zustand des Gleichgewichtes befinden. Da die Erde kein homogener Körper ist, so müssen auch die Bewegungen keineswegs mit mathematischer Regelmäßigkeit sich vollziehen, sondern es ist da eine Vielheit der Erscheinungen möglich. Gerade, daß sie eben die Natur nicht zu sehr in ein Schema zwingt und doch der ganzen Entwicklung eine große einheitliche Hauptursache zugrunde legt, sichert dieser Theorie in der Geschichte der Forschung eine hervorragende Stellung.

Überaus mannigfach sind die Vorstellungen, die sich der forschende Menschengeist über die Ursachen der Umbildung der Erdoberfläche und besonders der Bewegungen in der Erdkruste gebildet hat. Sie sind verschieden nach dem Boden, auf dem sie erwachsen, nach den Erscheinungen, die vor allem zur Erklärung herausgefordert haben. Von einer endgültigen Lösung der Probleme ist natürlich auch da die Naturwissenschaft weit entfernt, denn unbegrenzt sind noch die Möglichkeiten für neue Entdeckungen. Wie sehr alle unsere physikalischen Vorstellungen eine Umbildung erfahren können, läßt uns die Entdeckung des Radiums mit seinen geheimnisvollen Eigenschaften ahnen. Die Bedeutung dieses Elementes für die Physik der Erde kann noch nicht entsprechend gewürdigt werden, aber schon gibt es Anzeichen, daß seine Wirkungen in der Entwicklung des Erdinneren eine ganz besondere Rolle spielen.