

Der asiatische Bau und seine Bedeutung für die Tektonik der Erde.

Von K. Leuchs.

Seitdem EDUARD SUESS mit genialem Blick die wesentlichen Züge im Bau von Asien erkannt hat, als Ausdrucksformen eines während langer Zeiträume sich vollziehenden Bewegungsvorganges, welcher seinen vorläufigen Abschluß erfahren hat durch die Vereinigung des alten Nordlandes mit Teilen des alten Südlandes, sind durch die rastlose Arbeit vieler Forscher unzählige neue Beobachtungen und Folgerungen gebracht worden, welche heute eine wesentlich genauere Darstellung großer Teile der asiatischen Landmassen ermöglichen.

Aber trotz mancher Umgestaltungen, welche die SUESS'sche Vorstellung dadurch erfahren hat, ist doch ihr Kern erhalten geblieben. Er ist das Leitmotiv, welches für alle Darstellungen des Entwicklungsganges von Asien gleichsam richtunggebend wirkt und diesem grundlegenden Gedanken ordnen sich auch die scheinbar widersprechendsten Tatsachen unter, sofern es nur gelingt, sich vor dem Ertrinken in Einzelheiten zu hüten und über der Würdigung der örtlichen Vorgänge die Beziehung zum Ganzen nicht zu übersehen.

In ausgezeichnete Weise hat vor kurzem EMIL ARGAND dies unternommen und sein Werk¹, welches eine eingehende, auf dem Studium der gesamten Literatur aufgebaute Darstellung der allmählichen Entstehung des asiatischen Kontinentes bietet, möge daher im folgenden etwas ausführlicher besprochen werden.

Es erscheint mir das auch aus dem Grunde nützlich, weil ARGAND dabei nicht nur den Entwicklungsgang von Asien, sondern darüber hinaus auch das Wesentliche der Entwicklung von Eurasien, ja mehr oder weniger der ganzen Erde darlegt und dadurch zu Vorstellungen über das Wesen und über die Ursachen der Tektonik gelangt, welche in vieler Beziehung als höchst beachtenswert zu bezeichnen sind und geeignet erscheinen, die Vorstellungen über die tektonischen Vorgänge vielfach in neue und bessere Beleuchtung zu rücken.

¹ La Tectonique de l'Asie. Compt. rend. XIII. Congrès géol. internat. 1922. Lüttich 1924.

So wird Asien und besonders Zentralasien zum Ausgangsgebiete dieser neuen Anschauungen. Das mag im Hinblick auf die dort noch bestehenden Lücken in der Erforschung zunächst verwunderlich erscheinen, erklärt sich aber aus dem verhältnismäßig einfachen Aufbau und aus der Großräumigkeit der tektonischen Elemente dieser Gebiete. Sie bieten den Schlüssel, welcher die Tektonik auch der anderen Erdteile aufschließt und es ermöglicht, dem Wesen der tektonischen Vorgänge überhaupt näher zu kommen.

Zunächst einige grundsätzliche Anschauungen ARGAND's.

Jede Orogenese ist ein Zyklus von Bewegungsvorgängen, welcher sich aus Vorläufern, Paroxysmen und Nachläufern zusammensetzt und demgemäß über eine längere Zeitspanne erstreckt. So ist die kaledonische Orogenese die des älteren, die hercynische die des jüngeren Paläozoicums, während die alpine im Mesozoicum beginnt und bis heute andauert.

Demgemäß darf sich die Tektonik nicht auf die Feststellung des heutigen Baues beschränken, sondern muß auch die dabei wirksame Bewegung ergründen, so daß eine wahre tektonische Synthese nur möglich ist unter Berücksichtigung der Vorgänge in drei Dimensionen und der zeitlichen Entwicklung.

Nicht alle Ketten entstehen aus Geosynklinalen und nicht stets sind die Ketten auf einen einzigen Strukturtypus zurückzuführen.

Ältere Hindernisse im Bereiche der Kettenbildung können sich durch Achsenneigungen in diesen bemerkbar machen, wie solche auch bei Schnitten von Decken und topographischer Oberfläche entstehen.

Vertikale Bewegungen sind die Folge von horizontalen und durch diese verursacht. Daher führt die Trennung beider Bewegungsarten zu einem Chaos, welches die Harmonie der regionalen Tektonik stört. Verwerfungen erfordern viel geringere Energie zu ihrer Entstehung als Faltungen, es sind nur Einzelwirkungen, welche sich, wie die großen Zerrspalten, durch horizontalen Zug erklären lassen.

Den horizontalen Kräften, Druck und Zug, ist alles unterworfen, es gibt keine Tafelländer, alles ist, wenn auch schwach, gewölbt.

Auch Querfalten entstehen gleichzeitig mit Längsfalten, z. T. sind es selbst solche.

Rückfaltung ist nur ein Spezialfall des Bewegungsmechanismus und damit entfällt die Notwendigkeit zweier nach Richtung und Zeit verschiedener Schübe.

Für die zeitliche Verschiedenartigkeit der Bewegungen in einem Gebiete spielt auch die verschiedene Mobilität der Gesteinsreihen und ihre durch Faltung und magmatische Vorgänge erfolgte Versteifung eine wichtige Rolle.

Das zeigt sich besonders in den Virgationen, welche für die Erkenntnis der feineren Bewegungen der Bögen von größter Bedeutung sind.

Dies sind einige der Annahmen, welche für die weitere Betrachtung leitend sein werden.

Bei der Untersuchung der Schicksale Asiens scheiden zunächst Arabien und Vorderindien als Fremdkörper aus. Die ältesten Teile des Kontinentes sind dann: das Sibirische Massiv mit vorcambrischem Kern im N, das Sinische Massiv im O, das Südostchinesische Massiv und die Tarimscholle oder Serindien (nach der Bezeichnung der Alexandriner).

Diese Massen sind vorcambrischer Entstehung, wie auch in Europa die Russisch-Fennoskandische Tafel.

Es sind die Kerne, um welche herum und zwischen welchen sich die paläozoischen Ketten herausbilden.

Wenn nun auch diese alten Kerne von den paläozoischen Meeren größtenteils überflutet wurden, so sind doch nur teilweise jüngere Faltungen in ihnen erfolgt.

Im Gebiete des alten Scheitels tritt die komplexe Entstehung mehr und mehr hervor. Ein Teil ist vorcambrisch gefaltet, der Großteil der Falten ist älter als Mitteldevon, die Randfaltung erfolgte nach dem Silur und ein Teil im SO ist erst hercynisch¹ gefaltet.

Das Gebiet besaß demnach vorwiegend Geosynklinalcharakter und wurde mehrfach gefaltet, zuerst im Algonkium, dadurch wurde ein Teil der Geosynklinale abgetrennt, während andere Teile erhalten blieben oder in einem oder mehreren späteren Zyklen reaktiviert wurden. Von den kaledonischen Bewegungen ist noch zu wenig bekannt, erst durch die hercynischen wurde das Gebäude fertig.

Der alpine Zyklus erzeugte Deformationen im Scheitel und an seinen Rändern, im Kwenlun wurden durch ihn vordevonische Reste in den hercynischen Falten zutage gebracht.

Es sei hier besonders darauf hingewiesen, daß Tibet kein altes Massiv ist, dagegen die Tarimscholle, so daß auch diesbezüglich Übereinstimmung mit meinen Annahmen besteht.

Im NW, N und NO ist das Sibirische Massiv von Resten einer periarktischen alpinen Kette umgeben (Taimyrbogen, Werchojanskischer Bogen), welche einer periarktischen Geosynklinale entstammt; es wäre möglich, daß ein großer Teil von NO-Asien dazu gehört.

Die Faltung schreitet weiter im kaledonischen, hauptsächlich aber im hercynischen Zyklus, die großen Gebirge Innerasiens entstehen, und noch weit im S, im Himalaya ist diese Orogenese bemerkbar. So vergrößert sich der asiatische Bau gewaltig.

¹ hercynisch ist hier mit carbonischer Faltung gleichzusetzen.

Der alpine Zyklus beginnt im Perm oder in der Trias und dauert fort bis heute mit größter Verschiedenheit der Phänomene. Aber auch die früheren Zyklen erzeugten solche Verschiedenheiten, sie sind nur weniger deutlich sichtbar.

Das Wesen der Faltung läßt sich jetzt besser erkennen: „im Untergrund entstehen plastische oder halbplastische Deformationen, die Oberfläche paßt sich diesen an und das nennen wir Faltung.“ Es ist also die Faltung eine Reaktion der oberen Massen auf die Bewegungen der unteren.

Im alpinen Zyklus ist zunächst der andine Subzyklus wirksam, der bis in die Unterkreide dauert. Er erzeugte hauptsächlich Deformationen im O und W Eurasiens, bearbeitete aber auch ganz Eurasien, allerdings nur in Form einer sanften Knetung.

Was nun die Art der alpinen Bewegungen betrifft, so ist das herrschende Bewegungsspiel die Annäherung der beiden Kontinentalmassen, Eurasien und Indoafrika, unter Verschmälerung der Tethys. Dabei lassen sich vier Arten der Bewegung unterscheiden: a) der Kontinente und b) im Innern der Kontinente, zusammen als intrakontinentale Energien bezeichnet, c) vor den Kontinenten, sie bildet die neuen Ketten, ist aber viel geringer als die beiden ersten, d) am Kontinentalrand hinter den Ketten, von noch geringerer Stärke.

Bei dieser Annäherung entstehen teilweise Doppelketten, wie im Mittelmeer und in Vorderasien. In Zentralasien müßte die N-Kette zwischen Karakorum und Jarkendbogen liegen, doch fehlt dafür noch der Beweis.

Auf jeden Fall lag das N-Ufer der Tethys südlich des heutigen Kwenlun. Dieses Gebiet wurde in schwache Grundfalten gelegt und bildete seitdem dauernd eine Barre.

Anders verhielten sich der westliche Tianschan, Alai und die Ostränder von Turan. Sie gehörten zu der meridionalen Depression vom Karischen Meer bis zum Meer von Oman, dementsprechend finden sich in ihnen marine Ablagerungen in Trias, Jura, Kreide, Eozän, mit dem Ausläufer der Tethys über das Pamirgebiet nach O. Auch im O (Szetschwan) bestand ein epikontinentaler Ausläufer nach O. Aber in Szetschwan liegt auch kontinentale Kreide, daher war dort zur Kreidezeit noch entsprechendes Relief vorhanden. Ich erwähne dies deshalb, weil damit ARGAND selbst die Wahrscheinlichkeit seiner Annahme vollständiger Einebnung erschüttert. Es soll nämlich nach jedem Zyklus eine ziemlich allgemeine Rumpfebene entstehen. So wäre nach dem Mitteljura das Endziel erreicht worden. Hier sind Anklänge an die Auffassung von WILLIS zu bemerken, der vollständige Einebnung vor der Kreidezeit (für die sinische Masse) annahm, weil nach seiner Ansicht Kreideablagerungen nicht vorhanden seien.

Nun haben aber die neuen amerikanischen Forschungen in der Mongolei Kreide (Dinosaurierschichten) nachgewiesen und die von mir schon 1915 behauptete Vertretung auch der Kreideformation in den Angaraschichten ist damit, wenn auch zunächst nur für Teilgebiete, sichergestellt. Somit haben auch in Zentralasien noch während der Kreidezeit Reliefunterschiede bestanden, welche eine Gliederung in Abtragungs- und Aufschüttungsgebiete ermöglichten. Auch die neuen Erfahrungen über epirogenetische Bewegungen in verschiedenen Teilen Europas und Asiens sprechen deutlich gegen die Annahme, daß das Endziel jemals erreicht wurde.

Durch die tertiären Paroxysmen wird die Tethys ausgefüllt, Vorderindien und Altasien werden verschweißt, vom Kap Comorin bis zum Eismeer wird alles deformiert, das ganze Asien wellt sich, sowohl in seinen ungleich erstarrten Tiefen als auch in seinen diskordanten Deckschichten; indem es sich wellt, zerbricht es teilweise. Dies ist, zusammen mit den isostatischen Ausgleichbewegungen, das Wesentliche des Vorganges.

Es entstehen also durch die Deformationen der Kontinente zweierlei Falten: solche des Untergrundes und solche der Decke. Beide können übereinander entstehen, gleiten übereinander weg und durch Lücken der Unterlage runzelt sich die Decke, deren verschiedene Schichten sich übereinanderverschieben können. Rahmenfaltung findet statt zwischen Erhebungen des alten Grundes, wie in Asien die Angaraschichten vielfach erkennen lassen. Die Grundfalten sind in Asien von größter Bedeutung. Es sind Falten höherer Ordnung, welche größere Komplexe älterer Faltengebiete umfassen. Die Grundfalte ist somit unabhängig von dem Verlauf der einzelnen Falten dieses Gebietes. Aber auch bei den Grundfalten zeigen sich die für jede Faltung maßgebenden Einflüsse: Einwirkung von Widerständen, Kampf um den Raum, der zu Steigerung der Faltung und Achsenänderungen, vertikal und horizontal, führt, verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen die Faltung, Rahmenfaltung.

Wahre Vertikalbewegungen gibt es nicht, es sind stets nur vertikale Wirkungen der Tangentialbewegung, wie auch die isostatischen Bewegungen durch tangentielle Deformationen verursacht sind.

Entsprechend der Größe der Effekte in den Grundfalten ist dort auch die Ausbildung der Verwerfungen viel größer. Was in den gewöhnlichen Falten eine „faillette“ mit einigen Metern Sprunghöhe ist und 100 m harter Bänke durchschneidet, das wird dort ein Bruch mit großer Sprunghöhe, der die ganze sichtbare Masse durchsetzt. Daher die Gefahr, diese Brüche für Radialverwerfungen zu halten.

Es gibt aber auch Radialdislokationen (scheinbar) unabhängig von Faltung. Aber diese Bewegungen

müssen an ihrer richtigen Stelle gesehen werden, nämlich in der dauernden und durchgehenden Deformation, welche sie einschließt. Denn Druck und Zug sind stets gleichzeitig und jeder Faltung entspricht auch Bruchbildung.

Die Grundfalten entstehen nicht aus Geosynklinalen, sondern es faltet sich in ihnen die Kontinentalmasse selbst. Sie haben das energetische Übergewicht wegen ihrer größeren Masse und größeren Starrheit, sie stellen nicht nur die spezifische Reaktion der Kontinente auf die tangentialen Kräfte dar, sondern auch die Hauptmanifestation der Faltung.

So ist die ganze Geschichte Eurasiens seit dem Cambrium ein Duell mit Gondwana.

Im alpinen Zyklus zerlegte sich die 12 000 km lange Kampfzone zwischen Assam und Westeuropa in immer mehr Einzelteile, Grundfalten und Brüche entstanden, die Falten wurden verstärkt und verlängert, die Brüche vervielfacht. Altmesozoisch beginnt die stärkere Zerlegung. In Gondwana löst sich das indische Massiv ab, die Depression Ob-Oman bildet sich heraus als eine Schwächezone, welche Alt-Europa von Alt-Asien trennt. In jenem erfolgen mesozoische Trans- und Regressionen über weite Gebiete, in diesem nur in den Randgebieten.

Demnach läßt sich Asien in einzelne Segmente zerlegen. Das wichtigste ist das zentralasiatische als das der stärksten Pressung und zugleich der größten achsialen Heraushebungen von Grundfalten und Geosynklinalketten. Es ist das Hochgebiet katexochen, an welches sich im W das turanische, im O das ostasiatische Segment schließt. Durch die Annäherung von Indoafrika leben die alten Massen wieder auf und das führt zu neuen Spezialisierungen. Tatsächlich sind ja auch, wie ich stets betonte, im Tertiär die Gebirge gewissermaßen neu entstanden, wobei durch die frühere Struktur die Möglichkeiten für Art und Verlauf dieser neuen Gebirge im wesentlichen vorgezeichnet waren. Das tritt deutlich hervor auch bei der Tarimscholle, welche ihren Einfluß als alte Masse auf ihre Umrandung ausübt.

So war „Serindien“ vorhercynisch Vorland des Tianschan, dieser selbst der linke, der Ural der rechte Flügel einer gewaltigen doppelten erzwungenen Virgation. Der Ural ist nichts anderes als der hercynische Westrand der Umwallung des Angaralandes, welcher beeinflusst wurde durch die russische Masse und durch ein nördlich des Hindukusch liegendes Baktrisches Massiv. Dieses scheint aber nach den neueren Untersuchungen nicht vorhanden zu sein, seine Rolle würde dann das Massiv von Usturt zwischen Kaspi- und Aralsee übernehmen.

Serindien teilte die vorhercynische Tethys in zwei Arme: der nördliche wurde hercynisch ausgefüllt (Raum zwischen Tarim und Mongol-Altai), im südlichen entstand der Kwenlun und die Tethys

wurde schmaler. Serindien erzwang dabei Virgationen: die des Tianschan gegen W, und zusammen mit Ordos die doppelte des Nanschan.

So herrschte am NO-Rande von Serindien die serindisch-sibirische Kompression, am N-Rande kam dazu die turanische (Maximum!), am NW-Rande herrschte die turanische über die stark verringerte serindo-sibirische.

Die Hervorhebung der Passivität der Tarimmasse ist tatsächlich in hohem Maße geeignet, die mannigfachen Bögen und Virgationen Innerasiens zu erklären und zeigt zugleich die große Bedeutung der alten Massive für die weitere Entwicklung.

ARGAND nimmt nun an, daß die paläozoische Tethys zwischen Indien und Tarim mehr ein Ozean als ein Meeresarm war und der hercynische Kwenlun auf der Kontinentalböschung Serindiens entstand, ähnlich wie die zirkumpazifischen Ketten auf solchen Böschungen entstanden sind.

Dann muß aber seitdem starke Annäherung der beiden Kontinente erfolgt sein; entweder wurde Indien allein bewegt oder Angaraland entgegengesetzt oder beide gegeneinander.

Es ist nun die Grundfaltung eine Faltung der Kontinentalmassen selbst, in ihren plastischen Tiefenzonen und ihren oberen Zonen mit geringerer Plastizität. In der Tiefe, dem Gebiete des plastischen Fließens, dominiert die horizontale Bewegung, und da diese die gesamte Salmasse ergreift, verweisen diese Überlegungen, die an sich unabhängig von der Starrheit oder Beweglichkeit der Kontinente sind, mehr auf die letztere.

Damit kommen wir wieder zu der Frage: sind die Kontinente beweglich oder nicht? Herrscht Fixismus oder Mobilismus?

Es folgt nun eine Kritik des Fixismus. Er ist, wie ARGAND sagt, keine Theorie, sondern nur ein vielen Theorien gemeinsames Element und in Wirklichkeit nur die Nichtstellung des Problems des Mobilismus, so daß er nur mit Bezug auf diesen erklärt werden kann. Er läßt sich weder beweisen noch anfechten und das ist das Los jeder Idee, welche mit dem Fehlen von Beweisen rechnet. Man vereinigt ihn meist mit der Kontraktionstheorie und mit der Ansicht, daß die Ozeanböden gleiche Natur und Dichte wie die kontinentalen Tiefen haben, von denen sie sich nur als weite Senkungen radialer Entstehung unterscheiden. Das ist aber unvereinbar mit der Isostasie. Die weitere Kritik führt ARGAND dazu, sich für die Annahme von Verschiebungen der Kontinente (WEGENER) zu entscheiden.

Die starken Fluktuationen des Tethysmechanismus zeigen den Einfluß der Heterogenität der beiden Salmassen, welche aufeinanderstoßen. Umgekehrt beweisen die schwachen Fluktuationen der zirkumpazifischen Tonnage die Herrschaft einer unter dem Stillen

Ozean liegenden homogenen und nachgiebigeren Masse als die der Kontinentalblöcke.

Es gibt daher keinen versunkenen pazifischen Kontinent und keine zirkumpazifische Geosynklinale. Die Randketten sind auf den Kontinentalabhängen entstanden und das ist der Unterschied zwischen andinem und geosynklinalem Typus.

Eine Geosynklinale entsteht im allgemeinen durch horizontalen Zug in der Salmasse. In dem dünneren Sal (des Grundes) steigt Sima auf, dadurch erklärt sich das Eindringen der magmatischen grünen Gesteine in abyssische und bathyale Sedimente, die Mischung mit Sedimenten geringerer Tiefe erklärt sich durch Rutschungen.

Durch Kompression der Salränder wird die Geosynklinale verengt, es entstehen die Ketten, und zwar meist zwei mit verschiedener Bewegungsrichtung.

Geht aber der Zug weiter, so zerreißt das Sal ganz und Sima dringt auf, die Geosynklinale wird zum Ozean und auf seinen Abhängen entstehen die Randketten.

Die Geosynklinale ist daher eine unvollständige Zerstückelung des Kontinentes, bei vollständiger Zerreißung entsteht der Ozean.

Bezüglich der intrakontinentalen Geosynklinalen sagt ARGAND, daß sie ausschließlich durch Belastung entstehen können. Das widerspricht aber dem früher Gesagten, wonach die Bewegungen von der Tiefe ausgehen und die oberen Massen ihnen nachgeben.

Bei der alpinen Kontinentverschiebung schob sich in Asien Gondwana unter Eurasien, in Europa darüber. Die ostalpinen Decken wären demnach der am weitesten vorgeschobene Teil von Afrika, entstanden ursprünglich auf dem N-Abhang des afrikanischen Kontinentes und z. T. vielleicht auch auf dem Sockel. Das Ufergebiet von Europa wäre sichtbar im katalonischen Massiv — Sardinien — Korsika — äußere Zentralmassive der Westalpen. Dann würde die Fortsetzung dieser Zone im Ostalpengebiete das *Vindelizische Land* sein, wie ich schon früher angenommen habe.

Ich möchte hier auf diese Annahme ARGAND's vom Südufer Europas nicht näher eingehen. Es sei nur erwähnt, daß die Art der östlichen Zentralteile der Ostalpen infolge ihrer engen Beziehungen zur böhmischen Masse dieser anscheinend so klaren Deutung doch in mancher Hinsicht widerspricht.

Die Entstehung der Gräben und Tiefen des Mittelmeeres wird durch Abreißen und Verfaltung eines von Afrika nach N sich vorstreckenden Vorgebirges erklärt.

Wie dem im einzelnen aber auch sei: auf jeden Fall zeigt sich auch hier wieder die *Bedeutung der Rahmenfaltung* zwischen Afrika und Alteuropa.

Es ist überhaupt die *Rahmenfaltung*, deren Erkennung schon alt ist und welche von SUESS zu einem Höhepunkt der klassischen Tektonik entwickelt wurde, einer solchen Verallgemeinerung fähig, daß die Theorie des Mobilismus selbst daneben nur als ein besonderer Fall derselben erscheint.

Drei Stufen lassen sich unterscheiden:

In kleinem Maßstab ist es die *Faltung der Decke*, deren Rahmen von Emporragungen der Nachbarschaft gebildet wird, von Grundfalten und Wölbungen, selbst von jungen Ketten.

In mittlerem Maßstab sind es die *Falten der Geosynklinalen*, deren Rahmen gegeben ist durch die Kontinentalmassen mit ihren Abhängen und durch den Sockel mit seinen Grundfalten, die oft in Wölbungen umgearbeitet sind.

In großem Maßstab ist es die *Grundfaltung*, welche die ganze Kontinentalmasse bewegt und deren Rahmen, wenn die mobilistische Ansicht richtig ist, nichts anderes ist als das Sima.

Mit jeder Vergrößerung des Maßstabes vergrößern sich die Anzeichen der Rahmenfaltung nach Ausdehnung, Tiefe und Tonnage. So scheint sich die Annahme der Rahmenfaltung derjenigen der vollständigen Deformationsbewegung zu nähern.

Wir wissen fast nichts von den Kräften, welche die *Triften der Kontinente* bestimmen, es muß vorläufig genügen, anzunehmen, daß durch *Strömungen im Sima* ein passiver Transport des Sal erfolgt, durch welchen die Eigenbewegungen des Sal ermöglicht werden.

Zum Schlusse sagt ARGAND: „Wenn die Kontraktionstheorie als unvereinbar mit dem Mobilismus gilt, so ist es durchaus nicht ebenso mit der Kontraktion, wenn sie stattfindet. Aber wenn man sie wieder angenommen hat, so kann heute niemand sagen, ob die Erde sich erwärmt oder abkühlt.“

„Was ich will, ist, auch bei diesen letzten Bemerkungen, das Primat der konkreten Tektonik hochzuhalten und die Nuance zu betonen, welche sie von Theorien jeder Art unterscheidet.“

„Die Ansicht von der Bedeutung der Rahmenfaltung ist im Grunde keine Theorie oder ein Extrakt von Theorien, sie ist nicht notwendig mit einer Theorie verbunden. Aber sie kann Theorien als Arbeitshypothesen verwenden.“

Soviel über ARGAND's Buch. Es ist nicht möglich, heute alle seine Folgerungen und Angaben zu besprechen, welche sich, wie erwähnt, nicht auf Asien beschränken, sondern mehr oder weniger eingehend den größten Teil der Erde, hauptsächlich die Nordkontinente, umfassen.

Es scheint mir — um das Wichtigste kurz zusammenzufassen — seine Annahme des Mobilismus, ganz gleich, ob sie mit irgendeiner Theorie verknüpft wird (ARGAND selbst will das nicht), eine sehr gute Erklärungsmöglichkeit zu sein. Die Ursache aller Bewegung liegt

in der Tiefe, die äußeren uns zugänglichen Bewegungsformen sind nur die mannigfachen Anpassungsformen der oberen Massen (der Decke) an die durch die Bewegungen der unteren Massen (des Untergrundes) veränderten Bedingungen.

Und auch die Bewegungen des Untergrundes sind wieder hervorgerufen durch Bewegungen in größerer Tiefe (Sima).

So wird der ganze Krustenmechanismus zu einem Vorgange, der sich zwar in den verschiedensten Formen äußert, der aber auf eine alles beherrschende Grundursache zurückgeht.

Darin dürfte der Hauptwert der Arbeit liegen, daß sie nämlich die Einzelercheinungen zu einem harmonischen Bilde vereinigt. Natürlich bleiben auch dabei noch viele Fragen ungelöst, aber dieses Schicksal teilt die ARGAND'sche Auffassung ja mit jeder anderen.

Nur einiges möchte ich hier andeuten.

Die ersten „Kerne“, welche wir einstweilen noch mit dem Sammelnamen „vorcambrisch“ bezeichnen müssen, bewegen sich auf dem Sima, bis eine Orogenese ihren Paroxysmus erreicht, die Kerne vergrößert und einzelne miteinander verschweißt (etwa: russischer + sibirischer + sinischer Kern). Dabei wären also, wenn wir an der Einheitlichkeit der Vorgänge festhalten, Bewegungen, d. h. Kontinentaltriften in verschiedenen Richtungen erfolgt. Erst allmählich bilden sich größere Komplexe heraus, es entstehen endlich die großen Kontinentalblöcke des Nordens und Südens, spät erst erfolgt deren Verschweißung, dabei aber auch die Zerlegung in neue Teile (z. B. Gondwana). Es würde demnach die WEGENER - Theorie höchstens für die letzten Zeiten ausreichen; für die früheren Zeiten müßten verschieden gerichtete Bewegungen angenommen werden.

Die Geosynklinalen sollen durch Zerrung des Sal entstehen, später durch Pressung wieder verschwinden. Es müßte also mit der Zeit ein Wechsel in der Art der Tiefenbewegungen stattfinden, so daß in einem Gebiet erst Zug, später Druck herrscht. Damit bietet sich vielleicht auch die Möglichkeit, einer anderen Frage näherzukommen, nämlich der nach der Entstehung der Ozeane. Nach WALTHER sollen diese erst im Mesozoicum entstanden sein. Wenn das richtig ist, könnte dann eine Beziehung bestehen zwischen der gesteigerten Kompression des alpinen Zyklus und der Bildung der Ozeane? Daß durch die Beschränkung der Hauptdruckwirkung auf schmale Zonen dafür andere Räume unter starken Zug kamen, auseinanderrissen und Platz für die Ozeane schufen?

Es scheint mir auch (genauer bin ich dieser Frage noch nicht nachgegangen), als ob die von Epikontinentalmeeren bedeckten Flächen früher wesentlich größer waren als heute. Wenn also früher überhaupt keine Ozeane vorhanden waren und durch die alpine

Orogenese erst die weiten Zerrungsbecken entstanden, andererseits weite Epikontinentalmeere verschwanden, so könnte eine dadurch bewirkte Ansammlung des Wassers in den neu entstandenen tiefen Becken erfolgt sein, ohne daß extra-tellurische Vorgänge herangezogen werden müßten.

So bietet ARGAND's Arbeit die Möglichkeit, alle Umgestaltungen der salischen Kruste durch Veränderungen im Erdinnern zu erklären.

Die Faltung erfolgt nicht gleichmäßig in der ganzen Kruste, sondern beschränkt sich im wesentlichen, und zwar um so mehr, je jünger der Zyklus ist, jeweils auf einzelne Zonen. Die anderen Gebiete bleiben mehr oder weniger unberührt. Diese Anschauung, welche ja jetzt wohl allgemein angenommen ist, läßt sich besonders in Asien gut beweisen, gilt aber auch für jedes andere Gebiet.

Es findet demnach eine Verschmälerung des Abstandes zwischen zwei starren Massen durch die Faltung des Zwischengebietes statt. Dieses selbst beweist durch seine Faltung, daß es einem Druck ausgesetzt war. Es erhebt sich nun die Frage, ob dieser Druck durch horizontale Bewegung der starren Massen gegeneinander oder durch vertikale Bewegung entstanden ist. Es ist klar, daß durch Einsinken von Krustenteilen gleichfalls Druck auf die angrenzenden mobileren Gebiete entsteht, welche sich dadurch falten und über die starre Scholle hinüberschieben.

Wenn als Faltungsbetrag in einem durch das Alpengebiet laufenden größten Kreise 800 km angenommen werden, der Erdumfang durch diese Faltung also um diesen Betrag verkleinert wird, so würde sich dadurch der Radius um weniger als 100 km verkürzen (etwa 1,5 %).

Bei einer gemäßigeren Anschauung über das Maß der Faltung aber, etwa 300 km, würde die Verkürzung des Radius nur rund 40 km betragen (0,6 %).

Ich möchte diese Berechnungen nur mitteilen, um darauf hinzuweisen, daß die Größe der bei Vertikalbewegungen nötigen Verlagerungen nicht sehr bedeutend ist. Es wäre vielleicht doch möglich, mit einem solchen „Zusammenbruch des Erdballs“, wie SUESS gesagt hat, zu rechnen, besonders wenn etwa die großen Mengen von Tiefenmaterial, welches durch den Vulkanismus gefördert wurde, und die Raumverminderung, welche diese Massen beim Erstarren erfahren, in Betracht gezogen werden. Und schließlich ist ja der Vulkanismus überhaupt nur möglich durch die Veränderungen des Druckes, welche in den einzelnen Teilen der Kruste eintreten und einen Ausgleich erfordern, welcher außer durch Faltung auch durch vulkanische Tätigkeit herbeigeführt wird.

Ich muß es mir versagen, hier weiter auf diese Fragen einzugehen, möchte aber doch noch bemerken, daß die Verlegung des Ursprunges der in der Kruste als Tangentialbewegungen sich geltend machenden

Kräfte in die Tiefe sehr dafür spricht, hierin die Wirkung der K o n -
t r a k t i o n zu sehen. Wenn wir annehmen, daß auch sie nicht
allseitig gleichmäßig erfolgt, so müssen sich die Kontraktions-
bewegungen in seitliche, also tangentiale Bewegungen umsetzen,
die sich dann in modifizierter Form bis an die Oberfläche fortpflanzen.
So scheint es mir, daß sich die Vorstellungen ARGAND's auf diesem
Wege doch mit der K o n t r a k t i o n s t h e o r i e vereinigen
lassen, deren Wert ja neuerdings wieder mehr anerkannt wird,
nachdem die verschiedensten, aus übertriebener Betonung einzelner,
ihr scheinbar widersprechender Beobachtungen entstandenen Ersatz-
theorien immer mehr an Boden verlieren.

(Eingegangen 12. III. 1925.)
