

## C. Besprechungen.

**Tektonisches Gut aus dem Schlußbande des »Antlitz der Erde«,**  
von E. Sueß.<sup>1)</sup> Besprochen von V. Uhlig.

Von allen besonderen Betrachtungen und Feststellungen, zu denen das „Antlitz der Erde“ so reichlich Anlaß gibt, ist vielleicht keine wunderbarer, als daß uns aus dem letzten Bande des unvergleichlichen Werkes dieselbe Jugendfrische, derselbe Ideenreichtum und dieselbe souveräne Beherrschung eines unermeßlichen Tatsachenmaterials entgegenreten, wie aus dem ersten. Nicht als Altmeister zieht E. Sueß im letzten Bande die Schlußrechnung seines großen Wirkens, sondern er greift als Meister in die lebendige Entwicklung der Wissenschaft kraftvoll ein.

Diese Feststellung bedingt eingehende Beschäftigung mit dem neuen geistigen Gute, mit dem uns Sueß beschenkt hat. Dazu erscheint wohl niemand mehr berufen und zugleich mehr verpflichtet, als die Geologen Oesterreichs. Die Dankbarkeit gegen den Schöpfer des großen Werkes wird nicht besser zum Ausdruck gelangen können, als auf diesem Wege.

In Erkenntnis dieser Sachlage hat die Geologische Gesellschaft in Wien dem Schlußbande des „Antlitz der Erde“ zwei Vortragsabende<sup>2)</sup> gewidmet, nachdem schon vorher der Meister selbst über den letzten Abschnitt „Das Leben“ gesprochen hatte.<sup>3)</sup> Die Synthese des Vulkanismus, die Tiefen und der Mond wurden von Franz E. Sueß, die tektonischen Verhältnisse von mir besprochen. Im Anschluß hieran wurde der Wunsch nach Drucklegung der Vorträge in tunlichst erweiterter Form ausgesprochen.

Indem ich hiemit diesem Wunsche Rechnung trage, verhehle ich mir nicht die großen Schwierigkeiten dieser Aufgabe. Eine erschöpfende Besprechung und Assimilierung aller tektonischen Gedanken und Neubauten des Schlußbandes kann bei ihrer großen Zahl und Tragweite nicht mit einem Male erfolgen, sondern muß zunächst auf das wichtigste ausgehen. Wird aber nach diesem Gesichtspunkte eine Auswahl vorgenommen, so werden sich vielleicht in der Beurteilung dessen, was das wichtigste ist, Abweichungen ergeben und mancher wird hier vielleicht gerade das vermissen, was ihm besonders wichtig erscheint. In vielen Fällen bringt auch erst die Zeit die Bedeutung einzelner Gedanken zur Reife.

Nicht weniger als 14 Abschnitte des Schlußbandes sind tektonischen Inhalts. Von diesen enthält der letzte, mit „Analysen“ betitelter Abschnitt eine kurze Uebersicht über die tektonische Gliederung unseres Planeten. Da diese Gliederung das große, glücklich erreichte End- und Hauptziel des ganzen Werkes bildet, so schien mir dieser Abschnitt den geeigneten Rahmen zu bilden, um das wichtigste Material zu umfassen. Nur die Alpen sollen einer gesonderten kurzen Besprechung unterzogen werden und zum Schlusse möchte ich einige neue tektonische Ableitungen hervorheben.

### *I. Uebersicht der tektonischen Analyse der Erde.*

Neun geotektonische und geohistorische Einheiten unterscheidet E. Sueß im Antlitz unserer Erde: 1. Laurentia; 2. die Kaledoniden; 3. der asiatische (oder eurasiatische) Bau; 4. die böhmische Masse; 5. Gondwanaland; 6. die Kapegebirge; 7. Australien und die Ozeaniden; 8. der andine Bau; 9. Antarktis. In mehreren von diesen Einheiten erkennt man unschwer die schon im ersten Bande begründeten Gliederungen; die Aufstellung anderer war durch den Fortschritt des Wissens bedingt. Manche

<sup>1)</sup> Der zweite Teil dieser Besprechung wird im ersten Heft des Bandes 1910 der „Mitteilungen“ erscheinen.

<sup>2)</sup> Sitzung vom 4. und vom 18. Dezember 1909.

<sup>3)</sup> Sitzung vom 20. März 1909.

Neuordnung war die Folge des erhöhten Standpunktes, der manche Gebirge in neuer Beleuchtung zeigte.

1. **Laurentia.** Entspricht im wesentlichen dem Kanadischen Schild, vermehrt um Randpartien mit horizontaler Lagerung der Schichten. Umfaßt ferner Grönland, vielleicht auch das ganze nordatlantische Bruchfeld, auf dem Island und Jan Mayen stehen und sogar die westlichen Hebriden und einzelne Vorgebirge von Schottland. Nach Sueß gehört vielleicht auch das Koloradoplateau dazu, sowie auch eine kleine Partie in Burnet City, oberhalb Austin, Texas.

Wo immer kambrische Schichten den abgefügten Urgebirgsrumpf überziehen, liegen sie horizontal. Jüngere Faltung fehlt ganz, außer im Nordwesten am Mackenzie, an dessen rechter Seite Devon und mittlere Kreide als Vorläufer der Rocky Mountains in Falten gelegt sind.

Laurentia bildet in mesozoischer Zeit Trockenland, ein „Asyl“ der Land- und Süßwasserfauna. Erst in der mittleren und oberen Kreide setzt eine Meerestransgression ein. Tertiäre Meeresbildungen sind auf die Nähe des Atlantischen Ozeans beschränkt. Ausnahmen bilden nur der östliche Teil Grönlands, in den marine Trias und arktischer Jura eindringen, und der Parry-Archipel im äußersten Norden, wo der Schild, bedeckt von Karbon, unter arktischen Jura taucht.

Laurentia verhält sich allen jüngeren Faltungen gegenüber als ein Vorland, zeigt jedoch in sich selbst keinen einheitlichen Bau. Wohl bekannt ist die mannigfaltige Reihe von vorkambrischen metamorphen Gesteinen mit ihren verschiedenartigen Faltungen, Diskordanzen und Transgressionen der erzeichen Gegend des Oberen Sees, deren Streichen völlig unabhängig ist von dem der Appalachien, wie auch dem der westlichen Kordilleren. Der größte Teil dieser uralten Falten war jedoch schon in vorkambrischer Zeit oder mindestens vor dem Potsdam-Sandstein abgetragen.<sup>4)</sup>

Laurentia ist in der westlichen Hälfte umgrenzt von den Rocky Mountains, den Appalachien und der Vereint-Staaten-Kette. Der östliche Teil ist um Grönland von großen Einbrüchen betroffen und durch das Auftreten von basaltischen Laven, größtenteils tertiären Alters, ausgezeichnet. Diese gehören zu derselben petrographischen Provinz, wie die neokomen und jurassischen Basaltlaven der arktischen Tafel und die noch älteren Basalte des Angaralandes und der Mongolei sowie die tertiären Basalte der Faröer, der inneren Hebriden und von Island und Schottland. Weder die arktische Tafel noch die Kaledoniden haben dem Eindringen der Laven eine Grenze gesetzt und so entsteht die Vorstellung von Lavabecken, deren Umriss unabhängig sind von dem Gefüge der älteren Gebirgszüge der Erdoberfläche. Die Gemeinsamkeit der tertiären Flora zeigt, daß die basaltischen Ergüsse von Grönland, Island, Jan Mayen, Faröer, mit schottischen Basalten ein zusammenhängendes nordatlantisches Basaltfeld bildeten, das durch Einbrüche, ähnlich den bekannten Kesselbrüchen Islands, zerstückelt wurde. Man kann sie trotz der auf 3000 m geschätzten Mächtigkeit der basaltischen Unterlage kaum als tiefere tektonische Dislokationen auffassen; alle bewegen sich im Panzer; Island ist ein „Panzerhorst“.

2. **Die Kaledoniden.** Auf die Ausscheidung dieser vordevonischen, submeridionalen Faltungszone hat E. Sueß bekanntlich seit jeher großes Gewicht gelegt, das nun durch die Entdeckung der Kaledoniden der Sahara oder Sahariden noch bedeutend verstärkt wurde. Die Kaledoniden bilden keine einheitliche Gebirgskette, wohl aber eine tektonisch einheitliche Zone, nicht nur bemerkenswert durch ihre gewaltigen Ueberschiebungen, sondern besonders durch den Umstand, daß sich diese Ueberschiebungen am Ostrande nach Osten, am Westrande nach Westen richten. Die Kaledoniden

<sup>4)</sup> Die Ableitungen der Mathematiker erfordern für eine frühe Vorzeit der Erde stärkere Gezeiten als die heutigen. Von allen auf geologischem Wege nachweisbaren größeren Abtragungen könnten nach Sueß allenfalls diese vorkambrischen Abfegungen Kanadas und die Rußlands mit ehemals stärkeren Gezeiten in Zusammenhang gebracht werden.

nehmen den westlichen Teil von Skandinavien ein und bilden ferner die Shetland- und Orkney-Inseln, Schottland, fast ganz Wales und einen beträchtlichen Teil von Irland. Vielleicht gehört auch das nördliche Spitzbergen hierher.

3. **Der asiatische (oder eurasiatische) Bau.** Zu diesem weltumfassenden Bau gehören: 1. Ganz Asien mit seinen östlichen Inselkränzen, mit Ausnahme des Shillongplateaus am Brahmaputra, Dekans und Zeylons; 2. ganz Europa mit Ausnahme der Kaledoniden und der vielleicht laurentinischen westlichen Hebriden; von Afrika ist 3. das Atlasgebirge hierher zu ziehen und endlich sind 4. im nördlichen und westlichen Nordamerika die Vereint-Staaten-Kette, die Rocky Mountains, das Eliagebirge und die Alaskiden, endlich im östlichen Nordamerika die Appalachen bis nach Texas und Oklahoma hierher zu zählen. Die Umgrenzung des asiatischen Baues ist somit durch zahlreiche Faltenbogen gebildet.

Durch den ganzen Süden des asiatischen Baues zieht die *Tethys*. Hier ist die wohlbekannteste Grenze nach Süden ungemein scharf ausgesprochen. Für die Abgrenzung der Inselkränze nach Osten waren zum Teil die großen Vortiefen maßgebend. *Sueß* zählt die Bonininseln und die Marianen zum asiatischen Bau; um die Südseite der südlichsten der Marianen, Guam, schwenkt bogenförmig eine schmale Vortiefe, die an einer bis zu 9636 m herabreichenden Stelle die größte bisher bekannte Meerestiefe erreicht. Von hier wird die Grenze über Yap (Vortiefe bis 7538 m) und die Palau-Inseln zu den Talauer Inseln und Halmahera gezogen. Im Nordosten streichen die asiatischen Ketten aus Asien nach Nordamerika und von Europa her greift ein freier Ast über den atlantischen Ozean in dieses Gebiet ein, wo er die Appalachen zusammensetzt. Auf diese Weise ist *Laurentia* völlig vom asiatischen Faltenbau umzogen.

Aber auch der asiatische und europäische Teil dieses Faltenbaues umschließt mehrere größere und kleinere eingefaltete Tafeln und alte Gebirgsstücke. Von diesen betrachtet *Sueß* die Kaledoniden und die Böhmisches Masse als besondere Einheiten; andere werden aus dem Rahmen des asiatischen Baues nicht herausgehoben. Zu diesen letzteren gehören: 1. Angaraland; 2. der baltische Schild und die russische Tafel; 3. die gebrochene arktische Tafel; 4. das Tafelland *Ordos* im Knie des *Hoangho*; 5. die Masse von *Cambodge* und 6. die Masse von *Südborneo*.

Angaraland dehnt sich vom Amphitheater von *Irkutsk* nach Osten bis an die Falten des *Lenadeltas*, im Norden bis an das Eismeer, im Westen bis über den *Jenissei* aus. Ähnlich wie in *Laurentia* liegen hier die Formationen vom *Kambrium* angefangen flach und waren den Meeresübergreifen so vollständig entrückt, daß sich hier im „Asyl“ die *Angara-Flora* ungestört entwickeln konnte. Im Gegensatz dazu war die *Russische Tafel* wiederholten Transgressionen der mesozoischen Meere ausgesetzt. Ähnlich die gebrochene arktische Tafel, die vermöge ihrer Lage zwischen den beiden Hauptzweigen der *Uraliden* dem asiatischen Bau zufällt.

Da die Kaledoniden zwischen *Laurentia* im Westen und dem baltischen Schild und Angaraland im Osten aus vordevonischer Zeit stammen, so waren die beiden größten Einheiten der nördlichen Hemisphäre, *Laurentia* und Angaraland, schon in dieser fernen Epoche aneinandergeschweißt. Ueber beide greift das devonische Festland *Eria*, das mit wechselnden Umrissen wahrscheinlich durch die ganze devonische Zeit bestanden hat. Es ist hauptsächlich begründet auf das merkwürdige Sediment des alten roten Sandsteins, mit seinem gleichartigen Auftreten in *Podolien*, im nördlichen *Rußland*, an der *Ostsee*, in *Schottland*, auf den *Orkneys*, *Shetland*, auf *Bären-Eiland*, *Spitzbergen*, *Ostgrönland*, *Ellesmere-Land*, in *Akadien* und im nordöstlichen Teile der *Vereinigten Staaten*. Die besonderen Verhältnisse dieser Region, ihre *Flora* (von *Dawson* die *erische* genannt), ihre *Fischreste*, sind oft beschrieben worden. Das Land war eine *Wüste*, streckenweise von *Seen* unterbrochen, von denen einige süß und mit *Abfluß* versehen, andere *abflußlos* und *salzig* waren.

Am Ufer des Baikalsees erkannte Sueß im „alten baikalschen Scheitel“ den Ausgangspunkt des asiatischen Faltenbaues. (Vgl. „Antlitz der Erde“, Bd. III, erste Hälfte.) Die Gebirgszüge des Baikalsees, Ostsajan, Changai und Gobi-Altai bilden hier bogenförmige archaische Gebiete mit der Konvexität nach Süden und mit Stücken, die in baikalschem Sinne nach Nordost und im sajanschen Sinne nach Nordwest streichen. Der alte Scheitel blieb frei vom kambrischen und allen jüngeren Meeren; später sind Teile an disjunktiven Dislokationen eingebrochen und posthume Faltungen haben die Angara-Serie im „Amphitheater von Irkutsk“ ergriffen. Im Westen des alten Scheitels richtet sich als jüngerer, selbständiger Scheitel der Altai auf und vor ihm liegen in dichtgedrängter Anordnung jene wenig individualisierten, langen und mächtigen, hoch in die Schneeregion aufragenden Faltungsketten, welche Sueß Altaiden genannt hat. Sie sind anfangs mehr oder minder konvex gegen Südwest, wie es die Aeste des Tian-shan zeigen. Bald entfernen sie sich von einander, bald drängen sie sich zusammen und türmen sich auf, wie im Nan-shan. Bald ziehen sie starr und geradlinig hin, wie der Tsing-ling-shan, bald sind sie gebeugt und abgelenkt. Nach Süden fortschreitend gelangen wir schließlich in die Region der Tethys, wo die pflanzenführenden Sedimente der Angara-Serie durch marines Mesozoikum verdrängt werden, aber auch hier ist noch keine Grenze des gleichsinnig nach Süden gerichteten Faltenbaues zu finden und so besteht vom Scheitel der Altaiden bis zum südlichen Randbogen des Himalaya kein anderer tektonischer Unterschied als wie zwischen den Wogen der offenen See und der Brandung am Ufer: jenen gleichen die Altaiden, dieser der südliche Randbogen.

Der Randbogen mit seinem Gegensatz von tibetanischer und Himalaya-Serie und der damit verbundenen großen Ueberschiebung und mit seiner Ueberschiebung der Sivalik-Serie findet nach Süden gebeugt seine östliche Fortsetzung im burmanischen und Banda-Bogen, seine westliche in den Sind-Ketten, im iranischen und taurischen Bogen und den Dinariden. Die Einzelheiten des mächtigen Randbogens, wie auch der östlichen Altaiden (s. Bd. III, 1. Teil) müssen wir hier übergehen und wollen nur dem im Schlußbande näher besprochenen Nordosten Asiens einige Worte widmen.

Eine Reihe von langen Ketten konvergiert von Süden her gegen die Mitte des Ochotschen Meeres: das Aldangebirge (Djugdjur, Nemerikan, Primorskii Chrebet), das Bureja-Gebirge (Kleiner Chingan), ferner Sichota-Alin und Sachalin. Innig verbunden mit den östlichen Altaiden Innerasiens reichen diese, Ochotiden genannten Ketten nach Süden tief in die Mandschurei. Nördlich von Ochotsk treffen die Ochotiden auf ein zweites Bündel, das von dem Bogen Kamtschatka—Kurilen bis in das Delta der Lena reicht. Es umfaßt außer dem Bogen Kamtschatka—Kurilen die Ketten von Gishiga und den großen Werchojanschen Bogen und konvergiert anscheinend gegen den unteren Anadyr. Sueß bezeichnet dieses Bündel als die Anadyriden. Als weitere Gruppe schließen sich die Alaskiden an, die alle Gebirgszüge zwischen den Aleuten und den arktischen Ketten von Alaska enthalten.

Im Werchojanschen Bogen sind bisher keine älteren Gesteine als paläozoische aufgefunden; die Höhen zwischen den Mündungen des Olenek und der Lena, berühmt durch das Hervortreten nicht nur der Trias, des Oxford, der Wolgastufen und des Neokom, sondern auch des Mittelias, bilden die freien Enden des Bogens, dessen Bewegung nach den Angaben v. Toll's gegen die konkave Seite, d. i. nach Norden, gerichtet gewesen zu sein scheint. Der Werchojansche Bogen enthält keine Vulkane. In Kamtschatka ist die vulkanische Tätigkeit hauptsächlich auf die Hauptlinie im Osten beschränkt; ein Hinausziehen der vulkanischen Tätigkeit gegen die bogenförmige Hauptlinie ist unverkennbar.

Die Bogen der nach Nordosten streichenden Alaskiden haben eine gleichsinnige, in der Vulkanlinie der Aleuten am schärfsten gezeichnete Lage. Nach Westen nehmen sie an Höhe ab. Die tätigen Vulkane sind wie in den Anadyriden auf eine einzige Linie beschränkt. Vor den Aleuten

und dem Bogen von Kenai liegt eine bis zu 7383 m messende Vortiefe, gegen Norden dagegen ist das Meer im nordöstlichen Teile der Bering-See sehr seicht. Das Gebirge erleidet zwei auffallende Unterbrechungen: die eine besteht aus der tiefliegenden Senkung des Plateaus des Kupferflusses in der Region der Scharung, die zweite bildet einen alten Seeboden am unteren Porkupine und am Knie des Yukon, mit Goldseifen.

Die Alaskiden zerfallen in eine äußere, gegen den pazifischen Ozean gefaltete Zone (Aleuten-, Kenai-, Kadiak- und Alaska-Gebirge) und einen inneren, in entgegengesetzter Richtung gefalteten Teil, das Rumanzof-Gebirge. Dieses besteht in seinem bestbekanntem Teile (Endicott-Gebirge) aus alten, goldführenden Schiefen, aus paläozoischen Ablagerungen und aus einem Saum von kretazischen (Neokom mit *Aucella*, Obere Kreide mit *Scaphites*) und tertiären Bildungen.

Die Tschutschken-Halbinsel ist die Fortsetzung der Seward-Halbinsel mit ihren Intrusionen und wahrscheinlich gehören auch die Neusibirischen Inseln mit den steil aufgerichteten pflanzenführenden Tertiärschichten der Holzberge zu diesem Bogen.

Das Alaska-Gebirge mit dem Hochgipfel Mac Kinley zeigt entgegengesetzte Anordnung der Formationen: auf die Schiefer und Granite des Hauptzuges folgen nach Süden paläozoische Sedimente und eine mesozoische Abdachung, die sich in den vulkantragenden, mesozoischen Zug der Aleuten und der Halbinsel Alaska fortsetzt. Kadiak und das Kenai-Gebirge endlich bestehen aus veränderten alten Gesteinen und einer flyschähnlichen tertiären Außenzone.

Die beschriebenen Faltenzüge der Alaskiden scharen sich in der Zone zwischen der Bucht von Tschugatsk (Prince William-Bay) und dem Eismeere mit den südöstlich streichenden kanadischen Zügen, den Rocky Mountains, dem St. Elias-Gebirge und dem von Sueß sogenannten Zwischengebirge. Analog den Alaskiden zerfallen auch die kanadischen Züge in eine innere (Rocky Mountains), nach Osten, und eine äußere (Elias- und Zwischengebirge), nach dem Pazifischen Ozean gefaltete Zone. Der nördliche Teil dieses Ozeans erscheint daher gleichsam als Vorland der Falten und es besteht in dieser Hinsicht tektonische Homologie mit dem indischen Tafellande und der später zu erwähnenden südafrikanischen Karu.

Von den jenseits der Scharung liegenden Gebirgszonen betrachtet Sueß die Rocky Mountains bis zu ihrem freien Ende in Arizona als zum asiatischen Bau gehörig. Ebenso erkennt er im Elias-Gebirge asiatische Merkmale und läßt mit dem Zwischengebirge den andinen Bau einsetzen.

Die Schichtenfolge der Rocky Mountains ist durch das Vorherrschen der paläozoischen Glieder und der kristallinen Schiefer ausgezeichnet. An der Scharung am Klondike sind die granitoiden Gesteine zerdrückt und in goldführende Serizitschiefer umgewandelt, die das Gebirge noch bis 49° begleiten. Aber auch die paläozoischen Zonen, streckenweise von Aucellen-Schichten begleitet, lassen sich noch bis in die Nähe der Scharung verfolgen. Am Mackenzie greift die Faltung in das Vorland Laurentia ein; den Ostrand bilden bis in die Gegend der Belt Mountains mächtige ostwärts gerichtete Ueberschiebungen. Noch weiter südlich ist dagegen ausgesprochene Faltung weder gegen Osten noch gegen Westen nachweisbar; die ringförmigen Big Horn-Berge und die domförmigen Black Hills liegen vor und schließlich geht das Gebirge, durch das starre Colorado-Plateau gestaut, an dessen Ostseite in schräg vortretenden Kulissen zu Ende.

Die Scharung des Alaskagebirges mit dem Zwischengebirge erfolgt auf dem vertieften, grabenförmig gesunkenen Plateau des Kupferflusses, dem die Gruppe der gewaltigen hohen Wrangell-Vulkane aufgesetzt ist. Die Senkung der Scharungszone hat ihre Fortsetzung in Cooks Einlaß und folgt demnach beiden Seiten der Scharung. Die Wrangell-Vulkane scheinen in diesem Sinne als die Fortsetzung der Vulkane der Aleuten. Es liegt hier der einzige Fall vor, in dem tätige Vulkane eine Scharung begleiten.

Der äußersten Zone der Alaskiden, der Kadiak-Kenai-Zone, entspricht auf der anderen Seite der Scharung das St. Elias-Gebirge. Hornblendegestein und Diorit bilden die höchsten Teile, unter sie neigt sich flach nach Osten das stark gefaltete, flyschartige Yakutat-System, mit gleicher Neigung folgt das aus Sandsteinen, Konglomeraten und Kalken bestehende, vermutlich mitteltertiäre Pinnacle-System und diesem endlich folgt seewärts glazialer Silt mit arktischen Konchylien und Moränenmaterial und steigt bis 1500 m an. Die nächstliegende Erklärung dieser Verhältnisse ist nach Sueß, daß der gesamte Hauptzug des St. Elias von Nordosten her in postglazialer Zeit über flyschähnliche tertiäre und glaziale Schichten heraufgeschoben wurde. Und diese Bewegung scheint auch heute noch nicht abgeschlossen zu sein, wie aus der im September 1899 unter Erdstößen erfolgten Erhebung des Landes um nicht weniger als 144 m hervorgeht.

Weiter südlich verschwindet der petrolführende gefaltete tertiäre Außenrand, der so sehr an eurasiatische Außenrandzonen erinnert; dagegen liegt hier im Alexander-Archipel das Cenoman horizontal. Auf diese Weise gehen die Spuren der asiatischen Beziehungen verloren und der andine Bau tritt deutlich hervor.

Wir verlassen die östlichen Altaiden und ihren amerikanischen Ausläufer und betrachten die westlichen und europäischen Altaiden. Im westlichen Asien tritt nach und nach eine merkbare Divergenz der Richtungen zwischen den nach Nordwesten streichenden und den hauptsächlich vom Tianshan ausgehenden, nach Westnordwesten abgelenkten Leitlinien ein. Am stärksten ist sie bei den Uraliden ausgeprägt, deren jüngste Bauten, die Jergeni, fast senkrecht auf den Kaukasus treffen.

In den Altaiden Asiens können wir deutlich die Spuren älterer und jüngerer Faltung unterscheiden, da sie oft durch Diskordanzen getrennt sind. Aber die jungen Falten scheiden sich räumlich nicht ab, sondern wiederholen sich gleichsinnig auf denselben Linien, wie die alten Falten.

In Europa ist es anders. In der Gegend des Asowschen Horstes setzen zwei große Aenderungen ein: die bisher gegen Süden gefalteten Altaiden sind von hier ab gegen Norden gefaltet und die jungen Falten trennen sich nunmehr scharf von den älteren.

Die Wendung der Faltungsrichtung ist um so auffallender, als die Dinariden in Europa die asiatische Südrichtung beibehalten und auch die Fortsetzung der Timan-Kanin-Ketten auf Kildin und auf der Fischerhalbinsel Skandinaviens bis in den Tana-Fjord nach Süden bewegt ist. Sonach herrscht sowohl im Norden wie im Süden Europas asiatische Südfaltung und die Nordfaltung der dazwischen gelegenen Altaiden erscheint nunmehr als eine **A u s n a h m e**.

Die jungen tertiären Faltungen liegen in Europa fast ganz innerhalb von Senkungen der Altaiden, innerhalb der Horste. Es ist, als wäre der Rahmen der alten Horste erstarrt und die Faltung vom Oberkarbon angefangen auf die gesenkten Räume zwischen den Horsten eingeschränkt. Man kann daher die umrahmten jungen Faltungen als **p o s t h u m e** Altaiden ansehen.

Diese posthumen Altaiden sind zumeist schwach und unbedeutend, wie die Faltung des Weald, des Pays de Bray, der Arrabida-Kette. Nur in den Alpen ist die Intensität der Faltung gewaltig; die Alpiden sind daher das wichtigste Glied der posthumen Altaiden. Ihrer Bildung ist, nach den Radiolariten zu urteilen, eine Senkung von mindestens 4000 m vorangegangen. Die Senkungsräume reichten an einzelnen Stellen nicht aus, um die nachdrängenden jüngeren Falten zu fassen; so fluten die Karpathen in weitem Bogen über die gesunkene podolische Tafel und die Sudeten. An anderen Stellen blieben Räume unausgefüllt, wie in Süddeutschland.

Der Eintritt der westlichen Altaiden nach Europa vollzieht sich in folgender Weise. Von den nördlich vom Asowschen Horste eintreffenden Aesten zeigt nur die Alailinie Zusammenhang (Alai—Turkestan-

gebirge—Malgusar—Nuratau—Scheich Djeli—Mangischlak—Kohlengebirge am Donetz—Isjum). Sie behält die gerade Richtung und die Bewegung nach Süden bei, wie man aus den steileren Südflügeln der Donetz-Antiklinalen schließen kann. Auch im Süden des Asowschen Horstes gestattet nur eine Linie, die des Hindukush (Hindukush—Paropamisus—Kopet dagh—Große und Kleine Balchan—Kaukasus) deutliche Verfolgung. Die gerade Linie des Kaukasus, die mächtige Ueberfaltung nach Süden über das meskische Gebirge zeigen unveränderten asiatischen Bauplan. Jüngere tertiäre Falten, an denen auch sarmatische, maeotische und selbst pontische Schichten beteiligt sind, gabeln sich von Norden her angeschoben, in der Straße von Kertsch, angesichts des bei Theodosia hervortretenden Krimgebirges, während der Kaukasus unter das Schwarze Meer taucht. Das nördliche der divergierenden Faltenbündel endet frei, das südliche sinkt unter das Meer.

Das Gebirge der Krim, das diese Gabelung veranlaßt hat, wurde bisher als Fortsetzung des Kaukasus aufgefaßt, aber das Verhalten der Tertiärfalten sowie andere Merkmale bestimmen Sueß zu einer Modifizierung. Nummulitenkalk und die ganze Kreideserie bilden den nach Süden blickenden Hauptschichtkopf des Gebirges; Neokom liegt ungefaltet und diskordant auf Lias und Jura mit intrusiven Laccolithen, welche die zweite, gefaltete Serie bilden. Zur dritten gehören Oberkarbon (Fusulinenkalk, Konglomerat und Sandstein), Trias mit *Pseudomonotis ochotica* und Unterlias vom Hierlatztypus. Schollen von Lias liegen diskordant auf Trias. Eine ähnliche Schichtenfolge und ähnliche Diskordanzen zeigt auch das so rätselhafte Gebirge der Dobrudscha mit der bulgarischen Kalktafel, an deren Basis freilich auch der Oberjura hervorkommt. Zieht man diese Gebirgsfragmente zusammen, so grenzt sich ein Gebirge ab, in welchem alle Faltung älter ist als das Neokom. Sueß bezeichnet es auf Vorschlag Mrazek's als das **Kimmerische Gebirge**. Seine Spuren sind noch am Außenrande der Ostkarpathen in Blöcken des grünen Dobrudscha-Gesteins nachweisbar. Es erscheint als ein mesozoisches Vorland, eingeschaltet zwischen den Asowschen Horst und die jüngeren Falten des Balkans und der Karpathen.

Der **Balkan** beginnt im Osten mit schwacher Faltung, in lockerer Anordnung, als wäre ein freies Ende nahe, umschließt ältere Kerne mit Diskordanzen am Isker, umgibt in Torsion den Donauhorst und geht dabei in die rumänischen Karpathen über. Nach der durch die Torsion erzeugten Verklemmung tritt im Paring-Fenster Ueberschiebung nach Süden ein und der karpathische Bogen überwältigt das Kimmerische, dann das Podolische und endlich das Sudetische Gebirge. Somit stehen am Beginn der Alpiden zerbrochene und verhüllte Bruchstücke mesozoischer Ketten von vorneokomer Faltung, denen von beiden Seiten die freien Enden jüngerer Ketten zuströmen: von Osten her die jungen, gegabelten Falten des Nordwest-Kaukasus, von Westen her das Ende des Balkans und der Sporn von Valeni mit jungen Tertiärfalten.

Bei dem fragmentären Charakter der europäischen Altiden und ihrer teilweisen Einschmelzung in die Alpiden ist es schwer, ein Bild ihres ursprünglichen Baues zu rekonstruieren. An die wohlbekannten armorikanischen und variszischen Horste sind hier anzuschließen die Iberische Meseta, die Montagne Noire, das Massiv von Mouthoumet, die Höhen bei Barcelona, der korsardinische Ast und andere eingeschlossene Teile der Alpen (Zone des Mont Blanc), der Pyrenäen und Appenninen (Kalabrien und Peloritantisches Gebirge). Zieht man auch die afrikanischen Altiden der Sahara und die amerikanischen der Appalachen in Betracht, so könnte man vermuten, daß die westlichen Altiden eine große, gegen Südwest und Süd geöffnete Virgation gebildet haben.

Die Brüche der Altiden bringt Sueß in drei Gruppen: **heimische, Rhein- oder afrikanische Brüche** mit Nord- bis Nordnordost-Streichen und **herzynische oder asiatische Brüche** mit Westnordwest- bis Nordwest-Streichen. Das größte Beispiel der ersten Gruppe bildet der Saar-Nahe-Graben. Hier entstanden dem Streichen entlang laufende

Verwerfungen vor dem Oberkarbon, nach dem Oberperm, vor und nach dem Buntsandstein. (Sprunghöhe 2000 m.) Andere Beispiele bieten der Erzgebirgsbruch, der Donaubruch und verschiedene Randbrüche.

Durch seine auffallende Richtung und seine bis an den Harz reichende große Länge (etwa 500 km) erinnert der Rheingraben und seine nördliche Fortsetzung an die ostafrikanischen Brüche. Nicht nach unten divergierende Bruchflächen, sondern Zerrung wird als das entscheidende Moment der Entstehung angesprochen. Der Kaiserstuhl liegt in der Tiefe des Grabens ähnlich wie die kleinen Vulkane des Rudolfsees.

Auf den herzynischen oder asiatischen (Karpinskysche Linien), nach Nordwest streichenden Brüchen beruht L. v. Buchs „Herzynisches System“. Hierher gehören der Bruch Deggendorf—Regensburg, der Amberger Bruch, der Randbruch des Fichtelgebirges und des Thüringer Waldes, der südliche Rand des Teutoburger Waldes mit seinen Ueberschiebungen gegen Südwest, der Finnebruch, die Brüche der Versenkungsbecken, die Brüche von Bornholm und Rügen, die am Harzrande, der große Elbbruch, der Abfall des Eulengebirges und viele andere. Die herzynischen Brüche haben mit dem asiatischen Typus des Donetzer Kohlengebirges und der Alailinie die Richtung nach Nordwest bis Westnordwest, die häufig wahrnehmbare Abnahme der Intensität nach dieser Richtung, ihren geradlinigen Verlauf und die fast ausschließliche Ueberschiebung gegen Südwest gemein. Nur der Elbbruch weicht durch das gekrümmte Einlenken in die Fuge bei Brunn ab. Obwohl verschieden von den Rheinbrüchen haben sie mit diesen den Umstand gemeinsam, daß sie niemals in die Alpen übergehen. „Sie können nicht irgend einer plötzlich von Asien kommenden Einwirkung zugeschrieben werden, denn sie sind von verschiedenem Alter. Ihr Gegensatz zu den Falten stimmt aber in auffallender Weise überein mit dem Gegensatze, der sich im Osten zwischen der Nord- und der Südseite des Asowschen Horstes verrät.“

Betreffs der transatlantischen und afrikanischen Altaiden müssen wir uns kürzer fassen. An der Riasküste von La Rochelle bis zur Dingle-Bay taucht der armorikanische Faltenbau unvermittelt unter das Meer. Es widerspräche allen unseren Erfahrungen, wollte man annehmen, daß dies das Ende des bei 440 km breiten Gebirges sei. Seine Fortsetzung liegt jenseits des Ozeans, wo sich in Neufundland eine ähnliche Riasküste zeigt, an der die Appalachen hervortreten.

Auf die Beziehungen der altpaläozoischen Schichtenfolge mit der entsprechenden europäischen Serie haben schon Dawson u. a. aufmerksam gemacht. Der alte rote Sandstein bildet das Sediment des Vorlandes, aber sowohl in Europa wie in Amerika greift er noch in die nördlichsten Falten ein. So erwacht die Vermutung, daß auch unter dem Ozean der Nordrand der Altaiden nicht sehr weit vom südlichen Rande des Vorlandes Eria verläuft. In Europa scheint das oberkarbonische Meer durch das Vordringen der variszisch-armorikanischen Falten von Norden abgedrängt worden zu sein. Dasselbe ist, noch schärfer ausgeprägt, in Nordamerika wahrzunehmen. Alle diese Umstände, ferner die Uebereinstimmung der Floren<sup>3</sup> sowie endlich die Gemeinsamkeit der Diskordanz an der Basis des Kulm und der Abschluß des Aufbaues vor Eintritt der permischen Flora ergeben einen sehr einleuchtenden Wahrscheinlichkeitsbeweis für den Zusammenhang der armorikanischen Ketten mit den Appalachen. Auch die Zwischenbewegungen, wie das Uebergreifen des Oberkarbons, stehen zu beiden Seiten des Ozeans in Uebereinstimmung.

Südlich vom 41°, d. i. südlich von der Leitlinie, die einst Amerika und Europa verband, liegen an der Innenseite die Landfloren von Schatzlar (Narragansett), des Keupers (Newark), des Neokom (Potomac) und des Vracon (Raritan) und erst in Senon dringt hier das Meer ein. Mit Potomac beginnt der zusammenhängende „atlantische Saum“, dessen Fortsetzung die Tafelberge von Texas bilden, nur daß hier schon von Potomac an (Trinity Sands) einige marine Einschaltungen auftreten. Zu beiden Seiten des Ozeans sind die negative Phase des Weald und das allmähliche Vordringen des Meeres

in der Kreideformation, mit der größten Ueberschreitung im Senon bemerkbar.

Die Appalachien sind gegen Norden gefaltet. Die einzelnen Strukturlinien, Falten und Wechselflächen sind außerordentlich parallel und lang, sie erstrecken sich selbst bis zu 720 und mehr Kilometern. Die Sättel fallen steil gegen Nordwesten und flach gegen Südosten ab, an ihrem Nordwestrande treten Wechselflächen auf. Offene und enge Falten, Ueberschiebungen auf Wechselflächen, Schuppenbildung und Faltung mit Schieferung bilden die tektonischen Elemente des Gebirges. Wichita und Sierra Comanche sind ihre freien Enden, knapp am Rande der Kordillere von Neu-Mexiko.

Den nördlichen Abschluß des asiatischen Baues bildet in Nordamerika die Vereint-Staaten-Kette. Ihre Hauptentwicklung findet sich im Grant-Land; sie bildet hier Berge bis zu 1500 m Höhe und streicht nach Südwesten bis Westsüdwesten. An der Westseite sind mindestens bis zum Greely-Fjord, an der Ostseite bis zur Scoresby-Bucht gefaltete Gesteine der Triasformation nachgewiesen. Nach der Anordnung der Gesteine scheint das Gebirge nach Süden gefaltet zu sein.

Die Altaiden der Sahara, unter den neuen Entdeckungen der Franzosen in diesem Gebiete eine der interessantesten, erscheinen südlich von Figig, am Südrande des Atlas (nahe der Grenze des marokkanischen und algerischen Gebietes). An Stelle des Cenomans oder des Wüstensandes treten südlich des Jura von Figig gefaltete Karbon- und Devonbildungen mit südöstlichem Streichen vor, denen sich im Wadi Saura südlich und selbst südöstlich streichende Zonen dieser Gesteine anschließen. Es besteht also hier eine Virgation, die durch sechs Breitengrade bekannt und von horizontalem Cenoman überlagert ist. Ein zweiter mächtiger Ast der Altaiden reicht, streckenweise verdeckt und unterbrochen, doch deutlich kennbar, aus dem südwestlichen Europa mit nördlichem bis nordnordöstlichem Streichen über Casa Blanca, das Djebilet, Marrakesch und den hohen Atlas mindestens bis zum Wadi Sus und den Quellen des Draa. Auf dem Hohen Atlas liegen permische und kretazische Schollen, die Hochgipfel sind zum Teil vulkanisch, wie Djebilet Sirua. Ob auch in Mauritanien, ähnlich wie in der zentralen Sahara, vorpermische Virgationen weit nach Süden reichen, ist noch fraglich, jedenfalls aber zeigt das Auftreten dieser südlichen Altaiden, daß die Alpen in der Tat im Süden ebenso wie im Norden in älteren Bau versenkt und so als posthume Altaiden aufzufassen sind.

Die Besprechung dieser posthumer Altaiden, der Alpen, provençalischen Falten, der Pyrenäen und der nordspanischen Berge kann hier entfallen, da diese Gebirge besonders behandelt werden sollen.

#### 4. Die Böhmisches Masse.

5. Gondwana-Land. Diese gewaltigste unter den alten Landmassen umfaßt Südamerika von den Anden bis zur Ostküste zwischen dem Orinoko und dem Cap Corrientes, Afrika von den südlichen Ausläufern des Hohen Atlas bis zu den Kapgebirgen, ferner Syrien, Arabien, Madagaskar, die ostindische Halbinsel und Ceylon. Endlich zählt S u e ß auch noch die Falklandinseln hierher.

Wie in Laurentia fehlen auch hier Spuren der jüngeren Faltungen; nur am äußersten Westrande greift die Faltung von den Anden her in die Schichtenfolge von Bolivia und Argentinien, ähnlich wie im amerikanischen Norden am Mackenzie.

Wie in Laurentia fehlt auch hier fast ganz die marine mesozoische Serie bis zur mittelkretazischen Transgression. Daher ist auch Gondwana-Land eines der wichtigsten „Asyle“ der Erde. Eine größere Ausnahme bildet hier nur der bekannte jurassische und unterkretazische Golf, der von Indien ausgehend, mit wechselnden Umrissen sich über Aethiopien, Ostafrika und Westmadagaskar ausdehnt und selbst Südafrika (Uitenhage) erreicht.

Die Kreidetransgression beginnt in der zentralen Sahara mit der lagunären Ceratodus-Stufe H a u g s, bunten Tonen und Gips mit Resten von Fischen und Dinosauriern. Nach L a p p a r e n t scheint eine Verbindung der

östlichen Kreideregion in Syrien, Arabien und der Sahara nach Südwesten zum atlantischen Meere bestanden zu haben, durch die ein großes, aus alten Felsarten bestehendes Stück vom heutigen Leibe Afrikas abgetrennt war. Die weite, tafelförmige Ausbreitung der Oberkreide im Norden des Gondwana-Landes verleiht diesem Teile ein besonderes Gepräge, das dem Süden fehlt, obwohl hier die Oberkreidetransgression sowohl an der West- wie an der Ostseite Afrikas, in Brasilien und Indien weit verbreitet ist.

Einen neuen und bedeutungsvollen tektonischen Zug haben in das Bild des afrikanischen Gondwana-Landes die Franzosen durch die Entdeckung einer, den Kaledoniden des Nordens entsprechenden Zone eingetragen. Diese Zone, die Sahariden, zieht mit nach Süden oder Südsüdwesten streichenden Falten in beträchtlicher Breite von Tidikelt bis Süd-Dahomey mitten durch die Sahara. Die archaischen Gesteine dieser Zone, Gneis, Phyllit, Cipollin, Granit, sind steil gefaltet und ihr ungefähr meridionales Streichen ist nur lokal abgelenkt. Auf ihnen liegen diskordant Schollen von devonischem Quarzit, an zwei Stellen aber Graptolithen führender Schiefer des unteren Obersilurs. Am Niger und in Gourma ist eine diskordante Ueberlagerung durch Quarzit unbekanntes Alters zu verzeichnen. Unverkennbar erinnern das hohe Alter der Diskordanz, das lange meridionale Streichen und der Umstand, daß sich die linearen Züge zu keiner Hauptkette zu sammeln vermögen, an die europäischen Kaledoniden, aber das Alter der Diskordanz ist in Europa vordevonisch, in Afrika vorobersilurisch. Zwischen den Sahariden oder saharischen Kaledoniden und den europäischen mag ein ähnliches Verhältnis bestehen wie zwischen den Faltungen der Kulmperiode und den gleichsinnigen Bauten der nachkulmischen und vorpermischen Zeit. Die Bedeutung dieser Entdeckung wird noch bedeutend erhöht durch den Nachweis von saharischen Altaiden, von denen schon die Rede war. Besser als irgendein anderer Teil der Erde läßt diese Region erkennen, „daß im Antlitz der Erde mehrere Pläne übereinander geprägt sind“.

Bevor wir diese Region der Sahara verlassen, wollen wir noch bemerken, daß die transgredierende Serie nebst dem Obersilur das Devon- und marine Unterkarbon umfaßt. In Gourara hat Flama nd *Calceolina sandalina* gefunden; Gautier erwähnt Oberdevon mit *Clymenia* und *Goniatites retrorsus*, Haug weist in der westlich von Abnet liegenden Wüste die nordamerikanische *Tropidoleptus carinatus*-Fauna nach. Aus dem Unterkarbon des Erg d'Issaouan sind einige Moskauer und uralische Arten bekannt.

Den berühmten meridionalen Zerspaltungen Gondwana-Lands widmet Sueß an der Hand der kräftig angeschwollenen neuen Literatur eine eingehende Betrachtung. Im westlichen Teile Afrikas verzeichnen wir die aus dem Atlantischen Ozean in das Festland eindringende vulkanbesetzte Kamerunlinie, die von Annobom her durch 12 Breitengrade bekannt ist und vielleicht noch in den Rhyolithen des Tsad-Gebietes eine weitere Fortsetzung findet. Ob die ausgedehnten vulkanischen Vorkommnisse des Air und Ahaggar damit zusammenhängen, ist nicht bekannt.

Nach Osten folgt der kurze Upemba-Graben als die westlichste der gigantischen Zerklüftungen Ostafrikas. Molen graaff möchte diesen auch die vier Breitengrade lange Lebombo-Verwerfung zuzählen, die neben die alten Granite des Swazi-Landes einen schmalen Streifen von gesunkenem Karu-Sandstein setzt, dem gegen Osten ein ebensolanger Streifen von Diabas und Melaphyr folgt. Aber auch ohne diesen südlichsten Ausläufer reicht das ostafrikanische Zerklüftungssystem vom 15. Grad s. B. bis zu 37° 30' n. B., durch 52½ Breitengrade. Die Sprünge weichen wiederholt von der Hauptrichtung ab, kehren aber immer wieder in die Nähe des bevorzugten 36. Grades ö. L. zurück. Mit Ausnahme des leicht gekrümmten Tanganyika-Grabens sind sie durch gerade Richtung ausgezeichnet.

Drei selbständige Vorgänge sind hier nach Sueß zu unterscheiden: erstens das Zerreißen des Bodens, zweitens das Nachsinken der Seitenwände der Kluft, drittens das Heraufdringen der Laven. Grabenbrüche in Laven, wie in Mau, zeigen, daß den Ergüssen an einzelnen Stellen auch große Ein-

brüche nachgefolgt sind; aber die Zerreißung ist doch sichtlich die primäre, die Laven sind die begleitende Erscheinung. Erklärungen aus örtlichen Gründen, wie nach unten divergierende Verwerfungsflächen, versagen angesichts der gigantischen Dimensionen dieser Spaltungen. Ein Vorgang, sagt Sueß, der über mehr als 52 Breitengrade sich kundtut, muß in der Eigenart des Planeten selbst begründet sein.

Wir gelangen für dieses weite Gebiet zu der Annahme von Spannungen in den äußeren Hüllen des Erdkörpers, die senkrecht auf die Richtung der Sprünge, hier senkrecht auf den Meridian, sich geäußert haben. Das ist Zerreißung durch Kontraktion, u. zw. haben sich die Klüfte von oben gegen abwärts geöffnet.

Die Zerreiungsklüfte zwischen den sinkenden Schollen haben an einigen Stellen Ausbrüche ermöglicht, an anderen nicht. Daher die Verschiedenartigkeit der vulkanischen Begleiterscheinungen.

An diese großen Zerspaltungen hat Sueß schon im ersten Bande des „Antlitz“ dem großen Qualihlamba-Bruch in Südafrika und den Sahyádrí-Bruch in Ostindien angereiht. Jetzt kann man außer dem Lebombo-Bruche noch den Ostrandbruch von Madagaskar anschließen. Alle diese großen submeridionalen Brüche sind auf das alte Gondwana-Land beschränkt. In Amerika kennt man nichts ähnliches und im asiatischen Baue kann man nur den Rheingraben diesen Erscheinungen an die Seite stellen. Dagegen gestatten die meridionalen Brüche im nördlichsten Teile des atlantischen Gebietes (Grönland bis Lofoten) einen gewissen Vergleich.

Betreffs der vulkanischen Erscheinungen beschränken wir uns auf die Bemerkung, daß sämtliche Laven des Gondwana-Landes dem atlantischen Typus angehören und daß der mächtige Vulkan Kenia so weit entmantelt ist, um einen großkristallinisch erstarrten Kern (Keny) zu Schau zu tragen.

Wir möchten Gondwana-Land nicht verlassen, ohne des merkwürdigen Nachweises einer eozänen und miozänen, auf Oberkreide liegenden Schichtenfolge in dem Raume zwischen 14° bis 15° n. B. und 5° 20' bis 6° 20' ö. L. zu gedenken. Daran schließen sich die Funde Chevaliers von zwei verzweigten senegambischen Arten in den Seen von Timbuktu und Gautiers Darstellung von dem jungen Binnenmeer, das die Tiefe des Djouf und die Seen von Timbuktu umfaßte. Dieses junge Binnenmeer hat zur miozänen Zeit bis 6° 20' ö. L. gereicht und es stand vielleicht über dem unteren Senegal mit dem Ozean in Verbindung.

**6. Die Kapgebirge.** Die Kapgebirge bilden die Vertretung eines großen, heute vom südatlantischen und südindischen Ozean überfluteten Faltensystems, das manche Aehnlichkeit mit den vorpermischen Altiden aufweist. Die Faltung scheint hier in eine noch etwas jüngere Zeit hinaufzureichen. Der Ablagerung des Dwyka-Konglomerats ging Faltung und große Abtragung voran, doch folgte noch eine leichte posthume Bewegung nach.

Die Faltenzüge im Westen bezeichnet Sueß im Einvernehmen mit Rogers als Cedar-Gebirge, die im Süden als Zwarte-Gebirge; die wenig bekannten Reste der östlichen Faltenzüge setzen das Pondo-Gebirge zusammen. Die Falten dringen im Cedar-Gebirge gegen Osten, im Zwarte-Gebirge gegen Norden, im Pondo-Gebirge gegen Westen vor und so erscheint das Tafelland der Karu-Sandsteine als echtes Vorland der Kapgebirge. In der Art und Weise, wie die Kapgebirge von drei Seiten gegen das Vorland bewegt sind, besteht eine große Aehnlichkeit mit dem Verhalten der Randbogen in Indien, nur daß diese letzteren tertiären Alters sind und ihre Bewegung gegen Süden gerichtet ist. Auf diese Weise erscheinen hier Spuren einer Wiederholung des asiatischen Baues, doch mit Bewegung gegen Norden und Gondwanaland erhält dadurch in noch höherem Grade die Merkmale eines äquatorialen und nicht eines südlichen Vorlandes, als das es häufig angesprochen wurde.

**7. Australien und die Ozeaniden.** Nach dem heutigen lückenhaften Stande der Kenntnis erscheint Australien als ein nur am Ost-

rante gefaltetes, doch auch einzelne mesozoische Transgressionen tragendes Land, etwa dem nordöstlichen Angaraland vergleichbar. Nach Osten und Norden wird es von Inselfaltenbogen umgeben, die vielleicht bis Hawaii reichen.

Die australische Kordillere, im zweiten Bande des „Antlitz“ näher beschrieben, bricht nach Osten zum Meere ab, ohne von Tertiär begleitet zu sein. Im Norden liegt ihr das große Barrierenriff an. Ihre Faltung ist älter als ein Teil des Karbons; größtenteils granitische Inseln bilden ihre Fortsetzung über die Torres-Straße nach Neu-Guinea hin. Ihre mesozoische Schichtenfolge ist viel lückenhafter als die von Timor, Neu-Kaledonien und Neu-Seeland. Die Kreideformation, öfter mit der Aptstufe einsetzend, breitet sich über weite archaische Gebiete aus. Im Westen besteht eine jurassische Transgression.

Die Inseln Sumba, Rotti, Timor, Timorlaut, Kei, Aru, von denen die ersteren aus einer reichen mesozoischen Folge, die letzteren hauptsächlich aus Tertiär bestehen und die sich trotz ihrer geringen Entfernung vom Bandabogen in diesen nicht recht einfügen lassen, rechnet S u e ß zum australischen Bau.

Mit der äußerst schwierigen Abgrenzung gegen den Bandabogen und die Inselkränze des asiatischen Baues findet sich S u e ß in folgender Weise ab. Die mesozoischen Inseln Buru und Ceram zeigen heftig gefaltet (Spuren von Grundschollen und Deckenschub) die Merkmale einer Kordillere, deren Fortsetzung ersichtlich im Charles Louis-Gebirge Neu-Guineas zu suchen ist. Sie gehören demnach zum australischen Bau. Nördlich davon erscheint von Taliabu bis Misol eine ostwestlich streichende Reihe von Inseln, die auf einem Unterbau von alten Gesteinen horizontales Mesozoicum tragen. Ihre Fortsetzung bildet die Halbinsel Beru und die Inseln der Geelvinck-Bucht Neu-Guineas. Sie zeigen keine Spuren junger Faltung und können daher als ein besonders altes Gebirge und Vorland ausgeschieden und von den asiatischen Inselkränzen um so sicherer gesondert werden, als diese von Norden her (Halmahera) mit meridionalem Streichen auf diese genannte Inselreihe treffen.

Zur Abgrenzung im Osten und Norden dienen in sehr befriedigender Weise die großen Vortiefen, die östlich vom nördlichen Neuseeland 8000 m, östlich der Kermadec-Inseln 9428 m, östlich der Tonga-Inseln 8280 m erreichen. Die Linie Neuseeland—Kermadec—Tonga bildet eine scharf vorgezeichnete Grenze nach Osten, die bereits erwähnte Vortiefe zwischen den Marianen und Karolinen eine Grenze nach Norden.

Innerhalb dieses Raumes ordnet sich die australische Inselwelt zu drei Bogen an: der innerste zieht von Buru über Seram, Neu-Guinea, den Louisiaden-Archipel und Neu-Kaledonien nach Neu-Seeland. Ihm schließt sich ein benachbarter Bogen eng an, der Neu-Mecklenburg, die Salomonen und Neu-Hebriden umfaßt. Der zweite Bogen besteht aus den Karolinen, Ralik, Ratak, den Gilbert-Inseln und Ellice-Inseln. Der dritte Bogen, nahezu eine gerade Linie, setzt sich aus den Tonga- und Kermadec-Inseln und dem nordöstlichen Neu-Seeland zusammen. Der erste und dritte Bogen vereinigen sich auf Neu-Seeland; wir haben es mit einer nach Nordwesten sich öffnenden Virgation zu tun.

Der erste Bogen zeigt nicht nur auf Buru und Seram Spuren heftiger tektonischer Bewegung, sondern noch deutlicher auf Neu-Kaledonien. Ueber Eozän liegt überschoben die bekannte mesozoische Serie, über dieser, wieder überschoben, die mächtige Serpentinmasse. Die kristallinen Gesteine der Ostküste und des Nordwestens sollen einer besonderen Schuppe angehören. Jedenfalls liegen hier Anzeichen von Bewegungen nach Art der alpinen vor.

Die Inseln des zweiten australischen Bogens bieten für die tektonische Auffassung wenig mehr als ihre lang dahinziehenden Kurven. Sie scheinen aus mehreren parallelen Zonen zu bestehen. Auf den Fidschi-Inseln, am Südende dieses Bogens, sind die Merkmale eines Faltenbogens noch nicht sichergestellt. Der granitische mittlere Teil von Viti Levu könnte auch einer

zwischen Faltenzügen hervortretenden älteren Masse angehören. Viti Levu wird daher auf der schematischen Erdkarte als alte Masse besonders ausgeschieden.

Im Bereiche der Ozeaniden sind nur die Hawai-Zone im Norden, der Paumotu-Bogen mit der Raroia-Zone im Süden zu einigermaßen sicheren Leitlinien anzuordnen. Das Wesen der Marquesas bleibt fraglich, sie sind vulkanisch wie alle übrigen vereinzelt Inseln bis zum amerikanischen Festlande, deren Anordnung einen mehr gruppenförmigen, atlantischen Charakter zeigt. Die reihenförmige Anordnung Polynesiens erreicht nicht die Nähe der amerikanischen Westküste.

Wir können die Ozeaniden nicht verlassen, ohne auf die kurze, ausgezeichnete Darstellung der Korallriffbildung hinzuweisen, welche S u e ß an diese Inselwelt anknüpft.

8. Der andine Bau. Der andine Bau beginnt in Nordamerika mit dem Zwischengebirge, dessen Scharung mit den Alaskiden in der Region des Kupferflusses wir bereits kennen gelernt haben.

Der tektonische Charakter des Zwischengebirges ist nicht durchaus einheitlich. Die gemeinsamen Merkmale aller Teile bestehen hauptsächlich in der größeren Vollständigkeit der mesozoischen Serie, Zerlegung in lange Falten und Gräben und im Auftreten junger Vulkane.

Unter den Wrangell-Vulkanen von den Alaskiden her eintrötend, zieht es in bedeutender Breite durch das westliche Kanada und umfaßt den Kolumbischen Granodiorit und das Interior-Plateau. Nach Süden hin versinkt es zum nicht geringen Teil unter den Laven von Washington und Oregon, tritt an der Grenze von Oregon und Idaho wieder hervor, umfaßt in Nevada und Utah das abflußlose Gebiet des Basin Ranges und wird im südlichen Kalifornien und Arizona durch das Kolorado-Plateau eingeengt. Seine Ostgrenze ist im Norden durch den mächtigen Gneiszug der Rocky Mountains, dann durch den Abbruch des Wahsatch-Gebirges und den Westrand des Kolorado-Plateaus vorgezeichnet. In Mexiko erscheint es wieder, nimmt die ganze Mitte bis an die Sierra Madre del Sur ein und erreicht in großer Breite den Atlantischen Ozean. Ostwärts reicht es bis an den Pecos und scharf trennen sich hier seine Sierren von der Kreidetafel von Texas, obwohl der Kreidekalk in beiden derselbe ist.

Die Schichtenfolge des Zwischengebirges ist zwischen Oberkarbon und Kreide vollständiger als in den Grenzgebieten. Schon von Norden her finden wir den oberkarbonischen Fusulinenkalk und marines Perm. Die marine Trias mit arktisch-indischen, nach oben auch mit europäischen Merkmalen, dringt gleich dem Perm von Norden und Westen her ein. Lias wird von einigen Punkten angegeben; im hohen Norden ist Kelloway bekannt und eine besondere Transgression scheint die Oxfordstufe mit *Cardioceras cordatum* zu bilden.

Die oberjurassischen Aucellengesteine (Mariposaschichten) und die Radiolariengesteine der kalifornischen Küstenketten zeigen pazifischen Charakter, ebenso die Aucellenschichten Mexikos, die neben pazifischen und nordischen auch mitteleuropäische Elemente aufzeigen. Die Aucellenschichten des Neokoms (mit *Aucella crassicolis*, *Knoxville-Beds*) transgredieren über die ältere Unterlage, dringen aber nicht tief in das Land ein; die pazifische Oberkreide greift über das Neokom hinaus. In Mexiko überzieht das Neokom die ganze Breite des Landes. Auch mittlere und obere Kreide folgen vom atlantischen zum pazifischen Ozean. Von Süden her dringt die Kreidetransgression bis zum Mackenzie vor, aber an der Basis fehlen im Norden Neokom und Gault. War die Tethys in mesozoischer Zeit von den Säulen des Herkules bis in die Sunda-Region von einheitlichen Faunen belebt, so führt das Zwischengebirge, arktisch-pazifische und subtropisch-atlantische Gebiete verbindend, verschiedenartige Elemente zusammen.

Noch wäre zu erwähnen, daß vom Beginne der kalifornischen Coast Range im Zwischengebirge die paläozoischen Sedimente des Ostens fehlen, mit Ausnahme einer Angabe aus Senora. Das Paläozoikum ist nur selten durch Oberkarbon vertreten.

In tektonischer Beziehung ist das Zwischengebirge durch die Häufigkeit von Längsbrüchen ausgezeichnet. Es zerfällt dadurch in Streifen, von denen einzelne grabenförmig gesunken sind. Seine langen Falten vermögen sich nicht zu einer Hauptkette zu sammeln, ähnlich wie die Kaledoniden. Im Norden erkennt man Ueberfaltung gegen Westen und Südwesten, die sich im 49. Breitengrad noch bis auf den westlichsten Teil der Rocky Mountains ausdehnt. Dieselbe Ueberfaltung nach der pazifischen Seite herrscht auch noch in der Sierra Nevada. Im nördlichen Mexiko dagegen macht sich die entgegengesetzte Faltenrichtung nach Osten und Nordosten geltend.

Im Süden des Bolson von Mapimi tritt die Neigung zur Bildung von Brachyantiklinalen hervor und zwischen Parral und Chimenez erscheinen sogar kurze Tauchdecken von marmorisiertem Kreidekalk.

Eine der merkwürdigsten Erscheinungen des Zwischengebirges bildet der große granodioritische Batholith von Kolumbien. Im hohen Norden des Tanana-Flachlandes einsetzend, ist diese gewaltigste Intrusion der Erde durch beinahe 14 Breitengrade als ein hohes und schroffes Felsengebirge zu verfolgen. An der Ostseite besteht scharfe Abgrenzung, an der Westseite Umwandlung im Glimmerschiefer, seltener Hornfels und Fleckschiefer und pegmatitische und aplitische Durchaderung. Der Batholith ist jünger als die Aucellenschichten und älter als das Cenoman, aber es bestehen gewisse Beziehungen zu den jüngeren Laven. Die großen andesitischen Vulkane des Kaskaden-Gebirges, von denen einige noch rauchen, sitzen zumeist auf lichthem Granit.

Der große Batholith des Mount Stuart ist älter als Eozän, aber westlich davon, am Snoqualmie-Passe erscheint ein Batholith von miozänem Alter, der miozäne Schiefer mit *Acer*, *Platanus* und *Cinnamomum* verändert hat. Von ihm treten quarzreiche granitische Gänge in das Nebengestein, einer davon in eine auflagernde andesitische Lava. „Angesichts dieser Erfahrungen, sagt Sueß, schwindet die Abgrenzung zwischen den granodioritischen oder granitischen Batholithen und den andesitischen Vulkanen. Der große kolumbische Batholith wird zu einer Narbe, die vielleicht einst ähnliche Vulkankegel trug.“

Wie hier die Grenze verschwimmt, so besteht auch zwischen den vulkanischen Massen der Sierra madre occidental und der jungvulkanischen Zone Mexikos bis an die atlantische Küste keine Grenze. Die alten kristallinen Schiefer von Niederkalifornien und der Sierra Madre del Sur beschreiben einen nach Nordosten konkaven Bogen, ebenso die Vulkane, mit dem Unterschied, daß die des Westens schon erloschen sind. Im Sinne des Streichens der alten Gesteine bildet daher die mexikanische Vulkanzone keine Quer-, sondern eine Längslinie. Ob sie es auch für die scheinbar nach Nordnordost streichenden Kalkzüge ist, müssen künftige Untersuchungen entscheiden.

Ähnlich wie in den mexikanischen Sierren, so richtet sich die Faltung auch in den südamerikanischen Anden durchaus gegen das atlantische Gebiet. Die Gebirgszüge an der pazifischen Küste sind durch geringere Entwicklung der paläozoischen Serie ausgezeichnet. Ferner enthalten diese Ketten in Mexiko, Honduras, Chile und in den antarktischen Anden pflanzenführende Schiefer vom Alter zwischen Keuper und Braunjura und deuten dadurch an, daß sie während eines Teiles der mesozoischen Zeit Festland waren.

Oestlich von diesen Küstenketten folgt auch in Südamerika eine Art von Zwischengebirge begleitet von marinen mesozoischen Schichten, die vielfach, besonders im Jura und Neokom, europäische Fazies verraten. Sie sind begleitet von Riesenvulkanen. Endlich gelangt man landeinwärts in die Zone der Altaplanicie, der Cordillera Real, der bolivischen und argentinischen Anden, in der von der Gondwanastufe, stellenweise vom Kulm aufwärts bis zur marinen Oberkreidetransgression nur pflanzenführende Schichten bekannt sind, welche zwar andinen Bau, aber die Schichtenfolge des Vorlandes aufzeigen. Der westliche Teil des Vorlandes Brasilia wurde von ostwärts gerichteter Faltung ergriffen und ist an submeridionalen Linien eingebrochen. Demselben Vorgange schreibt Sueß die submeridionale vereinzelte Sierra de Córdoba und Sierra de la Ventana zu.

Das bogenförmige Vordringen des andinen Baues gegen den atlantischen Ozean in den Antillen ist von Sueß schon vor Jahren erkannt und beschrieben worden. Jetzt kann mit Sicherheit ein zweites Vordringen von Patagonien über die Staaten-Insel, Süd-Georgien, die den Antillen vergleichbare bogenförmige Vulkanlinie der südlichen Sandwichs-Inseln und die Süd-Orkney-Inseln zum Grahamland angenommen werden. Es ist das der Bogen der „südlichen Antillen“.

9. **Antarktis.** Man kann vermuten, daß Süd-Viktoria und Wilkes-Land bis zum Gaussberge, dann Coats-Land eine alte Masse bilden und sich an Australien anschließen. Vielleicht darf man in der Erebus-Kette ein Seitenstück zu den afrikanischen Vulkanen erblicken. Die Gesteine dieser Kette gehören zum atlantischen Typus.

Zum ersten Male wurde durch E. Sueß das schier unübersehbare Material der topischen Geologie völlig ausgeschöpft. Die großen Hauptzüge der tektonischen Gliederung des ganzen Planeten stehen nun in stark und sicher gezeichneten Umrissen vor unserem Auge.

Waren die von Sueß geschaffenen und befolgten Methoden der wissenschaftlichen Verwertung der geologischen Elemente längst erprobt und von der Wissenschaft gebilligt, so konnte der Erfolg nur von der Güte und Vollständigkeit des Materiales abhängen. Daß manche Teile der Erde noch so gut wie unbekannt sind, ist freilich nicht zu übersehen. Man braucht ja nur auf die noch vielfach verschlossene Gebirgswelt Zentral- und Ostasiens oder auf das fast unbekanntes Hochgebirge Neu-Guineas hinzuweisen, um sich dieser Tatsache bewußt zu werden. Aber andererseits sind weit größere Gebiete der Erde wohl durchforscht und über andere wiederum verteilen sich die Kenntnisse in so glücklicher Weise, daß sie sich zu einem befriedigenden Gesamtbild ergänzen. Daher konnte ein großes zusammenhängendes Bild gewonnen werden und daher kann man auch sagen, daß die von Sueß aufgestellten Einheiten bis zu einem gewissen Grade etwas definitives und unverrückbares bilden. Spätere Forschungen werden selbstverständlich nur von dieser Grundlage ausgehen können; sie werden den Rahmen weiter ausfüllen, das Bild feiner ausarbeiten, da und dort auch die Umrisse verschieben und innerhalb des Rahmens engere Gliederungen vornehmen, aber die markanten Haupteinheiten werden sie nicht umstoßen.

Ueber das gegenseitige Wertverhältnis, wohl auch über einzelne Grenzlinien der Einheiten werden dagegen die Meinungen vielleicht geteilt sein. Große engere Einheiten wie der Baltische Schild und die Russische Tafel, wohl auch das Angaraland, haben sich in unseren Vorstellungskreis so sehr eingelebt und erscheinen so wohlgesondert, daß manche sie im Verzeichnisse der Haupteinheiten vielleicht ungern vermissen werden. Die Böhmisches Masse wiederum wird als besondere Haupteinheit den anderen gegenüber allzu ungleichwertig erscheinen. Auch die Sonderung der Rocky Mountains vom andinen Bau, die Abgrenzung der Australiden vom Bandabogen und dem asiatischen Bau wird vielleicht nicht voll befriedigen. Hier ist zu bedenken, daß die früh erstarrten Teile der Erdkruste naturgemäß weit schärfer als Einheiten hervortreten, als die so eng zusammenhängenden jungen Ketten. Die Sonderung der letzteren ist mehr durch unser Bedürfnis nach kleineren Einheiten erzwungen, als durch die natürlichen Verhältnisse vorgeschrieben. Im Sundagebiet kämpfen wir überdies mit der Unvollständigkeit unserer Kenntnisse. Ueber die Bedeutung unserer Grenzlinien belehrt uns besser als eine lange Auseinandersetzung der schöne Vergleich, mit dem E. Sueß seinen Rückblick auf das Antlitz der Erde einleitet: „Die Außenwände eines tausendjährigen Baues sind mit Skulpturen bedeckt, und mitten durch das Kunstwerk ziehen die Fugen der Mauersteine. So ziehen wir Fugen mitten durch das herrliche Bild“. Die Unvollständigkeit unseres Wissens kennt und beklagt niemand mehr als er. „Zahlreiche Zweifel und Fragen hängen von dem Ende dieses unvollkommenen Versuches, das Antlitz der Erde zu überschauen, herab, wie lose Fäden von einem unfertigen Gewebe.“ Und doch müssen wir diesen Versuch einer tektonischen Gliederung der Erde als die Krone unseres Wissens vom Gefüge der Lithosphäre preisen und bewundern den Scharfblick des Meisters, der jene Fugen des uralten Baues erkannte.