

SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEM

NEUEN JAHRBUCH

FÜR MINERALOGIE, GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE.

Jahrg. 1910. Bd. I.

(S. 118–141.)

Ein Grundgesetz der Gebirgsbildung.

Von

W. Deecke.

Vierter Artikel.

Beweise und Ergebnisse.



Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser.

1910.

Ein Grundgesetz der Gebirgsbildung.

Von

W. Deecke.

Vierter Artikel.

Beweise und Ergebnisse.

In diesem vierten Artikel möchte ich zunächst einige schöne Beweise für die Richtigkeit meiner Anschauung und daran anknüpfend sehr wichtige Resultate und Schlußfolgerungen bringen, die zeigen werden, wie sich aus meiner allgemeineren Auffassung der Tektonik und des Reliefs innige Zusammenhänge und einfache Erklärungen scheinbar verschiedenartiger Dinge ergeben.

Vorher aber möchte ich das schon Gesagte kurz zusammenfassen, damit mein Gedankengang völlig klar ist.

Ich fand einen Rhythmus in Europa vertreten, der in allen drei Hauptstrukturrichtungen, der variskischen, hercynischen und der oberrheinischen, sich in gleicher Weise äußert. Die Umtauschbarkeit desselben führte mich auf das gleichseitige Dreieck und dadurch auf das Sechseck als eine mögliche Grundlage dieser Symmetrie. Ich konstatierte, daß die Hauptwinkel des sphärischen Sechsecks eigentlich alle Küstenformen der Kontinente beherrschen und schloß daraus auf eine sechseckige, aus den ersten Zeiten der Erstarrung herrührende Zerklüftung der Erdrinde.

Um dies zu prüfen, nahm ich mir die Vulkane und deren Verteilung auf der Erdoberfläche vor. Das Resultat war, daß die Vulkane und die Umriss der Kontinente in gesetz-

mäßigem Zusammenhange stehen und ebenfalls in ihrer Anordnung beherrscht werden von den einfachen Sechseckwinkeln von 30, 60, 120°, ferner von 90 und 150°.

Der dritte Artikel zeigte, daß der Alpenbogen eine in der Gestalt und in der Tektonik Europas häufig wiederkehrende Linie ist, daß er sich in geometrischer Ähnlichkeit überall, teils größer, teils kleiner, nachweisen läßt. Er besteht aus Kreisbögen, die z. T. miteinander vertauschbar sind, von denen sich die beiden wichtigsten als solche mit einem Radius von 185 km (rumänischer Bogen) und $3 \cdot 185 = 555$ km (Karpathenbogen) herausstellten. Diese beiden Bögen beherrschen den Gebirgsbau Europas. Zu ihnen gesellen sich die einfachen, mit 2 und 3 zu berechnenden kleineren Kreise von 92,7 und 46,3 km.

In diesem vierten Artikel sei zunächst gezeigt, wie sich in einzelnen Teilen von Europa eine ganz ungeahnte Symmetrie, und dabei nicht nur eine Ähnlichkeit, sondern auch unmittelbare Kongruenz der Formen und der wichtigsten geologischen Elemente nachweisen läßt.

Man pause sich auf der internationalen geologischen Karte von Europa die Halbinsel von Triest durch und lege diese Pause in die Bonner Bucht. Eine größere Übereinstimmung in Maß und Form dieser Halbinsel mit dem eingebrochenen dreieckigen Stücke des Rheinischen Schiefergebirges läßt sich kaum denken. — Auf einer Karte, z. B. STIELER's Atlas No. 25, pause man sich von der Südküste der Insel Sizilien die Bucht von Terranova ab und lege diese Linie umgekehrt auf die Küste der Mecklenburger Bucht auf Blatt 9 des STIELER'schen Atlas. Auch dort ist nicht nur eine allgemeine Übereinstimmung in der Küstenkrümmung, nein, eine bis ins einzelne gehende Kongruenz zu beobachten. Diese tritt besonders schön heraus in der Spitze des Dars, in den Inseln bei Wismar und gibt auch vollständig Aufschluß über die einzelnen Schollen, welche die Insel Rügen zusammensetzen. So fällt z. B. heraus der Dornbusch auf Hiddensee, die Kreide von Arcona, Jasmund und Putbus. Man kann die Spiegelbildlichkeit dieser Figuren dadurch kenntlich machen, daß man nun an dieser selben Küste an derselben Stelle die Pause von Sizilien umklappt. Auch dann paßt im großen und

ganzen wiederum das Maß. Beide Küstengruppen in Norddeutschland und in Sizilien sind ganz jung.

Das könnte Zufall sein. Es stellt sich aber heraus, daß wir die gleiche Winkelung und Teilung der Küsten wieder haben in folgenden Fällen, nämlich 1. in der Kette der nordfriesischen Inseln, 2. in der Jammerbucht in Nordjütland, wo man bis Skagen hin beide Küstenlinien zur Kongruenz bringen kann, 3. in der Bucht von Aarhus, wobei der Küstenbogen von Horsens der Bucht von Terranova entspricht, 4. ist diese Bucht der Umriß von Ost- und Nordfünen und 5. von Nord-Seeland. Ferner haben diese Krümmung die Bucht von Plymouth, der innere Golf von Genua von Portofino bis Savona, der Golf von Setubal in Portugal, die Bucht von Gibraltar, die beiden Ausschnitte zu beiden Seiten der Rade d'Alger, die Nordwestküste von Rhodos, die Nordküste von Mytilene und mehrere andere Inseln und Buchten der griechischen Gewässer. Das ist etwas zuviel Übereinstimmung um Zufall zu sein, um so mehr, als es sich um einen Teil des Kreises mit 46 km Radius handelt.

Die Kongruenz bedeutungsvoller Linien tritt prächtig hervor, wenn man auf der STIELER'schen Karte No. 73 sich den Umriß von Madagaskar durchpaust. Legt man diese Zeichnung auf den unteren Nil, so sieht man, daß dieser die gleichen Bogen beschreibt und daß die arabische Küste der geraden Ostlinie Madagaskars entspricht. Diese Bogen kehren wieder an der Küste nördlich der Delagoa-Bai, im oberen Nil (Bahr el Gebel), in anderen mittelafrikanischen Flüssen, am Ostrande des Ukerewe, an der Westseite des Caspi-Sees, an dem Ostufer Südamerikas bei Porto Allegre etc.

Derartige Übereinstimmungen rein topographischer Natur sind freilich keineswegs vollständig beweiskräftig. Wir müssen daher zurückgehen auf die geologischen Momente. Deshalb habe ich mir auf der internationalen geologischen Karte aus dem südlichen Schwarzwald ein Verwerfungsbild herausgezeichnet, derart, daß ich das Oberprechtal, das Elztal, die Rheintalverwerfungen Freiburg—Müllheim—Basel durchpauste, dazu das Wiesental, den Rheinlauf um den Dinkelberg im Süden, die Verwerfung im Wehratal und ein Stück des weiteren Rheinlaufes gegen Schaffhausen. Prechtal und Elztal

sind sicher Verwerfungen und Überschiebungen, der Rhein-knick bei Basel hat zweifellos geologische Bedeutung, die Dinkelbergscholle ist ein so ausgesprochen selbständiges Element, daß man es für diese tektonischen Betrachtungen gut brauchen kann. Dieses Schema ist nun ohne weiteres die Triestiner Halbinsel. Die Kongruenz tritt klar hervor, wenn man den spitzen Winkel zwischen Elz- und Prechtal auf die Nordwestspitze bei Salvore legt. Die eigentümliche Bucht an der Südostseite der Triestiner Halbinsel ist im Maße die Dinkelbergscholle. Ebenso paßt dieses Schema auf die Südspitze der pyrenäischen Halbinsel, falls man die Dinkelbergscholle in die zweifellos tektonische Bildung der Bucht von Gibraltar fügt. Wir brauchen aber gar nicht so weit zu gehen, wir können ohne weiteres auf der Karte von Südwestdeutschland dieses Schema verschieben bis in die Gegend von Freiburg. Legt man die Rheintalverwerfung so, daß sie am Schwarzwaldrande von Riegel bis Baden etwa läuft, dann ist das Oberprechtal das Murgtal von Gernsbach bis in die Gegend von Reichenbach. Der Dinkelberg bezeichnet die Freiburger Bucht. Man kann dieses Schema ferner auf den Südrand des Odenwaldes legen. Die selbständige Neckarstrecke Heidelberg—Eberbach fällt dann ebenfalls in das Maß des Dinkelberges und die eigentümliche Umbiegung des Flusses bei Eberbach würde der Wehratalverwerfung entsprechen. Ich habe diese Verhältnisse für den Oberrhein nicht nur in einem Maßstab, nicht nur auf den topographischen Karten, sondern auf den verschiedensten Blättern im Maßstab 1 : 200 000, 600 000, 500 000 nachgeprüft und bin immer wieder zu dem gleichen Resultate gelangt, so daß also keine Zufälligkeit in der Krümmung der Bogen vorwalten kann. Der Winkel Elz—Prechtal ist der von Nordsizilien bei Messina. Je nachdem man rechts oder links herum die Pause legt, fällt die Ätnaspitze in den Rhein-Knick bei Basel oder in die Verlängerung der Wehra-Spalten wie vorher der Katzenbuckel. Ich erinnere daran, daß ein Kreis von 185,5 km um den Katzenbuckel geschlagen durch das Siebengebirge, Gerolstein und den Kaiserstuhl geht. — Rheintalbruch nebst Elz-Linie und die Grabenlinie des Oberprechtales sind der zugespitzte Mte. Gargano.

Ganz auffällig und geradezu verblüffend ist die Umkehrbarkeit des ganzen oberrheinischen Rheintalgrabens. Auf der REGELMANN'schen Übersichtskarte von Südwestdeutschland pause man sich das Hauptverwerfungssystem am Rande des Schwarzwaldes und der Vogesen durch. Man bezeichne sich den Kaiserstuhl und die Erdbebenlinie in der Gegend von Karlsruhe. Dann drehe man dieses Schema um die Linie bei Kehl und wird ohne weiteres den Süden und den Norden zu beiden Seiten des Rheines wieder zur Deckung bringen können. Diese Symmetrie, die zu beiden Seiten einer Linie vorhanden ist, läßt sich auch dadurch sofort sichtbar machen, daß man die Pause so zusammenfaltet, daß die Bögen aufeinander zu liegen kommen. Dieses Resultat war zu erwarten, da ich in dem dritten Artikel über den Alpenbogen bereits betonte, daß die Rheintalverwerfung am Schwarzwald Bögen bilde mit einem Radius von 92 km. Ich konnte mit dem Sechseckschema diese Bögen fassen, wenn ich den Mittelpunkt eines Sechsecks auf den Vogelsberg legte und dann einen der Kreisbögen mit der Randspalte Odenwald—Kraichgau zum Zusammenfallen brachte.

Ähnlichkeiten derartiger Natur sind noch vielfach nachzuweisen. Auf der neuen geologischen Karte des Adamello hat Herr Prof. SALOMON eine eigentümliche, in den Granit eindringende Bucht von älteren Sedimenten verzeichnet. Diese Bucht ist ganz genau bis in alle Einzelheiten hinein die Münstersche Bucht zwischen Teutoburger Wald und Haarstrang, bloß mit dem Unterschiede, daß die Maße sich verhalten wie 1 : 20. Dabei ist auf die Zahl 2×10 ein besonderes Gewicht zu legen. — Auf dem Blatte Lebus der geologischen Spezialkarte von Preußen schiebt sich ein merkwürdiger Sporn diluvialer Bildung halbinselartig in den Oderbruch vor, von KEILHACK als Erosionsrand angesehen. Man erkennt sofort, daß dies genau dieselbe Form, genau derselbe Winkel ist, wie ihn das Nordende von Sizilien aufweist. Paust man sich diese merkwürdige Halbinsel durch, so läßt sich diese Spitze auf den STIELER'schen Atlas, Blatt No. 25, so legen, daß sofort die ganze Insel Sizilien darin enthalten ist. Beide Karten stehen in dem Verhältnis von 1 : 60, also $1 : 20 \times 3$.

In der gleichen Weise pause man sich die gesamte Küstenlinie des Adriatischen Meeres mit besonderer, scharfer Betonung des Monte Gargano und der triestinischen Halbinsel durch. Dann lege man diese Pause derart auf die triestinische Halbinsel, daß die Spitze gerade von dem Monte Gargano gefaßt wird. Nach Westen hin ist die Küste von Ancona bis Po-Mündung genau der Südrand der piemontesischen und lombardischen Alpen. Weiterhin kann man diese selbe Pause in den Winkel der Ostseite zwischen Sardinien und Korsika bringen. Wir finden die gleichen Bögen der Anconaküste wieder an der Riviera di Ponente, etwa von den Hyërischen Inseln bis nach Genua hin, und der Bogen von Ortona entspricht dem von Genua bis Elba. Außerdem kann man die gleiche Bogenbildung nachweisen an der nordwestdeutschen Küste und in den dänischen Inseln. Die eigentümliche Bucht von Drin möge derart auf die westfriesischen Inseln eingelegt werden, daß gerade die holländische Küste und die Nordseeinseln in die Linien hineinfallen. Wir haben ohne weiteres in der Bucht von Fiume auch die Küste von Laaland, Falster und Møen mit Ausnahme der selbständigen Kreidescholle. Der Spitze der triestinischen Halbinsel entspricht Arcona.

Ich lege nicht umsonst Gewicht auf gerade diese italienische Küste; denn merkwürdigerweise habe ich diese Küstenbiegungen wiedergefunden in ähnlichem Verhältnis 1 : 4 in den Ostalpen. In dem STIELER'schen Atlas, Blatt No. 15, möge man sich eine analoge Pause herstellen von den Flußtalern des Inn, der Salzach, Enns, Etsch, Eisack, Gailtal, Drau, und bei dem letzteren Flusse mache man ganz genau alle die Biegungen mit, welche das Wasser beschreibt. Diese Pause ist auf die vorhergehende Karte in dem gleichen Maßstabe, Blatt No. 14 Schweiz, so aufzulegen, daß der Enns-Knick mit dem Rhône-Knick zusammenfällt. Überraschend ist die vollständige Kongruenz der beiden Täler in allen Einzelheiten und Biegungen. Es sei außerdem darauf aufmerksam gemacht, daß Drau und Gailtal ganz charakteristische Linien in der Westschweiz treffen, daß der Walensee ebenfalls durch ein ostalpines Flußsystem gekennzeichnet ist. Diese selbe Pause so auf das Oberrheintal gelegt, daß der Salzach-Knick bei Chur zu liegen

kommt, zeigt die Übereinstimmung in der Richtung der Gailtal-Linie mit der Valtellina, die durch ihre merkwürdig gerade Erstreckung ebenso wie jene in dem Gebirgsbau auffällt. — Diese beiden Karten haben den Maßstab 1:925 000, die anderen Übersichtskarten der europäischen Länder sind im Maßstab 1:3 700 000 gehalten. Das ist genau das Vierfache. Herrscht also überhaupt Ähnlichkeit der Figuren, so müssen in den Elementen der europäischen Tektonik dieselben Winkel wiederkehren. Man kann dies beweisen, indem man dieselbe Pause so auf das Erzgebirge legt — Blatt 8, STIELER'S Atlas —, daß die Salzach in ihrem oberen Laufe gerade in die Richtung dieser Falten hineinfällt. Dann sind Drau und Gailtal sofort der ganze Nordrand des Alpengebirges. Das Gleiche zeigt sich, falls man die Fortsetzung der Gailtal-Linie auf den Nordrand des Samlandes legt. Dann wird in dem Verlauf des unteren Drautaales die Nordseeküste von der Elbemündung bis zur holländischen Biegung enthalten sein. Außerdem ist Rügen mit dem Strelasund als eine dreieckige Nebenscholle bezeichnet. — Ferner ist die obere Salzach in die Linie des unteren Elbetales leicht derart einzupassen, daß die Fortsetzung der Salzach, die einen rechten Winkel mit der ersten bildet, in die untere Oder hineinfällt. Drau—Gailtal sind dann die große hercynische Trennungslinie, die vom Ursprung des Bayrischen Waldes gegen Nordwesten durch Deutschland hindurchläuft. Eisak und Etsch bezeichnen Zuider-See und holländische Nordseeküste. — Auf Italien, STIELER'S Atlas, Blatt No. 21, angewendet, ergibt sich, daß diese Pause der ostalpinen Flüsse sowohl die tyrrhenische als auch die adriatische Küste wiedergibt. Man bringe nämlich die Gailtal-Linie in ihrem Westende gerade an die Cilento-Küste, dann ist mit geringen Abweichungen der Lauf der Drau die ganze italienische Westküste. Verschiebt man die Pause um ein Geringes oder dreht man sie vielmehr um den Schnittpunkt, den Gailtal-Linie, Enns und Salzach miteinander bilden, so erkennt man, wie die Enns-Linie die ganze Ostlinie des Apennins bis zum Monte Gargano darstellt, wie die Salzach die isolierte und selbständige Scholle der Terra d'Otranto und der Murgie westlich umfaßt. Außerdem ist dann der merkwürdige gewundene Lauf der unteren Drau

bei Klagenfurt die Nordwestküste Sardiniens und die Trennungslinie von Korsika.

In dieser Pause herrschen, wie ich das nachgemessen habe, die Winkel von 30, 60, 90, 120 und 150°, die in größeren und kleineren Bögen sich gegenseitig schneidend wiederkehren. Daraus ist mit Sicherheit zu folgern, daß auch bei den angegebenen Küsten im großen und ganzen dieselben Winkelverhältnisse vorwalten. Wir kennen diese Winkel bereits aus dem mitteleuropäischen Gebirgsbau in der eigentümlichen Umgrenzung der Böhmisches Masse.

Aus der sehr großen Zahl solcher Kongruenzen und geometrischer Ähnlichkeiten sei noch folgendes hervorgehoben. Auf Karte 54 des STEILER'schen Atlas ist in einem Karton 1 : 500 000 die Dardanellenhalbinsel dargestellt. Wenn man sich diese durchpaust, so paßt auf der Hauptkarte, die den Maßstab 1 : 1 500 000, also ein Drittel hat, die Spitze der Landzunge auf Rhodos, in die Bucht von Adramyti und auf Attika, der Winkel der Barun-Vorgebirge auf Euboea. Auf Karte 52 ist die Winkelgleichheit am Nordausgang der Dardanellen im Umriß des Marmarameeres nachweisbar. Die Spitze ist ferner auf No. 23 der Monte Gargano mit seiner nördlich anschließenden Seenniederung, auf No. 10 in NO.-Deutschland ist es die Putziger Wiek mit der Halbinsel von Hela, die Insel Wollin mit Dievenow und Haffküste, endlich auf No. 11 lassen sich die beiden dreieckigen Knicke des Mainlaufes einpassen. In dem letzten Falle ergibt sich ferner, daß die gerade Küstenlinie der Halbinsel in dem einen Falle durch den Vogelsberg, im anderen durch das Ries läuft. Enz und Nagold bilden den gleichen Winkel, und zwar geht bei genauem Einpassen der gerade Küstenstrich einerseits durch das Vulkangebiet bei Singen und herumgelegt durch den Kaiserstuhl. Diese Dardanellenspitze ist wieder 30°. Daher kann es uns auch nicht wundern, wenn Murgtal und Rheintalspalte damit zusammenfallen und auf der REGELMANN'schen tektonischen Karte der Winkel zwischen den Hauptspalten am Ende der Zaberner Bucht bei Barr und zwischen Elztal und Emmendinger Hauptbruch bei Waldkirch. Dieser Winkel kehrt wieder in Südkuba, im Golf von Maracaibo etc.

Diese und andere, stets gleichartigen Übereinstimmungen haben mich veranlaßt, einfach von einem Punkte aus die sechs Geraden mit je 30° zu ziehen und nun zu sehen, wie dazu die Hauptelemente der europäischen Tektonik liegen. Die Harmonie war eine vollständige, was ich an einigen Beispielen zeigen will. Legt man diesen Stern auf Unterelbe und Unteroder, die 90° bilden, so ist ein Strahl die Richtung des Erzgebirges, ein anderer die der Sudeten, ein dritter die der Schwarzwaldverwerfung gegen das Rheintal. Wählt man den Donau-Knick bei Waitzen als Mittelpunkt, so hat man sofort die Richtung der Bayrischen Alpen, den Thüringer Wald und die venetianische Küste, sowie die NS.-Linie der samländischen Küste. Paßt man auf die Rheinlinie Bingen—Köln und den dazu 120° gedrehten Schwarzwald-Steilabfall ein, so ist die Westküste Holsteins der nächste Strahl, abgesehen von den wiederkehrenden Richtungen des Erzgebirges und der sog. hercynischen Gebirge. Auch der nördliche Rand der Alpen ist wieder da. — Sehr hübsch fügt sich der innere Bau Westfrankreichs ein. Legt man auf der geologischen Karte den Mittelpunkt in die bretonische paläozoische Bucht und einen Strahl in die Richtung der Loire bei Saumur, so ist die Küste der Gascogne gegeben und die Bucht zwischen Bretagne und Cotentin, sowie die nordspanische Küstenlinie. — Wird die Gegend von Nürnberg Mittelpunkt, so hat man als rechten Winkel Schwäbische Alb und Frankenjura, den Südwestrand der Böhmisches Masse und die Rheintalspaltenrichtung — also alle Deutschland beherrschende Elemente zusammengefaßt.

Dies Schema kann nun zur Kontrolle der Küstenwinkel dienen, z. B. der Winkel bei Drin ist 90° , die Dinaridenketten laufen gerade 30° gedreht und liefern sofort die Olymhalbinsel und die Euboea—Andros-Linie. Kalabrien ist ebenfalls um 30° gedreht. Ich bleibe bei diesem einen Beispiel, weil jeder sich auf den Karten selbst von der Richtigkeit überzeugen kann, sobald es sich um einigermaßen gerade Strecken handelt; sonst tritt erst bei Anwendung von Kreisbögen die entsprechende Winkelung heraus. Den Winkel von 30° bilden die Küsten von Südschweden. Der Schnittpunkt liegt bei Küstrin im Oderbruch, was sehr wichtig ist, wie

wir sehen werden. Alle Richtungen scharf ausgeprägt hat Celebes.

Ist nun dies tektonische System wirklich das grundlegende, so muß es auch auf die alten Gebirge anwendbar sein. Sehr klar treten in der Bretagne die Faltenlinien in cambrischen bis subcarbonischen Schichten hervor. Da zeigt sich dann, daß die an der Spitze der Halbinsel sich vereinigenden Züge den Winkel von 30° einschließen. Das gleiche tritt in der Granulitumgrenzung der südlichen Bretagne hervor. Deren alte Ketten machen mit dem in das Plateau zentral eingefalteten schmalen langen Carbonzug 120° , und dieser Richtungsunterschied kehrt im Zentralplateau und in dessen Randgebieten noch oft wieder.

Die Sache ist auf jeder geologischen Karte Frankreichs nachzuprüfen und so auffallend, daß man nur darauf hinzuweisen braucht. Ein halbes Sechseck liegt an der Westseite dieses alten Massivs. Auch die NS. gerichteten tertiären Gräben zeigen eine zugehörige Richtung an ihren scharfen, kristallinen Rändern. Man kann diese Winkel ferner in den Pyrenäen konstatieren, außerdem in den Krümmungen der Loire, die mit solchen Bögen von 46 km Radius zusammenfallen. Im südlichen Irland besitzen die alten Ketten von Wexford und von Cork einen Richtungsunterschied von 150° . Daß wir das gleiche in den deutschen Gebirgen haben, geht schon aus dem oben Gesagten hervor. Interessant ist, daß Rhône und Saône mit Doubs 120° und Saône-Oberlauf 150° bilden, wobei die Fortsetzung des Doubs die Donau von Ulm bis Regensburg ist, ferner der Mittelrhein (Bingen—Wesel) mit Unterelbe 30° .

Von Bedeutung ist meiner Meinung, daß diese regelmäßigen Winkel sogar in dem Talsystem und Bau der Alpen eine große Rolle spielen. Davon kann man sich überzeugen, wenn man den rechten Winkel in den Rhône-Knick von Martigny, den von 150° bei Leuk anlegt, wo ein ganzes regelmäßiges Talbüschel nachzuweisen ist. Vom Rhône-Knick bei Martigny gelangt man durch Drehung um 30° nach Süden in die Richtung der Valtellina und der Dora Baltea zwischen Aosta und Châtillon. Diese und die folgenden Angaben sind gewonnen auf einer Karte 1 : 200 000, und zwar geht die Fest-

stellung der Winkel ausgezeichnet mit zwei großen Zeichendreiecken, die ja die Winkel von 30° , 60° , 90° haben und durch Kombination die von 120° und 150° auch liefern. Oberengadin und Oberrheintal bilden 30° und die Senkrechte auf das Engadin bezeichnet die Lage der Bodenseeachse, die um 60° gedrehte Linie den Walensee. Zu der letzten Längsachse ist die Furche Walenstadt—Ragaz um 30° gedreht. Diese gleichartige Anordnung zeigt sich am Vierwaldstättersee; denn die Seelisberghalbinsel hat Uferlinien von 60° Öffnung, um 30° ist der Bürgenstock dazu gedreht und ebenso das Reußtal bei Altdorf. Der Bürgenstock hat den Winkel von 120° , dessen einer Strahl das Sarnental liefert. Die Furchen der Schwarzen und Weißen Lütchine und das gemeinsame Endtal nach Interlaken bilden 90° und 150° resp. 30° miteinander, so genau, wie das bei einem Talkomplexe zu erwarten ist. Sehr deutlich ist dies Verhältnis auch bei Kander-, Simmen-, Aaretal und Briener See.

Das obere Saanental macht eine Biegung von 60° . Legt man das Zeichendreieck an die gerade Strecke im Gruyèreabschnitt, so ist senkrecht darauf der NO.-Rand des Genfer Sees und um 150° gedreht der Briener See. Die Bucht von Luino ist 120° , senkrecht auf dem Nordstrahl ist der O—W.-Arm des Luganer Sees. Dieselbe Regelmäßigkeit zeigt am Comersee die Bucht von Aregno und der NS.-Arm des Luganer Sees. Zusammen gehören in dieser Weise Oglitotal von Lovere bis Breno, Val Maira und Tal von St. Ulrichen (oberes Wallis). Auch hierbei sind die Beispiele vermehrbar; denn die Bayrischen Alpenketten und die Karnischen Alpen schließen 30° ein, ebenso Inn und oberer Salzach, der Winkel bei Varese am Südrande der Alpen ist 120° , ebenso zwischen Judikarienlinie und oberer Salzach, zwischen dem Inntal westlich und nördlich von Kufstein, obere Drau und obere Enns sind um 60° verschieden etc.

Die großen Züge von Drau, Enns, Salzach gestatteten auf der Übersichtskarte No. 16 Sudeten und Bayrischen Wald, Erzgebirge und Nordrand der Alpen als von denselben Winkeln beherrscht zu erkennen. Dies ist alles nur dadurch erklärbar, daß bestimmte Kreise oder Kreisbögen unter regelmäßigen Verhältnissen sich schneiden, und deshalb ist wieder zurück-

zukehren zu den Kreisen, die ich in meinem vorigen Aufsätze bereits festgelegt hatte. Die Küste von Terranova in Sizilien ist ein Kreisbogen mit dem Radius von 46 km, dessen Häufigkeit vorher geschildert wurde. Dieser Kreis ist nun in vielen Flußläufen entwickelt, z. B. im Lauf des Inn von Kufstein bis zur Salzach-Mündung, ferner im Rhein von Bingen bis Koblenz, in der Saar von Trier bis Saarbrücken, im Höllen- und Elztal bis zum Rhein, im oberen Nagold- und obersten Neckartal, in der Donau bei Wien, der Val Leventina in den Südalpen usw. Auch in Norddeutschland gibt die Recknitz, dieser tief in das mecklenburgische Diluvium eingerissene Fluß, den Kreis wieder. Ja nicht genug damit, eine Bildung, die man bis dahin für eine rein zufällige gehalten hatte, die Frische Nehrung und der Ostrand des Samlandes sind ebenfalls dadurch bestimmt.

Die doppelten Maße von 92 km kann man wiedererkennen in etwas flacheren Meeresküsten, z. B. im südöstlichen England, nämlich an der Küste von Norfolk, die von der Themse-Mündung bis nach Yarmouth damit übereinstimmt, ferner in dem Verlaufe der Küste am Wash nach Fosseydyke Wash hinein, dann in der Kurischen Nehrung, die wiederholt mit ihrem Hinterlande gerade diese Kreise enthält. Man kann nämlich diesen Kreis auf die Küste von Tave und Gilge legen. Bezeichnet man sich dann den Mittelpunkt des Kreises, der in die Ostsee hineinfällt, macht dasselbe mit der Binnenküste von Memel, drittens mit der Kurischen Nehrung, so fallen alle drei Mittelpunkte wieder in denselben Kreis hinein. Damit ist die Gesetzmäßigkeit solcher scheinbaren, zufälligen Küstenlinien doch recht wahrscheinlich gemacht. Konstruiert man sich beide Kreise um einen Mittelpunkt und legt diesen in die Gegend von Salzburg, so hat man direkt lange Strecken des Inn- und des Isarlaufes.

Den Kreis von 185 km finden wir in der Küste von Hinterpommern zwar derart, daß wir den Mittelpunkt eines solchen Kreises dicht bei dem Weichsel-Knick von Bromberg legen. Wir sehen, wie der Kreis gerade den Nordrand Nordostpommerns abschneidet und in der Kösliner Bucht landeinwärts zieht. Dieser selbe Mittelpunkt, auf den Elbe-Knick bei Havelberg gelegt, gibt als Kreisperipherie die Küste von

Usedom, den Strelasund, die Umbiegung am Dars und die Nordostküste von Wagrien (Fehmarn). Dieser Kreis ist außerdem der Lauf des Rheines von Koblenz bis Wesel. Wir haben ihn im dritten Aufsätze schon kennen gelernt als den Lauf des Rheines von Basel bis Kehl und — spiegelbildlich gedreht — von Kehl bis Mainz. Der gesamte Rheinlauf von Basel bis Wesel läßt sich, mit Ausnahme eines kleinen Stückes zwischen Mainz und Koblenz, also mathematisch konstruieren. Dieses Zwischenstück ist, wie eben gesagt, der Kreis von 46 km.

Die Knickpunkte der drei großen norddeutschen Ströme Elbe, Oder und Weichsel sind scheinbar regellos angeordnet. Daß aber diese plötzlichen Änderungen in der Richtung der Flüsse nicht ohne genetische Bedeutung sind, war eigentlich nach dem Gesagten zu erwarten. Nehmen wir den Karpathenkreis mit dem Radius 556 km und legen ihn durch den Weichsel-Knick bei Bromberg und den Elbe-Knick bei Havelberg, so ist sofort der Oder-Knick bei Küstrin mitgefaßt. Wenn man nun aber den Mittelpunkt dieses Kreises auf die Stelle der Oder im Oderbruch bei Küstrin einstellt, die eben durch den Kreis bezeichnet wurde, so ist die Peripherie der Rhein von Mainz bis Köln.

Mit der trockenen Aufzählung weiterer Tatsachen dieser Art will ich hier innehalten. In anderen Artikeln kann ich das reiche angesammelte Material gelegentlich bringen. Jetzt möchte ich im zweiten Teile des Aufsatzes einige Ergebnisse der neuen Betrachtungsart besprechen und zeigen, wie einschneidend diese Beobachtungen unsere bisherigen Anschauungen beeinflussen.

Ich legte auf den Karpathenkreis und auf das letzte Resultat einen besonderen Wert wegen der Schlußfolgerungen. Wir wissen, daß in allerjüngster postdiluvialer Zeit im norddeutschen Ostsee- und Nordseegebiete erhebliche Bodenveränderungen eingetreten sind. Die Ostsee in ihrem heutigen Bestande ist sicher ein Erzeugnis des Quartärs. Hebungen und Senkungen haben während und nach der Eiszeit dort stattgefunden. Es macht fast den Eindruck, als wenn durch diese drei großen Flußtalwinkel eine Scholle bezeichnet wäre, die einheitliche Bewegungen erfuhr. Der tiefste Punkt dieser Scholle ist eben der Oderbruch, der vielleicht noch jetzt

langsam sinkt, weshalb die Überschwemmungen dort so großes Unheil anrichten. Wir haben in diesem Oderbruch bereits vorher kennen gelernt den merkwürdigen Sporn auf dem Kartenblatte Lebus, dessen Ähnlichkeit mit Nordsizilien auffiel, ferner gesehen, daß sich dort die beiden großen Küstenlinien von Småland und Götaland-Schonen schneiden. Beide Küsten sind ganz jung. Man denke nur an die gehobenen Muschelbänke von Uddevalla. In gleicher Weise schneiden sich Nordrand des Finnischen Meerbusens und die Küste Uleåborg—Wasa in der Senke oder bei dem Graben des Vettern, der ja in seiner heutigen Gestalt postdiluvial sein muß; denn sonst hätte ihn das Glazial ausgefüllt. Haben nun verwandte Schollen, die regelmäßig zu der ersten angeordnet sind, ebenfalls solche Bodenbewegungen erlitten, so ist gar kein Wunder, daß wir längs der Rheintal-Linie so junge Vulkanausbrüche wie im Laacher See in der Gegend von Andernach und am Rodderberg bei Bonn beobachten. Diese Vulkane sind z. T. tätig gewesen nach Ablagerung des älteren Löß. Die Hauptsenkung im Ostgebiet und die Hauptzerstückelung der dortigen Kreide hat, wie die Rügener Profile zeigen, zu genau der gleichen Zeit stattgefunden.

Einige weitere Folgerungen lassen sich für die Eiszeit überhaupt ziehen. Denn dieser Kreis, der bei Küstrin seinen Mittelpunkt hat, bezeichnet den Alpenrand von Salzburg bis zum Beginn der Kleinen Karpathen und läuft westlich durch den Kraichgau zum Rhein. Der verwandte Kreis, dessen Mittelpunkt der Elbe-Knick ist, bezeichnet die Ostgrenze der Böhmisches Masse, geht gerade durch das Ende des oberbayrischen Glazialgebietes und begrenzt den Rheingletscher nördlich vom Bodensee. Haben auf all diesen drei verschiedenen Kreisen Bodenbewegungen sich bemerkbar gemacht, dann ist zu verstehen, warum fluviatile Ablagerungen zwischen den Sedimenten des Eises lagern. Neu entstandene Tiefen werden nicht nur in Norddeutschland, sondern auch im Vorlande der Alpen der Sammelpunkt der glazialen Schmelzwässer gewesen sein. Dort haben die Bäche und Flüsse ihre Schotter abgelagert, und nachdem dieses geschehen war, ist das Eis über die wieder ausgefüllten Senken hinweggeschritten. So konnten sich Grundmoränen auf fluvio-glaziale Bildungen

lagern, und wenn die Senkung wiederholt eintrat, in mehrfacher Weise. Es ist daher ganz und gar nicht nötig, daß wir allein aus dem Wechsel von Glazial und Fluvioglazial mehrere große Eiszeiten erschließen, wenn wir z. B. drei Geschiebemergel durch Sande oder Kiese getrennt beobachten. Das kann durch eine einzige Eiszeit bedingt sein, falls Bodenbewegungen mitspielten. Es wird damit eine der Hauptschwierigkeiten, die in den letzten Jahren die Geologen beschäftigt hat, hinweggeräumt. Die Mehrzahl der schwedischen Geologen ist für eine einzige Eiszeit, während die norddeutschen Forscher drei Vereisungen konstatiert zu haben glauben. Soll auch nicht geleugnet werden, daß in Norddeutschland am Rande des großen Inlandeises Schwankungen im Vor- und Zurückgehen die gleichen Erscheinungen, wie bisher angenommen, hervorbringen könnten, so ist doch für das Große und Ganze die Erklärung durch Bodenbewegungen sehr zu beachten.

Diese Betrachtungen haben ferner die allergrößte Einwirkung auf die Terrassenbildung am Nord- und eventuell am Südrande der Alpen. Bodenbewegungen im Diluvium müssen die Gefällsverhältnisse geändert haben, und ich speziell habe mich in Süddeutschland bisher noch nicht davon überzeugen können, daß die eigentümlichen Terrassenbildungen des Rheines und seiner Nebenflüsse nur auf Niederschlagsveränderungen, also auf verschiedene Eiszeiten, zurückzuführen sind. Die Verschiebungen, die, vom Oderbruch ausgehend, das untere Rheintal getroffen haben, werden dort die Abflußverhältnisse derart geändert haben, daß auch die oberrheinische Tiefebene und die Mittelschweiz in Mitleidenschaft gezogen wurden. Die ganze Gliederung der Terrassen durch Glazialzeiten setzt ein Gleichbleiben der Erosionsbasis voraus. Für dieses ist gar kein Beweis geliefert. Im Gegenteil haben im Ost- und Nordseegebiete so erhebliche Senkungen stattgefunden, daß schon dadurch die Wirkung der einmündenden Flüsse eine andere wurde. Kommt nun gar wie am Oberrhein zwischen Mainz und Basel junge lokale Hebung und Senkung dazu, so verliert die Terrassengruppierung ihre allgemeine Bedeutung.

Die eigentümlich regelmäßige Form der deutschen Ostseeküste und vielfach auch der dänischen Inselgruppe läßt

vermuten, daß bei diesen quartären Bodenbewegungen die alten Kontraktionsprünge lebendig geworden sind. Unterelbe, Unteroder und Weichsel sind keine reinen Erosionsglazialtäler; dazu liegen sie viel zu regelmäßig zueinander und zum ganzen tektonischen System Europas. Das Eis und seine Schmelzwasser mögen sie im einzelnen ausgestaltet haben; erzeugt sind sie anderweitig. Auch das große Urstromtal Bromberg—Küstrin—Hamburg ist jedenfalls tektonisch angelegt. Für das Unterelbetal bei Hamburg ist dies durch die Bohrungen erwiesen.

Die Bogen von 92 km Radius, die Ostpommern und Vorpommern—Wagrien umziehen und deren Mittelpunkte die großen Flußbiegungen bei Bromberg und Havelberg sind, bezeichnen augenscheinlich zwei kleinere selbständige Schollen. Haben diese nun eine von der Nachbarschaft verschiedene Bewegung gehabt, sind sie z. B. nicht so tief gesunken oder gar emporgequetscht, so müssen an ihren Rändern erhebliche Stauchungs- und Quetschungsprozesse sich abgespielt haben. In der Tat ist bei Köslin der 100 m aufragende Gollenberg eine mächtige überschobene Scholle, was durch eine fiskalische Bohrung erkannt ist, und bei Finkenwalde haben wir die oft beschriebenen Verquetschungen und Überschiebungen von Tertiär, Kreide und Altdiluvium auf mitteldiluvialen Sande. Durch beide Stellen laufen die vorgezeichneten Kreise. Am Strelasund ist gleichfalls Kreide und Diluvium mit 100 m Dicke über Diluvium geschoben (Bohrung Franzeshöhe bei Stralsund). Auch das stimmt herrlich, da der Kreis gerade durch diese Gegend läuft.

Überhaupt ist gar nicht einzusehen, warum die doch erheblichen jungen (mittel- und postdiluvialen) Verschiebungen Norddeutschlands den oberen Boden ungestört gelassen haben sollen. Wir sehen ja auf Rügen die Klüfte in der Kreide und die Stauchungen der Feuersteinbänder. Sinkt oder sackt Sand, Kies und Geschiebemergel ein, so sind Stauchungen eine unvermeidliche Folge. Deshalb ist zweifellos die sogen. aufpflügende und stauchende Wirkung des Inlandeises bei weitem zu hoch eingeschätzt. So große Schollenbewegungen wie am Gollenberg bei Finkenwalde und auf Rügen sind tektonisch. Mit den oberen Teilen der neuentstandenen Höhen mag das Eis sein Spiel getrieben

haben. Hundert Meter in den Boden hinab hat es kaum gewirkt. Man begreift sonst nicht, wie die losen interglazialen Sande bei Finkenwalde dem Eisdruck hätten widerstehen können. Sie hätten doch zuerst weggeschafft werden müssen, ehe das Eis die tief unten liegende Kreide hochpflügte.

Auch am Mittelrhein in der Gegend von Darmstadt und Heidelberg gelangt man ja mehr und mehr zu der Einsicht, daß dort beträchtliche junge Bodensenkungen erfolgt sind. Die Konsequenz ist aber, daß Stauchungen von Diluvialsanden nun unmöglich mehr als Beweise für ein tiefes Herabreichen der Gletscher angesehen werden dürfen. Solche Bewegungen in quartären Schuttmassen sind, falls nicht einfach Gehängedruck vorliegt, Folge von tektonischen Prozessen oder von Veränderung in der Durchtränkung mit Grundwasser.

Bemerkenswert ist ferner, daß die Frische und Kurische Nehrung, die Helazunge und die Küstenumrisse in der Mecklenburger Bucht die oben genannten bestimmten Kreise zeigen. Das deutet auf quartäre Entstehung und auf eine im großen und ganzen verhältnismäßig geringe Abtragung durch das Meer. Gerade darin, daß diese Kreise im Binnenlande an den verschiedensten Stellen wiederkehren, liegt ihre Bedeutung auch für die Küstenformen. Wie beim Inlandeis glaube ich auch von der Meeresbrandung, daß ihre Wirkungen ganz erheblich überschätzt worden sind. In großer Menge denudierend wirkt das Meer nur in langsam sinkenden Gebieten. Von einer gewissen, gar nicht bedeutenden Tiefe an erfolgt schon wieder Sedimentierung, da sich die Wellenbewegung nach unten hin rasch abschwächt. Was wird z. B. an den Steilküsten von Bornholm oder Capri weggenommen? Das ist herzlich wenig, und an flachen Küsten kommt die eigentliche Brandung gar nicht an das feste Land heran. Man gehe in Gedanken einmal die dem Leser bekannten geologischen Beispiele von Transgressionen durch. Enorme Konglomeratmassen findet man nie, z. B. im Moskauer Becken Carbon und oberer Jura, Miocän auf der Schwäbischen Alb, unterer Buntsandstein im Elbsandsteingebirge, Kreidetransgression in Bayern usw. Die mächtigen Konglomerate des italienischen Pliocäns sind Ausfüllungen zwischen Inselketten und oft umgelagerter Flußschotter oder aufgearbeitete ältere Schotter.

Ohne Hilfe der Bodenbewegungen arbeitet das Meer sehr langsam und deshalb darf man die großen Küstenformen sehr wohl in den Kreis dieser Betrachtungen ziehen.

Drittens ergibt sich, daß dem Gesamtläufe der Flüsse eine hohe Bedeutung für die Tektonik zukommt. In diesem Falle mehr als im allgemeinen angenommen wird. Das Wasser bleibt das feinste Reagens für Bodenschwellen, Dellen und Einbiegungen, das wir überhaupt haben. Weichen größere Flüsse plötzlich von ihrem Laufe in anderer Richtung ab, so liegt dem etwas ganz Wichtiges zugrunde. Dies wird in der Mehrzahl der Fälle andere Neigung des Bodens oder sonst Tektonisches sein. Dabei denke ich keineswegs immer an Brüche; leichte Einbiegung genügt. Solche kann später nach Bildung des Flußtals nicht mehr deutlich nachweisbar sein, weil sie natürlich in tieferen Schichten geringer ist als in den oberen. Sie kann ferner lokal in Verwerfung oder Faltung übergehen und dann erhalten sein. Beides zusammen hat wohl das Rheintal von Bingen bis Bonn erzeugt, das ja streckenweise in Verwerfungslinien läuft und in der tektonischen Bonner Bucht ausmündet. Daß die großen norddeutschen Täler nicht rein glazial sind, wurde schon oben ausgeführt. Ich halte aber auch Gebilde, wie Recknitz- und Ober-Peenetal nicht mehr für typische Glazialtäler. Die ganz bedeutenden Stauchungen, die an ihren Rändern mir seit langem bekannt sind, konnte ich bis dahin nicht befriedigend erklären. Bemerkenswert ist unzweifelhaft, daß diese Täler, ferner Inn, Isar, Rhein von Basel bis Kaiserstuhl, die Mainabschnitte sich alle ungezwungen den Kreisen mit 46 und 92 km einfügen. Es sind alles wohl relativ junge Läufe, deren Gestalt am einfachsten durch entsprechende Bodenverschiebungen verständlich wird. Bei der Donau kommen wir um diese genetische Erklärung gar nicht herum, wenn wir die mannigfache Verlegung des Oberlaufes betrachten oder die auffallenden Knicke des Mittel- und Unterlaufes. Der Schwarzwald ist augenscheinlich jünger als die Vogesen. Der Rhein drängt gegen jenen viel mehr als gegen diese, so daß sich das ganze System der Ill neben dem Rhein entwickeln konnte, d. h. der heutige Rheinlauf ist die neue, wenig geänderte Tiefenlinie.

Eigentümlich ist die Regelmäßigkeit in der Lage der Alpentäler zueinander. Ist die heute mit Begeisterung verfochtene Überschiebungstheorie richtig, so beweist diese Talgruppierung, daß alte, vorgebildete Dislokationsklüfte bei neuen, postmiocänen Einsackungen einen maßgebenden Einfluß besaßen. Die Schweizer Geologen haben ja die Seen stets als Senkungsphänomene aufgefaßt, der eine mehr, der andere weniger umfassend. Die Gestalt des Vierwaldstättersees zwingt gleichsam zu einer tektonischen Auffassung. Die großen Längstäler sind lange als mit der Gesamtstruktur verbunden erkannt. Aber die Quertäler hat man fast ebenso ausschließlich als Erosionstäler gedeutet, die ihre Gestalt und Tiefe im wesentlichen der Glazialerosion verdanken sollten. Glazialwirkungen sind nicht abzuleugnen, indessen sind die sonderbare Knickung vieler Furchen, ihre Tiefe und Breite kaum wirklich durch Erosion allein verständlich. Die regelmäßige Anordnung läßt tektonische Elemente als Grundlage wahrscheinlich werden. Dabei denke ich auch hier keineswegs immer an Verwerfungen, obwohl solche mehr vorhanden sein werden als bisher angenommen ist; denn solange man über breite Täler kurzweg verbindet, wird man eben niemals Verschiebungen finden. Aber an vielen Stellen ist der Zusammenhang trotz des tiefen Tales vorhanden. Diese Furchen fasse ich als Klaff- oder Zerrungstäler auf, entstanden parallel oder senkrecht zum Druck. Jedes Experiment mit zusammengebogenen, halbplastischen oder starren Massen zeigt, daß in der Längsrichtung des Sattels die Platten reißen. Drückt man solche Massen gegen gebogene Widerstände, so spalten sie in der Richtung des Druckes mehr oder minder radial. Drückt man eine Kugel von den Polen her zusammen, so reißt sie in der Richtung der Meridiane auf. Die ersten Fälle haben wir ja prachtvoll in den Combes des Jura gebirges mit den Kalkfluh an den Seiten und dem Zusammenschluß der Wände, sobald die Massen untertauchen. Beispiele für Verschiebung der beiden klaffenden Ränder sind auch vorhanden. Die Erosionsfanatiker betrachten auch die Combes als reine Wasserwirkung und Rückwitterung; doch habe ich niemals einen wirklich triftigen Beweis gehört, der ein ursprüngliches Klaffen ausschliesse.

So können auch manche Längstäler der Alpen Klafftäler sein, andere sind ja nachgewiesenermaßen Mulden. Die großen Quertäler wie Aare, Reuß, Rhein ließen sich als Zerrungstäler deuten, da das sogen. Untertauchen der verschiedenen Massive und Überschiebungsdecken in den Massen Zug und damit klaffende Spalten erzeugte. Auch Abhängigkeit von verschieden gebautem und verschieden widerstandsfähigem Vorlande ist nicht von der Hand zu weisen. Den Haupteinfluß wird auf Faltung und deren Verlauf im einzelnen aber die präexistierende Struktur des Bodens haben. Die sogen. variskische Faltung ist in den Alpen ja allgemein nachgewiesen. Nun ist mir durch die Betrachtung der Karten immer klarer geworden, daß bei jeder Bodenbewegung nicht nur ein System von Falten und Brüchen entsteht, sondern daß die verschiedenen vertauschbaren Linien mit den 30° Winkeln immer gemeinsam in Tätigkeit treten. Man vergleiche das alte carbonische Gebirge in der Bretagne, im Plateau central und in Deutschland oder den Rheinalgraben oder die Begrenzung der Po-Ebene oder das junge norddeutsche absinkende Gebiet. Die alten Spalten werden lebendig, und zwar in verschiedenem Maße, wie sie von der Druckrichtung beeinflußt werden. Dadurch entsteht in alten Bruchgebieten die Bogenform der Gebirge und zugleich die Grundlage des künftigen Reliefs. Die Kette des Lomont und Mte. Terrible bilden 30° mit denen des Weißenstein; Scharungspunkt ist, wie bekannt, der Hauenstein; gegen die Lomont-Linie sind die Grabenbrüche des Tafeljuras um 120° , die große Rheinalspalte südlich von Freiburg um 90° gedreht. Die großen Tertiärbecken im Jura (Delemont etc.) entsprechen der Fortsetzung des Rheinalgrabens. So werden wir auch in den Alpen die alte Struktur in weit höherem Maße berücksichtigen müssen, und es ist ein Fehler in der modernen Deckentheorie, daß sie darauf gar nicht eingeht. Bodenbewegungen haben unzweifelhaft in Trias, Jura, Kreide auch dies Gebiet betroffen. Man denke nur an das Übergreifen des Jurameeres und an die verschiedenen Faziesbildungen in Trias bis Kreide. Daß alle diese Fazies von der Trias an parallel dem heutigen Alpenbogen zur Entstehung und Verbreitung gelangten, ist reine Hypothese. Wie nah die verschiedenen Fazies aneinander-

stoßen, ist nach freundlicher Mitteilung von Prof. G. BOEHM in den Molukken zu sehen, wo Korallen- und Tiefwasser-sedimente auf 1—2 km Entfernung nebeneinander entstehen. Ebenso haben wir im Tertiär des Rheintalgrabens auf geringe Distanz ganz verschiedenartige Bildungen; Juranagelfluh und obere Mollasse rücken am Bodensee ganz eng aneinander und sind so verschieden wie nur möglich im Aussehen. Wenn in der Trias die Schweizer Alpen ein Küstenbruchgebiet waren nach Art des Ägäischen oder Marmara-Meeres, ist hartes Aneinanderstoßen von alpinen Triasdolomiten und germanischer Trias keineswegs verwunderlich. Die Beobachtungen auf Sardinien und den Balearen, Spanien und Provence zeigen den unregelmäßigen Verlauf der triadischen Binnenfazies und deren Verdrängung durch die Dolomitsedimente. Deshalb kann ich keineswegs irgend einen zwingenden Grund sehen, die Gisywiler Stöcke oder Dolomite der Iberger Klippen aus den Südalpen abzuleiten. Gerade der mittlere Keuper transgredierte und die Kalkalgen der Dolomite beweisen, daß das Gebiet der Alpen teils in Hebung, teils in langsamer Senkung sich befand. Denn die Algen als Pflanzen sind an das Sonnenlicht gebunden und gedeihen üppig, also gesteinsbildend nur in geringer Tiefe. Haben wir mächtige phytogene Dolomite, so sind solche nur bei ganz langsamer positiver Bewegung entstanden und, da solche an manchen Stellen übereinander wiederkehren, ist wiederholte Bodenbewegung zu erschließen. Dolomite und Rauchwacken sind also keineswegs weder horizontal, noch vertikal weit voneinander getrennt gewesen (vergl. die Gipse unter dem Hauptdolomit). Ein solches Bruchgebiet mit vulkanischen Erscheinungen, wie es die Alpen in der Trias waren, hat natürlich eine ungleichmäßige, d. h. winkelige und buchtenreiche Küste besessen. Diese im einzelnen zu rekonstruieren, dürfte unmöglich sein, aber einen geraden Verlauf zu fordern, liegt gar kein Grund vor. Dasselbe gilt von der Kreide, nachdem im Oberjura das Festland Mitteldeutschlands mit Inseln oder Halbinseln im Gebiete des Schweizer Juras entstanden war. Ja, die wechselnden Bildungen des süddeutschen Doggers und Malms (Hauptoolith — *Parkinsoni*-Tone einerseits und *Renggeri*-Schichten, Terrain à chailles — Weißer Jura α und β anderseits) beweisen,

wie bald rechts, bald links von einer etwa in der Schwarzwaldachse laufenden Linie sich die Sedimente und daraus erschließbar auch die Tiefen änderten. Die Tone können Ablagerungen tieferen Wassers sein, Hauptoolith und Rauracienkalke sind sicher Flachwasserprodukte, da ja auch die Korallen nur in geringer Tiefe lebhaft wachsen. Das gleiche gilt von den Urgonkalken, die Strandbildungen darstellen. Hebung und darauffolgende Senkung zeigt sich in der oberen Kreide der Westalpen und wahrscheinlich in der Gosau. Die Hauptbruchzeit fällt aber wohl in das Alttertiär und machte dann der Auffaltung Platz.

Ungestört und einheitlich war das Alpengebiet also keineswegs, als es von der großen Runzelung betroffen wurde. Man denke sich nur einmal den Rheintalgraben von einer schief zu seiner Achse gerichteten Faltung ergriffen. Die bedeutendsten Überschiebungen und extreme Schollenstruktur mit umgekehrter Lagerung und Schuppung werden die Folge sein. Das Bruchgebiet des Ägäischen Meeres mit seinen kristallinen Inseln und Klippen oder die dalmatische Inselreihe schief zum heutigen Streichen gefaltet, müssen deckenartige Erscheinungen geben, ohne daß eine erhebliche Horizontalverschiebung erfolgt wäre.

Man wird fragen, was soll dieser Exkurs in die Genese der Alpen? Der Grund ist, daß die ganze Anschauung von der regelmäßigen Tektonik, wie ich sie jetzt zu vertreten versuche, ein Hindernis findet in der Deckentheorie, welche beliebig weit, bald nach der einen, bald nach der anderen Seite große Schollen der Erdkruste wandern läßt. Wie soll sich z. B. im Apennin Regelmäßigkeit in Küsten- und Gebirgsformen erhalten haben, wenn er von Westen und von Osten her überschoben ist? Da aber gerade die italischen Küsten große Regelmäßigkeit zeigen, so ist zum mindesten eine jüngere, auf die alte gleichmäßige Zerklüftung zurückgehende Senkung anzunehmen, die alle Schollen wie Schichten behandelte und durchsetzte. Ich meine, zu vielen Erscheinungen gelangt man einfacher auf folgende Weise.

Zunächst erscheint es gar nicht nötig, jeglichen Kalkkeil in den Alpen als eine Wurzel aufzufassen, die mit Decken und großen Falten zusammengehört. Der Baseler Tafeljura

ist ein Gebiet mit langen, schmalen, eingesunkenen Gräben, ebenso der Dinkelberg nordöstlich von Basel. Denken wir uns nun eine solche Tafel von Hauptoolith oder Muschelkalk mit Gräben von Argovien oder Lias gefaltet, so liegen nachher Keile der beiden jüngeren Schichten in diesen älteren. Eine Verbindung durch Luftsättel erscheint wegen der Faltung gegeben, wäre aber falsch, da bereits vor dem Zusammenschub die Decke zerstört und nur eingebrochene isolierte Streifen vorhanden waren. Die Gegend vom Klettgau bis zur Alb hat in der Mitte den Einbruch des Bonndorfer Grabens, der z. B. den Lias um mehrere Kilometer nach Westen vorgeifen läßt. Bei Zusammenschub oder Aufwölbung liefert dieser Graben einen Liaskeil, den wir aber nicht durch Luftsättel oder durch unterirdische Rekonstruktionen mit den seitlich entstandenen Gewölben oder Mulden verbinden dürften. Gerade in diesem Beispiele würden wir weiter gegen Osten den Keil in eine Faltenserie übergehen sehen, da wo die Schichten noch im Zusammenhange waren. Aber wir dürfen die dort beobachtbaren Falten nicht auf den Keil übertragen, wie es in den Alpen immer geschieht. Jede Aufwölbung bedeutet eine Zerrung. Durch diese können und werden die meisten Gräben entstanden sein, weil die nun auf größere Oberfläche gedehnten Schichten nicht ausreichen, klaffen und sukzessiv die höheren Lagen streifenförmig als Ausfüllung der Klüfte in sich aufnehmen. Umgekehrt erzeugt Senkung Zusammendruck der Schichten und damit ein Herauspressen einzelner überschüssiger Streifen, also Horste. Diese letzten können auch deshalb stehen geblieben sein, weil auf dem verringerten Raume der Senkung für alle Teile kein Platz war. Aus der allgemein gültigen Annahme, daß ein großer Teil der Alpen vom marinen Flysch bedeckt wurde, folgt eine letzte große Absenkung im Alttertiär, die mit Erfüllung der Gräben und Zudeckung des Ganzen durch den Flysch verbunden war. Wird ein solches, nach Analogie der übrigen Bruchgebiete ziemlich regelmäßig zerspaltenes Areal aufgewölbt, gepreßt und gefaltet, so erhalten wir wieder bis zu einem gewissen Grade regelmäßige Formen mit scheinbar überschobenen Schichtkomplexen und Flyschkeilen. Das zeigt sich auch ganz klar in der Verteilung der

Klippen. Auf der neuen SCHMIDT-PREISWERK'schen Karte des Simplongebietes habe ich ohne Schwierigkeit 3, ja 4 der Hauptschollen und Klippen in den 46 km-Kreis bringen können, ferner diesen Kreis konstatiert als Valle Leventina, als Bogen des Permocarbons im Rhônetal und an der Ostseite des Montblanc, als Längstal an der Südostseite des Montblanc und gleichzeitig als NO.-Rand des Genfer Sees, weiter als Südrand dieses Sees, als Nordgrenze des Chablais, als Nordgrenze der Freiburger Alpen, als Nordwestgrenze der Dente Blanche-Decke. Der Kreis mit 92 km ist vorhanden in dem Ivrea-Zuge, im Tale von Martigny bei Visp in dem Carbon des südlichen Montblanc-Massivs. Nimmt man sich die neue geologische Übersichtskarte der Alpi occidentali 1 : 1 000 000 her und konstruiert sich dafür ebenfalls die beiden Kreise, so paßt im Argentera-Gebiet und bei Turin das Schema sehr gut. — Aus allen diesen Messungen und Beobachtungen wage ich zu schließen, daß die Deckentheorie der Revision oder Erweiterung bedürftig ist.

Im nächsten Artikel weitere Beweise und Betrachtungen.
