

Variscisches und alpines Gebirgssystem.

Von Robert Schwinner (Graz).

(Mit 1 Textabbildung.)

„... denn unser Wissen ist Stückwerk“ (1. Cor. 13, 9) — wenige trifft dieses Wort so offensichtlich und unabweisbar wie den Geologen. Er kann sich nun mit dem begnügen, was der Aufschluß ihm zugesieht, oder er versucht, diese ihm vom Zufall gesteckten Schranken zu überschreiten. Die neuere Zeit ist nicht genügsam, nie waren „großzügige Synthesen“, die weit über die Grenzen jeder möglichen geologischen Erfahrung hinausschweifen, beliebter als heut. Dagegen ist an sich nichts einzuwenden, „*rerum cognoscere causas*“ (LUCREZ) ist ein uraltes Begehr, dessen sich die menschliche Natur gewiß nicht zu schämen hat, während Genügsamkeit auf diesem Gebiet sich nie als förderlich erwiesen. Nur darf man dabei nicht sich selbst — und andere täuschen, sondern man muß sich stets ehrlich Rechenschaft geben, welchen Anteil Objektives und Subjektives, Beobachtung und Phantasie an der kühnen Synthese haben.

Nur von den Gebilden der letzten Orogenese ist uns in den heutigen Gebirgen ein fast geschlossener Horizontalschnitt durch den ganzen Bau zugänglich, von den älteren Gebirgssystemen sind uns nur isolierte und verstümmelte Bruchstücke („Rümpfe“) bekannt, deren Verbindungen durch Deckgebirge verhüllt sind. Die eine Möglichkeit, diese Lücken zu überbrücken, bieten tektonische Analogieschlüsse (vgl. SCHWINNER 1915), indem man nämlich zwischen den getrennten Rümpfen und Stümpfen in Gedanken eine Verbindung zieht, für die das Vorbild von einem anderen, besser bekannten Gebirgsbau genommen ist, z. B. für das variscische Gebirge von den Alpen. Das ist im kleinen unbedenklich; je größer die zu überbrückende Lücke, desto unsicherer wird solche Verbindung. Oder man versucht, Beobachtungsreihen anderer Art zur Ergänzung heranzuziehen, unter welch letzteren in neuerer Zeit die geophysikalischen besondere Bedeutung erlangt haben. Diese sind über die ganze verdeckte Fläche gleich gut, aber — das liegt im Wesen der Fernwirkung — nicht eindeutig. Dieser Übelstand läßt sich ziemlich weitgehend beheben, indem man Beobachtungen der verschiedenen Arten zum Bild vereinigt, und dieses immer nach der Methode der Analogien nachprüft. Für den Raum, in dem variscisches und alpines Gebirgssystem zusammenstoßen, ist nunmehr — nachdem SCHEDLER die magnetischen Messungen bearbeitet hat — das meiste ins Treffen geführt, was überhaupt in absehbarer Zeit erwartet werden kann; für größere geologische oder geophysikalische

Aufnahmsarbeiten wird nicht so bald viel zu hoffen sein. Daher ist es Zeit, auch dem fernerstehenden geologischen Publikum die bisherigen Ergebnisse im Zusammenhang kurz und übersichtlich mitzuteilen.

Die Grenze zwischen variscischem und alpinem Bau, wie sie heute an der Oberfläche und in der geologischen Karte erscheint, hat verschiedene tektonische Bedeutung, je nachdem man sie von der einen oder von der anderen Seite her ansieht. Der Tertiärstreifen, der in wechselnder Breite — vom Schweizer Mittelland bis Mähren — beide trennt, gehört einerseits zum Alpensystem, insofern als er die Randsenke desselben vorstellt, aufgefüllt mit dem Schutt des werdenden Gebirges. An seinen Südrand schließen sich die äußersten Faltenzüge der Alpen, konkordant zu ihm oder doch nahezu konkordant: wenn sich auch gelegentlich dabei verschiedene tektonische Staffeln ablösen, so halten sie doch das Streichen parallel dem Rand, und die Faltenelemente, die an diesen treten, können meistens in gewisser Weise als miteinander nahe verwandt angesehen werden. Auf der anderen Seite, gegenüber dem variscischen Faltenbau, spielt dieses Randtertiär die Rolle einer entschieden diskordant abschneidenden Überdeckung; es treten die verschiedenen tektonischen Elemente der Reihe nach an die Grenze heran und verschwinden, und das Streichen im einzelnen wie besonders das Generalstreichen der großen Gebirgszonen verläuft quer, am öftesten unter nahe rechtem Winkel, und fast nie parallel zu dieser Grenze. Diese abgeschnittenen Stümpfe müssen sich nach Süden weiter fortsetzen unter dem Tertiär der Randsenke, sie sind auch unter den vordersten Kalkketten noch bezeugt, durch exotische Blöcke, Scher- und Schüblinge. Nun, auf der andern, der Südseite des Kalkalpenbaues, an der Grenze gegen die Zentralalpen ist das Bild einigermaßen ähnlich, nur daß dort die alpidische Faltung eine gewisse Anschlichtung erzielt hat; der Winkel, in dem die einzelnen Faltenelemente der Grenze zustreichen, ist dadurch mehr ins spitze umgebogen, aber dies ändert nichts an dem Grundzug des Bildes, daß nämlich die tektonischen Zonen der Zentralalpen der Reihe nach vom Kalkalpenrande abgeschnitten werden. Diese von Nord und Süd der Kalkalpen einander entgegengestreckten Stümpfe des Grundgebirges schreien förmlich nach den verbindenden Bauelementen; es wird im folgenden zu diskutieren sein, wie man sich solche unter dem mesozoischen Deckgebirge durchgelegt denken könnte.

Der Ostrand der böhmischen Masse kann heute noch einigermaßen verglichen werden mit dem jungen Alpennordrand, er zeigt ähnlich enge Verknüpfung von innerer Struktur und äußerer Grenze; alles streicht einmütig NNO—SSW; der Rand des oberösterreichischen Granites (Isperlinie); der östlich von diesem folgende Streifen moldanubischen Katakristallins, im ganzen, und wenn man nur das Mittel aus seinen Biegungen, Windungen, Sigmoiden nimmt, auch mit seinen einzelnen Strichen (Graphit, Marmor usw.); die moravische

Überschiebung, mit welcher dieses Kristallin der eigenartig ausgebildeten („moravischen“) Randzone *en bloc* aufgeschoben ist; die Gesteinszüge in der moravischen Zone selbst (wieder im Durchschnitt der ihnen aufgeprägten Sigmoiden); ja sogar der jüngere Graben der „Boskowitzer Furche“ — der vielleicht auf ältere Anlagen zurückgeht — und schließlich wohl auch der äußere (östliche) Rand des wenig aufgeschlossenen Kristallins östlich vom moravischen Streifen (Thayabatholith, Brünner Masse usw.), der etwa auf der Linie Korneuburg—Nikolsburg zu suchen ist, wo die Schuppenzone der „Klippen“ an ihm emporbrandet und gelegentlich Scherlinge von Granit usw. aus dem Untergrund emporbringt. Dieser Bau kann so, wie er am Tertiärrand verschwindet, nicht wirklich sein Ende haben, besonders die moravische Überschiebung ist eine Dislokation bedeutenden Ausmaßes, und fordert mechanisch möglichen Abschluß oder Fortsetzung.

Auch eine große Überschiebung kann im Streichen ihr Ende finden durch allmähliches Abklingen (Abnahme der Schubweite, Steilstellung der Schubbahn, Übergang in Falten usw.); dafür ist hier kein Anzeichen. Oder die Schubmasse könnte seitlich an einer Scherfläche enden (Beispiel wüßte ich keines anzugeben, aber es wäre geometrisch denkbar), dann müßte ihre Grenze in der Schubrichtung zurück-springen; mit der „Diendorfer Verwerfung“ greift aber im Gegenteil das Moldanubische — gerade bevor es nach Süden unter Tertiär verschwindet — ostwärts vor, im äußeren Umriß, vermutlich auch mit wirklicher Verschiebung¹⁾. Wenn die Überschiebung vor oder unter der Alpenrandsenke gegen Westen abbiegen würde, müßten dazu korrelative Strukturen im Moldanubikum zu sehen sein²⁾) und Moravisches sich unter den exotischen Blöcken finden. Bleibt noch die Möglichkeit der Fortsetzung nach Süd oder Ost, also jedenfalls unter dem seichten alpinkarpathischen Deckenbau unten durch. Geophysikalisch ist diese Fortsetzung unmittelbar belegt: die „Kamplinie“ der älteren Autoren, welche die Beben von Wiener Neustadt, Gloggnitz usw. bis in den inneren Winkel der Thayakuppel (Messern z. B.) hineinleitet, fällt im Sichtbaren mit der moravischen Störungszone zusammen (SCHWINNER 1929 b, S. 23 ff.), warum sollte das im verdeckten Teil anders sein?

Dem Gebirge östlich von der moravischen Überschiebung entspricht in den Zentralalpen³⁾ alles östlich einer Querlinie, die etwa

¹⁾ Dunkelsteiner Wald — (?) — Granulit bei Diendorf, vgl. WALDMANN (1922).

²⁾ Im Pielaichgebiet biegt das Streichen in SO, d. i. gerade quer dazu um (F. E. SUESS 1907).

³⁾ R. STAUB (1924, S. 194): „Von einer Einreihung des Semmeringsystems in die Böhmishe Masse, wie sie in neuester Zeit von verschiedener Seite propagiert wurde, kann gar keine Rede sein; wir brauchen diesen Zusammenhang nicht zu diskutieren.“

von Paschlug über Stanz, Birkfeld, Anger gegen Stubenberg hinauszieht, in Gestein und Gebirgsbau so gut, daß es als dessen Fortsetzung im Streichen angesehen werden muß.

Hier müssen weitere Einzelheiten angeführt werden, weil die betreffenden Beobachtungen z. T. wenig, z. T. noch gar nicht bekannt sind (F. E. SUESS 1912; KÖLBL 1929, bes. S. 116 ff.; SCHWINNER, Zur Geologie der Oststeiermark). Das Charaktergestein der Zone östlich nächst der Überschiebung ist in Mähren der „Bittescher Gneis“, in Steiermark der „Mürztaler Grobgneis“. Beiden Gesteinen sind folgende Merkmale gemein: Chemismus granitisch, sehr sauer, eisenarm (lichte Verwitterungskrume auffällig), Tonerdeüberschuß⁴⁾; grobgeaugt bis dünnsschieferig; Mikroklin (manchmal blaßrot, auch übergehend in Schachbrettalbit), größere Oligoklase („echt gefüllt“, mit klarem Rand), Mosaik von Quarz und hellem Albit, Biotit (wenig, kleinfetzig), Muskovit (größer, gerade Scheiter, frisch gesproßt, was auch von dem selteneren Chlorit gilt); nur spärlich Nebengemengteile (Zirkon, Apatit); es fehlen beidemal fast vollständig: basische Schlieren, Quergriffe, Pegmatit, Turmalin sowie die gemeinen Kontakte (Andalusit, Cordierit, Sillimanit)⁵⁾. Hauptunterschied, daß der Mürztaler im ganzen größer als der Bittescher ist, reicher an K⁶⁾, größere vollgranitische Kerne öfter enthält, Granat sowie Orthit führt, die dem Bittescher zu fehlen scheinen. Die Begleitgesteine sind in der Hauptsache hier und dort die gleichen: Granatglimmerschiefer — Diaphthorit, Phyllit (Serizit und Chlorit) bis Tonschiefer usw. vom Habitus nichtmetamorphen Paläozoikums (Kwetnitza = Pfaffensattel), „feldspätige Phyllite“ (= Wechselschiefer?); nicht viel, aber doch einige Amphibolite bzw. Grünschiefer. Hauptunterschied, daß die „moravischen Kalkzüge“ kein Gegenstück in der Wechselkuppel haben, und daß umgekehrt die dort nicht sehr häufigen, aber recht bezeichnenden Chloritoidschiefer vom Moravischen nicht angegeben werden.

Bedeutung und Tragweite solcher Gesteinsvergleichung? Nicht übertreiben, weder für noch wider! Ein Beispiel: die „autochthonen Massive“ der Westalpen (Aar, Gotthard-, Mont Blanc-, Aiguilles Rouges- usw.) gehören zur gleichen tektonischen Zone, und sind ganz analoge Bildungen; man würde bei ähnlicher Zusammenstellung wie oben viele Ähnlichkeiten angeben können, man würde aber auch eine große Anzahl sehr merklicher Unterschiede (in den einzelnen Gesteinen und im Serienbestande) hervorheben müssen. Gleichviel Spielraum muß man anderswo wohl auch voraussetzen. Man kann daher auf solche Vergleichung ein apodiktisches Urteil nicht stützen, wohl aber kann dies eine wertvolle und starke Bekräftigung abgeben für Zusammenhänge oder Trennungen, welche sich aus anderem Material ergeben haben⁷⁾. Nun: Thaya- und Wechselkuppel sind schon im Stoffbestand (der einzelnen Gesteine und der Serien) einander sehr ähnlich, besonders aber stimmen sie

⁴⁾ Eher als an starke Abfuhr von Alkalien (ANGEL, Gest. d. Steierm., S. 70), die ja jetzt noch sehr hoch sind, möchte ich an Beteiligung sedimentären Materials denken; es sind auch sicher viele „Grobgneise“ nur vom syntektonisch intrudierten Granit aus gefeldspatete Schiefer (siehe Anmerk. 5).

⁵⁾ Entspricht bis ins einzelne der Beschreibung, die SCHEUMANN (1932) für syntektonische Granitintrusionen gibt.

⁶⁾ Analyse: HINTERLECHNER 1917, S. 53.

⁷⁾ Obwohl „das silesische Grundgebirge andere Gesteine und andern Bau aufweist als die moravischen Aufwölbungen . . ., gehören beide aber ohne Zweifel im großen zu der gleichen . . . Gebirgsmasse“, wegen „einer Anzahl gemeinsamer Eigenarten, und insbesondere wegen des gemeinsamen Gegensatzes gegenüber dem Bau und den Gesteinen der moldanubischen Scholle“ (F. E. SUESS 1912, S. 604).

genau überein in einer Menge von Merkmalen, die einzeln nicht sehr wichtig aussehen, die jedoch in ihrer Gesamtheit ein bestimmtes tektonisches Milieu charf kennzeichnen. Dieser Übereinstimmung in der „Mikrotektonik“ entspricht eine solche in den Hauptzügen des Bauplanes⁸⁾: das äußerste und oberste (unmittelbar unter der Überschiebung) bildet die gegen W konvexe halbkuppelförmige Aufwölbung der Grobgneisplatte, begleitet von Diaphthoriten; darunter gegen den Kern der Kuppel das weniger metamorphe, Phyllit bis Tonschiefer; östlich vom „Fenster“ folgt dann granitischer „Batholith“ (Aspang—Kirchberg), begleitet von hochmetamorpher Serie: Amphibolit und Serpentin (M. F. 575, 576, 613), Diorit (Vorau), Marmor und Kalksilikatfels (M. F. 625) und transgredierendem Devon (etwa vom Umfang und Fazies des Brünner). Auch Äquivalente der Boskowitz-Furche wären vielleicht in der Oststeiermark zu finden.

Die katakristalline Zone des Waldviertels tritt mit voller Breite in den alpinen Raum ein, erscheint aber in den Zentralalpen nicht mehr wieder. Nach dem übereinstimmenden Bild, das die magnetischen und die Schweremessungen geben, muß man annehmen, daß sie etwa gegen den „Mariazeller Aufbruch“ ihr Ende findet. Das Gebiet nördlich davon („Lunz-Grestener Schelfplateau“) zeigt in der stratigraphischen Entwicklung seines Mesozoikums deutlich den kontinentalen Charakter seines Grundgebirgssockels. An der Mariazeller Linie ändern sich nun sowohl die stratigraphischen als auch die tektonischen Verhältnisse wesentlich (SPENGLER 1931, S. 524 ff.), und es scheint ganz plausibel, daß dies einer so wichtigen Zäsur im Bau des darunter liegenden Grundgebirges entspricht.

Der oberösterreichische Granit setzt sich ebenfalls südlich von der Donau fort. Er ist in Wels erbohrt (unmittelbar unterm Tertiär) und am Ennsknie von Weyer durch die Klippe des Buchdenkmals und zahlreiche andere Exotika bezeugt⁹⁾. Aber viel weiter kann er nicht nach Süden reichen; denn am Gmundener See erscheint exotischer Glimmerschiefer (mit und ohne Granaten) reichlich, stellenweise geradezu alleinherrschend (GEYER 1904, S. 363; 1907, S. 72; 1909, S. 76; 1911, S. 74; 1917, S. 72; FUGGER 1921, S. 263). Dieses Gestein, das in keiner Art weit transportiert werden kann, muß also in einer Zone anstehen, ungefähr längs dem Alpenrand oder mehr zu Nord, d. h. gegen den Außenrand des Böhmerwald-

⁸⁾ Von dem vielberufenen „Semmering- oder Wechselfenster“ bitte ich ganz abzusehen. Es ist aus der Literatur leicht festzustellen, daß die hierüber gern geäußerten Ansichten auf einer sehr schmalen Beobachtungsbasis gegründet sind. Ich hoffe bald — trotz Ungunst der Zeit — durch Abschluß und Publikation meiner neuen Aufnahmen darlegen zu können, daß die alpidischen Dislokationen hier entgegen der landläufigen Meinung eine geringe Rolle spielen und unschwer ausgesondert werden können. Nur auf den derart sich ergebenden älteren (variscischen?) Bau bezieht sich das obige.

⁹⁾ Die kleine Horizontaldifferenz zwischen dem Anstehenden und dem heutigen Ort eines aufgeschleppten Scherlinges oder eines von der Küste in den Flysch geratenen Blockes kommt im Maßstab unserer Diskussion nicht in Betracht.

systems hinreichend. In jenem findet sich Glimmerschiefer mehrfach (Künisches Gebirge, Obere Moldau usw.) besonders aber — was hier wegen analoger Lage zur Grauwackenzone hervorgehoben sei — im Hangende gegen das Barrandium. Dieser Grundgebirgsstrich würde weiter nach OSO ziehen, und in Obersteyer mit einer scharfen S-Wendung — die gravimetrisch und seismisch (Bebenschwelle von Bruck) belegt ist und von welcher beim alpidischen Zusammenschub dann der Troiseckzug abgesichert worden ist — umbiegen ins Gleinalmstreichen (STINY, 1931b, bes. S. 224 und 229).

Weiter nach Westen wird die Beziehung leider etwas einseitig. Wohl verschwinden auch dort die Zonen der Zentralalpen der Reihe nach nordwestwärts unter die Kalkalpen: so zwischen Admont und Gröbming die variscischen Falten der obersteierischen Grauwackenzone, deren Fortsetzung an ihrer von der Gosau bis zu den heutigen Randseen betätigten Senkungstendenz zu erkennen ist; die Geantiklinale der Niedern Tauern, die ebenso WNW bis NW fortgesetzt in der Hebungstendenz von Dachstein, Hochkönig usw. zu führen ist; und schließlich die seismisch bezeugte Querzone durch die Hohen Tauern¹⁰⁾ (SCHWINNER 1930a, 1930b), in deren Fortsetzung die variscischen Falten der Kitzbühler wieder mit schärferer Querstellung (NW bis NNW) unter die Kalkalpen tauchen. Aber dort, wohin das Streichen dieser Zonen zielt, westlich vom Bayrischen Wald, ist das variscische Gebirge fast ganz verdeckt und verschüttet, und hier ist auch die geophysikalische Erkundung nicht zureichend. Immerhin hat die Schweremessung auf der Linie Mühldorf—Landsbut—Ingolstadt (SCHÜTTE 1930), die magnetische im Chiemseegebiet (BURMEISTER 1928) weiterstreichende Strukturen erkennen lassen und im Schwerebild ist auch angedeutet, wie die altpaläozoische Geosynkinal- und spätere variscische Faltenzone von Obersteyer durch die oberösterreichischen Seen und Niederbayern NW fortstreichend (SCHWINNER 1933) und dann um Regensburg herum umschwenkend, den durch Fazies und Fauna geforderten Anschluß ans Barrandium finden könnte (HERITSCH 1929).

Den westlichen Abschluß sowohl des ostalpinen als auch des böhmischen Gebirgssystems bildet ein Gebirgszug, der trotz starker Überdeckung doch wieder besser zu verfolgen ist (ausführlicher in Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1933 dargestellt). Die Erbohrung von Granit der Fichtelgebirgszone bei Nürnberg (hierher wohl auch der Granit vom Ries) und der Fund von Gerölle der Bayerwaldspitze in den Albvulkanen bekräftigt das Bild, das Schwere und Magnetismus liefern, das eines Gebirgszuges, der, abgesehen von zwei S-Biegungen, ziemlich gerade NO—SW vom Fichtelgebirge zur Schwabenalb streicht; von dort biegt der verborgene Gebirgszug (nach den

¹⁰⁾ Im Glocknergebiet mit N—S streichendem Bau (CLAR 1930, CORNELIUS 1930).

seismischen Daten) in Süden; er setzt sich nicht, wie man öfter gemeint hat, in den Schwarzwald fort¹¹⁾, sondern bleibt von diesem durch eine bedeutende Baufuge getrennt, die heute noch seismisch aktiv ist und auch im Mesozoikum oft als Senke bemerkbar ist. Vom Uracher Vulkangebiet zieht dieser Grundgebirgsstrich gerade N—S bis nahe an den Bodensee; dann wendet er scharf gegen O, biegt zwischen Iller und Lech um gegen S und weiter gegen SW und erreicht im Arlberggebiet den NW-Pfeiler der kristallinen Zentralzone. Die derart umrundete „Vorarlberger Innensenke“ stellt stratigraphisch eine Ausstülpung der helvetischen Geosynklinale vor. Man hat bisher die komplizierte Stratigraphie im Westteil der ostalpinen Kalkzone zu deuten versucht durch paläogeographische Darstellungen (KOCKEL, KRAUS, M. RICHTER), in denen die Meeresteile verschiedener Fazies sowie die Landgebiete alle gezeichnet sind als unendlich lange, schmale, parallel begrenzte Streifen, ein Kartenbild, das im Sinne des Aktualismus höchstens durch einen Vergleich mit den Marskanälen gerechtfertigt werden könnte — ja wenn nur die etwas anderes wären als eine optische Täuschung! Die wirklichen geologischen Beobachtungen kann man aber auch etwas anders darstellen: sie geben z. B. nicht einen geschlossenen Streifen helvetischer Fazies längs dem Alpenrand, sondern einzelne, gesonderte, weit voneinander getrennte Gruppen solcher Vorkommen. Diese können in einer Reihe getrennter Becken entstanden sein, die ebenso wie

¹¹⁾ Nur KRENKEL (1932, S. 376) hat dagegen eingewendet, daß der Schwarzwald nach Schichtausbildung und Tektonik nicht zum Moldanubikum gehört. Tatsächlich fehlen im Schwarzwald die Glimmerschiefer, die gerade im westlichsten Teil des Moldanubikums oben liegen, ebenso wie das darüberfolgende Algonium Innerböhmens; statt (F. E. SUESS 1931, S. 35) der dichten Scharen von Marmorzügen in Begleitung von mannigfältigen Kalksilikatgesteinen, z. T. mit stark hervortretenden Streifen und Anhäufungen von Graphit, der abwechslungsreichen Mengung von Amphibolgesteinen und Eklogiten, ein einförmiges Gneisgebirge mit spärlichen Linsen der genannten Gesteine, auch der Granulit ist schwach vertreten und ohne den Pyrops-serpentin; ans Moldanubikum lehnt sich das mediterran-marine Barrandium, an Schwarzwald—Vogesen usw. lückenhaftes, terrigen-klastisches Altpaläozoikum, dessen Fazies nach Nord weist, dazu aber mariner Kulm, der wieder in Böhmen fehlt. Kurz, es fehlen der Gesteinswelt des Schwarzwaldes alle Züge, welche für den böhmischen Block als besondere charakteristisch bezeichnet und von einer anzunehmenden Fortsetzung desselben gefordert worden sind. Andererseits ist es sicher möglich, auch Ähnlichkeiten aufzuzeigen, eine gewisse „allgemeine Analogie mit dem Moldanubikum“ (BUBNOFF 1930, S. 346). Ob diese Beziehungen enger sind, als sie zwischen Serien des tiefen Grundgebirges gewöhnlich bestehen, diese Frage mag offen bleiben; das pro könnte dem contra höchstens die Waage halten. Also „erscheint das Vorhandensein eines transversalen Synklinoriums in Schwaben durchaus denkbar“ (BUBNOFF 1930, S. 651, Anmerk. 1). Dann entscheidet in letzter Instanz das Votum der Geophysik, und zwar gegen den unmittelbaren Zusammenhang von Bayern- und Schwarzwald.

das Vorarlberger durch die Schlingen und Sigmoiden des varischen Grundbaues angelegt waren, und durch posthumes Wiederaufleben der alten Bewegungstendenzen als Meeresräume in Erscheinung getreten sind; wie dann solche benachbarte Becken sich verbinden, sieht man an den wirklichen Ingressionsmeeren von heute und früher; ein besonders schönes Beispiel ist das Wiener Tertiär, es zeigt, wie bald nach der Orogenese das Meer den Weg über Schwächestellen der Faltengebirge finden kann. In dieser Art werden sich für Alpen- und Voralpenraum zwischen Iller und Inn Bilder entwerfen lassen, die nicht von vornherein den Stempel der Unwirklichkeit tragen; es wird nur noch einiger Ergänzung der geophysikalischen Erkundung bedürfen, damit diese Rekonstruktion mit dem Anspruch auf hohe Wahrscheinlichkeit durchgeführt werden kann.

Die Zeichnung des Vorarlberger Beckens stützt sich auf seismische Daten, der nördliche Rahmen erwies sich beim Albbeben 1911, der östliche und südöstliche beim Namlosbeben 1930 (KRAUS 1932) als seismische Schwelle. Magnetische Messungen sind hier zu spärlich, auch wohl die Schwerkreisungen, doch lassen diese wenigstens etwas davon ahnen¹²⁾. Die neuen Nivellements¹³⁾ zeigen, daß Gebirgsbewegungen hier heute noch in Gang sind, aber der nötige Zusammenschluß fehlt, die Bruchstücke passen sonst zu meiner Auffassung. Klarer ist der Zusammenhang der nichtzentralen Tektonik mit dem Grundbau. An der Grundschwelle des Nordrahmens stauen sich die Molassefalten; daß ihr Streifen gegen W schmäler wird, ist nun nicht mehr „unerklärlich“ (M. RICHTER); die Ostumbiegung des Rahmens staut ebenso die ostalpinen Decken zurück. Das Vortreten einer breiten Grundschwelle (breit besonders an der Umbiegung) im Sedimentraum und unter den Schubbahnen erklärt, daß gerade im Allgäu viel Exotika gefunden werden, aus denen man nun die Zusammensetzung jener Zone des varischen Gebirges erschließen kann: phyllitische Glimmerschiefer, z. T. mit Granat, mit Feldspat; weniger (besonders wenn man den Unterschied in der Haltbarkeit bedenkt) Gneise — Para- und auch Orthogneise —, Amphibolite, Quarzit und auch Marmor; dazu Granit und Porphy, nur spärlich nichtmetamorphe basische Massengesteine¹⁴⁾: das ist die Gesteinsgesellschaft, die den erzgebirgischen Ast kennzeichnet, die Phyllit-Glimmerschieferserie (BUBNOFF 1930, S. 566) mit einem „Gneis“, mit varischen Graniten der K-Vormacht und — last not least — mit paläozoischem Deckgebirge, das mit der thüringischen Fazies des Fichtelgebirges wohl verglichen werden kann¹⁵⁾.

¹²⁾ SCHÜTTE hat die betreffenden Stationen in seine Karte eingetragen, aber bei der Zeichnung der Isogammen nicht benutzt; warum?

¹³⁾ BASTL (1929) und freundliche Mitteilungen der Vermessungsämter in Wien, München, Bern. Ausführlichere Mitteilung vorbereitet.

¹⁴⁾ H. P. CORNELIUS 1921 und 1924. Die Schieferserie wird der Landecker Phyllitzone (und ihren Diaphthoriten) verglichen (es hätte wohl auch der Vergleich mit Hocheder gezogen werden sollen, wo die gleiche Zone — und Serie — breiter entwickelt vorliegt), und es ist wahrscheinlich, daß diese Serie nördlich vom Inn auf ziemliche Strecke den Untergrund bildet; die Granite, Porphyre usw. sind dem benachbarten Zentralalpenkristallin — Silvretta, Vd. Ötztal usw. — fremd.

¹⁵⁾ WURM 1925; AMPFERER 1930, S. 114, 1932, S. 37; SCHWINNER 1932, S. 70; PEITZMANN. — Wegen der Entfernung, 250 km (aber im Streichen und mit Zwischenstationen — Nürnberg) bis zum Fichtelgebirge, wird man

Der gleiche Granit wie am Bolgen ist unter der Sulzfluh wieder aufgeschlept, auch das Altpaläozoikum scheint noch im Prätigau vorzukommen; da wäre anzunehmen, daß die vom Arlberg O—W heranreichende Grundschwelle dort mit gegen W konvexem Halbkreis wieder in Oststreichen umlenkt. In den so gebildeten Löffel ist das Fervallkristallin alpidisch westwärts vorgestoßen worden. Den Nordrand dieser Teilschubmasse hat AMPFERER (1932, S. 46) längs des Klostertales verfolgt, den Südrand derselben, und zwar gerade in der von AMPFERER (1932, S. 48) geforderten Fortsetzung, glaube ich von der Strecke Zeinisjoch—Südseite des Schafbüheljoches zu kennen, als steile, südwärts aufspringende Antiklinale oder Schuppung¹⁶⁾, welche den Amphibolit in abnormer Mächtigkeit über den Granitgneis der Vallüla bringt.

Westlich vom Oberrhein stößt der Alpenbau an ein neues Glied des variscischen Systems. Vom französischen Zentralplateau ist — auch durch Zwischenglieder (z. B. Serre) — variscische Gebirgsverbindung gesichert zu den Vogesen und zum Schwarzwald, und zwar bis dahin mit allgemeinem Gebirgsstreich SW—NO. Im südlichen Schwarzwald streichen aber die variscischen Schubbahnen bereits W—O und als südlichste der Falten ist jene Grundschwelle anzusehen, an welcher die Frontkette des Faltenjura aufbrandet. Ein zweiter Stamm variscischen Gebirges, jenem ungefähr parallel, ist zu sehen in den autochthonen Massiven der Westalpen. Ihre Gesteinsgesellschaft ist den vorgenannten ähnlich, besonders das Aarmassiv hat man des öfteren schon direkt als die Fortsetzung des Schwarzwaldes bezeichnet. Es liegt nahe, beide Stämme im Bogen durch eine „Aargau-Schwelle“ zu verbinden (DEECKE 1917), eine Landschaftsform, die nachweislich vom Rotliegenden ab sich behauptet, oder besser: immer wieder neu belebt hat. Sie ist nicht als hohes, geschlossenes Gebirge vorzustellen, eher als eine Gruppe von mäßigen Wellen, welche zeitweise zusammenfließen, wobei die Hauptfaziesscheide bald mehr im Westen gelegen haben kann (z. B. „Sissacher Barre“), bald mehr im Osten, wo die Auswürflinge der Höhgau-Vulkane die Fortsetzung des Südschwarzwaldes erkennen lassen. (Von dort ginge die Verbindung nach Vättis und Tamins, während das westliche Schwellengebiet eher ans Erstfelder Massiv anschließt.) Mäßige Senkung genügt, um über oder schon zwischen den Bodenwellen durch Meeresverbindung nach außen zu schaffen, wie solche zum süddeutschen Faziesbezirk in thalassokratischen Zeiten meistens bestanden hat. Auch die Massivreihe selbst wird sich nicht jederzeit gerade so dargestellt haben, wie heute im Berner Oberland oder im Mont Blanc. Aber dieser Gebirgszug, der „helvetische Bogen“, hat sich doch durch die geologischen Zeiten als Hochgebiet, als Schwelle und Meeresscheide behauptet, derart ein Senkungsgebiet

heute nichts einwenden wollen, wenn „sonst die Heimat dieser Blöcke mit einiger Wahrscheinlichkeit . . . im Bernina-Juliermassiv gesucht wird“ (CORNELIUS 1924, S. 277), d. h. etwa 120 km weit entfernt.

¹⁶⁾ Etwa Überfaltung nach Süd, wie sie KRENKEL (1932, S. 370) für den Erzgebirgsstamm postuliert?

umschließend, dessen Sedimentation durch eine bestimmte Eigenart gekennzeichnet ist (helvetische Fazies), die außerhalb sonst wenig Verbreitung hat.

In der älteren Auffassung erschien das variscische Gebirge Deutschlands als ein schlicht und groß gezogener Bogen vom Massiv Central bis Oberschlesien; doch hat man seitdem erkannt, daß „man früher die Bogenbildung über Gebühr betont hätte“ (BUBNOFF, II, S. 663). Der Bogen besteht nämlich zum großen Teil aus punktierten Verbindungslien zwischen Bruchstücken, deren Zusammengehörigkeit vielfach nur eben durch ihre Lage zum vorausgesetzten Bogen begründet war. Zuerst wurde vom äußeren Bogen Oberschlesiens abgesondert (BEDERKE); in der norddeutschen Tiefebene ergab die geophysikalische Erkundung, insbesondere die Schweremessung (KOSSMAT 1931), daß der variscische Außenbogen (rhenoherzynische Zone) schon an der Elbe etwa in eine lockere Gruppe von „latenten Massiven“ aufgelöst wird¹⁷⁾, die meistens herzynisch streichen, und deren Gesamtheit das vorstellt, was die Stratigraphen unter dem Namen POMPECKJSche Schwelle dort als Meeresscheide fordern.

Es liegt in der gleichen Linie der Gedankenentwicklung, wenn in unserer Skizze (Abb. 1) der früher ebenso schematisch vorgestellte innere Bogen der hypothetischen Varisciden in reale individualisierte Bestandteile aufgelöst wird. Nur die innerste Begrenzung zeigt auf der geologischen Karte wirklich Bogenanlage, aber diese ist nicht

¹⁷⁾ Man hat allerdings zu argumentieren versucht (KOSSMAT 1931, S. 94 und andere): Die äußeren Zonen des variscischen Gebirges zogen ONO zum Harz und schwenkten weiterhin, dem Verlauf des Bogens entsprechend, nach den Sudetenländern um. Sie müssen damals, ebenso wie die heutigen Kettengebirge, im Streichen von Schwereanomalien (unterirdischen Massendefekten) begleitet gewesen sein. Heute ist davon nichts mehr zu merken, die Verteilung der gemessenen Schwereanomalien entspricht fast nur der jungen saxonischen Tektonik; also müssen die unterirdischen Massenanordnungen, von denen der variscische Bogen begleitet gewesen, seitdem praktisch zum größten Teil „verlöscht“ worden sein. Das erinnert bedenklich an TERMIER und seinen *trainneau écraseur*. Warum soll gerade in Norddeutschland die alte Massengruppierung im Untergrunde „verlöscht“ sein, während sie im niederösterreichischen Waldviertel, in den Karelien Finnlands heute noch der alten Gebirgsstruktur entspricht? (vgl. SCHWINNER 1929a, S. 43, und 1931, Taf. 1). Da liegt es doch näher, die sonst ohnedies nicht begründete Annahme des gegen die Sudetenländer zu umschwenkenden Bogens aufzugeben. Im Elbgebiet herrschten seit Uranbeginn herzynisch streichende Strukturen, wie sie seit der kambrischen Epirogenese immer wieder zum Ausdruck kamen (auch im vorsaxonischen Mesozoikum, was sonst schwer zu verstehen wäre); ihnen hat sich die variscische Faltenzone, etwa mit scharf sigmoidalem Einschwenken, angepaßt, und die saxonischen Dislokationen sind nicht die „Ursache“ der unterirdischen Massenlagerung, überhaupt nichts Neues, sondern ein postumes Wiederaufleben jener ältesten Grundgebirgsstrukturen und Bewegungstendenzen. Es braucht gar nichts „verlöscht“ zu werden außer einer Fiktion.

variscisch, sondern nur der Ausschnitt, welchen der Alpenbogen in den älteren Bau hineinreißt, gegen den — wie ED. SUESS schon 1888 (S. 143) festgestellt hat — die Strukturen gerade im Kernstück des gedachten Bogens, im Moldanubikum, „fremd und unerklärt“ quer streichen. Als Gewinn ist dabei jedenfalls zu buchen, daß die verschiedenen ultratektonischen Hypothesen über die Varisciden sämtlich einer Revision aus diesem Gesichtswinkel unterzogen werden müssen; denn diese — im sachlichen sonst sehr uneinig — zeigten in einem formellen Merkmal Übereinstimmung, nämlich in dem Mißverhältnis zwischen Beobachtung und Hilfskonstruktion, etwa auszudrücken in der Proportion der Längen von Linien, die wirklich in der geologischen Karte stehen und punktierten Verbindungslinien, im Horizontal- und im Vertikalschnitt. Muß der ungefüge „variscische Bogen“ zerlegt werden in mehrere kleinere, aber wohldefinierte Faltenzüge, Sigmoiden usw., so wird die Tektonik dieser entsprechend einfacher sein dürfen, und wird sich näher an die Beobachtung anschließen können. Es ist ein glückliches Zusammentreffen, daß KRENKEL (1932) soeben die Möglichkeit einer Aufspaltung des variscischen Bogens durch ein sächsisch-thüringisches Zwischenland gezeigt hat. Die hier entwickelten Vorstellungen scheinen leicht und ungezwungen an die von KRENKEL anzuschließen.

Von hier aus fällt auch neues Licht auf die Grundzüge des Alpenbaues. Die äußeren Zonen der eigentlichen Westalpen, soweit sie gekennzeichnet sind durch die Reihe der autochthonen Massive und die dahinter folgende „zone axiale“ (Zone des Briançonnais)¹⁸⁾ zeichnen sich durch einfache, großzügige Tektonik aus. Das erklärt sich von unserem Standpunkt leicht durch die im allgemeinen sehr gute Übereinstimmung von älterem Bau (variscisch, vielleicht noch ältere Anlagen) und jüngerer (alpidischer) Gebirgsbildung, in Streichen und Schubrichtung. In den Ostalpen sind die mechanischen Grundlagen der Gebirgsbildung ganz andere; die junge Faltung hat zwar auch hier die Striche des Grundgebirges, die ungefähr paßlich lagen, ausgenützt, aber sie mußte über die großen Stämme des variscischen Gebirges wegen völliger Unvereinbarkeit der Richtung schließlich doch irgendwie quer drübergehen. Das gilt schon von der Einleitung dieser Gebirgsbildung im weitesten Sinne, von der epirogenetischen Entwicklung in der alpinen Geosynklinalen. Daß dieser Meeresraum auf O—W-Erstreckung angelegt wurde, muß auf höhere Gewalt zurückgehen, auf großtektonische Zusammenhänge, von denen wir noch nicht viel wissen. Die dabei vergewaltigte Grundgebirgsstruktur setzte sich aber in der Einzelgliederung wieder durch. Ich habe schon früher einmal aufgezeigt

¹⁸⁾ Auf die inneren Zonen, Penninisch usw., soll hier nicht eingegangen werden, einerseits weil dies zu weiteren schwierigen Problemen führt, andererseits weil geophysikalische Daten dafür nicht genügend vorliegen.

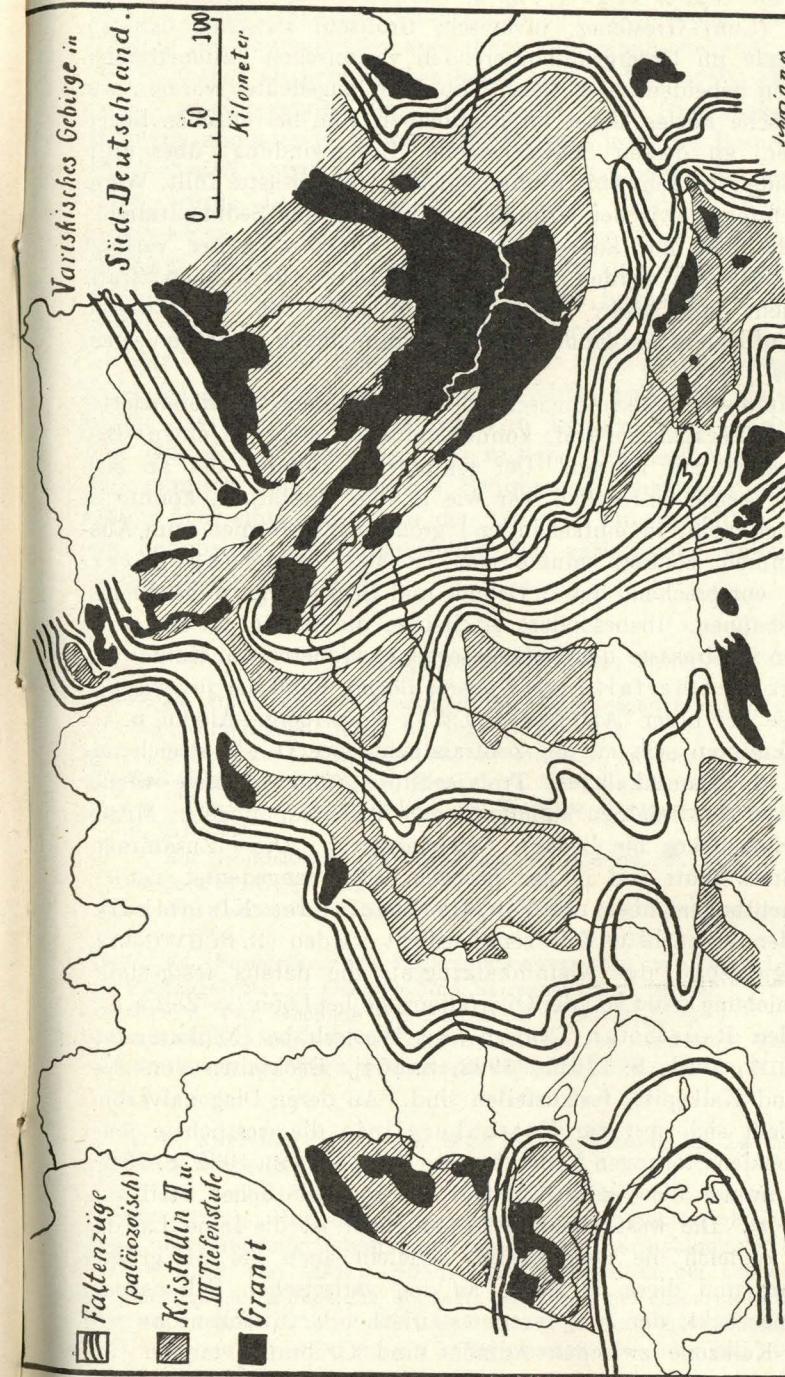


Abb. 1. Das variscische Gebirge in Süddeutschland und seine Fortsetzung ins Alpengebiet. Das Gerippe der Karte (das bekannte Flusßnetz) ist nur zur ungefähren Orientierung eingezzeichnet. Um zu einer getreuen Darstellung des variscischen Gebirges zu gelangen, müßte man die alpidischen Verstümmelungen rückgängig machen — was heute noch kaum möglich ist. Angestrebt wurde nur eine „abgedeckte Karte“ des Grundgebirges, so wie es heute liegt, und dazu konnten die geophysikalischen Beobachtungen unmittelbar verwendet werden. Die bezüglichen seismischen und gravimetrischen Daten sind in meinem Aufsatz in Zeitschr. Deutsche Geol. Ges. 1933 mitgeteilt.

(SCHWINNER 1929 c, S. 117, Fig. 2, 120), wie die Faziesräume der Kalkalpen (Lunz-Grestener, juvavisch, tirolisch) zwischen den die Geosynklinale im Untergrund querenden variscischen Faltensträngen wie zwischen Scheidewänden liegen; oben ist angedeutet worden, wie die helvetische Fazies, sonst im allgemeinen vom helvetischen Bogen umschlossen, an dessen Schwächestelle (Bogenwindung) überquillt, und Sigmoiden des schwäbisch-bündnerischen Gebirgastes füllt. Wenn diese Beziehungen zwischen Grundgebirgsstruktur und Sedimentationsräumen, die hier nur angedeutet werden konnten, weiter verfolgt und aufgeklärt sein werden, so werden die Daten der alpinen Stratigraphie nicht mehr bizarr und willkürlich erscheinen, sondern sich zwanglos einfügen in den großen Kausalzusammenhang des tektonischen Geschehens.

Der alpidische Zusammenschub, der ein derart differenziertes Grund- und Deckgebirge traf, konnte natürlich nicht zu einem Bau im helvetischen Stil führen. Der tektonische Impuls, der an sich vermutlich ebenso einheitlich war wie in den Westalpen, konnte in den Ostalpen nicht in einfachen und großzügigen Formen zum Ausdruck kommen, sondern mußte sich in Teilbewegungen zer-splittern, entsprechend den in Grund- und Deckgebirge vorgegebenen Bewegungsbahnen. Insbesondere erscheinen die Stellen, an denen die variscischen Gebirgsäste den Kalkalpenraum verqueren, im Kalkalpenbau als Ort der Querfaltung (Weyerer Bögen, Rand der juvavischen Schubmasse bei Lofer [AMPFERER 1927], Vorarlberg—Allgäu u. a.). An diese knüpfen sich an der Zentralalpengrenze O—W streichende Blätter (z. B. Klammkalkzug, Trofajachlinie), und an diese wieder innerhalb der Zentralalpen submeridionale Aufschuppungen: Mittelkärnten (Katschberg bis Lavant, Oststeiermark). Diese Zusammenhänge können heute erst in den gröbsten Zügen angedeutet werden. Die Beobachtungen über die Einzeltektonik des Klammkalkzuges sollen in nächster Zeit veröffentlicht werden (R. SCHWINNER, Das Bewegungsbild des Klammkalkzuges); die daraus festgestellte Blattverschiebung leitet von der Querfaltenzone bei Lofer (= Zell a. S.?) über zu den Radstätter Tauern, wo Westschübe (Neukarsystem [W. SCHMIDT, 1921, S. 113 ff.; 1922, S. 104], Deckfalten von Seekarspitz und Kalkspitz) festzustellen sind. An deren Diagonalverbindung schließt sich mit der Katschberglinie die westlichste jener submeridionalen Störungen Mittelkärntens (SCHWINNER 1932, S. 73 ff.), an denen immer der östliche Flügel auf den westlichen steil aufgeschoben ist. Die westlichste derselben Schar ist die Linie Lavanttal—Pöls, zugleich die längste und vielleicht auch die mit größter Sprunghöhe, und diese ist schon an den variscischen Faltenstrang nahe herangerückt, der von der obersteirischen Grauwackenzone weg unter die Kalkzone zwischen Admont und Gröbming taucht (wie andererseits die Loferer Querfaltungszone bereits nahe an dem Kitz-

bühler Ast des variscischen Gebirges liegt). Beiderseits finden sich jenseits dieser variscisch vorgezeichneten tektonischen Scheidelinien analoge Störungssysteme; aber diese sind wenig bekannt. Wohl ist die Weyerer Querzone bearbeitet und diskutiert¹⁹⁾, aber von der an sie anschließenden Blattverschiebung in der Grauwackenzone liegt nur eine andeutende Beobachtung²⁰⁾ vor, und die Besprechung der meridionalen, ostwärts blickenden Aufschuppungen in der Oststeiermark würde die Bereinigung der ganzen Tektonik dieser Gegend voraussetzen, für welche ich mir doch noch eine gewisse Frist vorbehalten möchte. Auf der anderen Seite sind zwar in der Vorarlberger Nordalpenzone die O—W-Schübe bekannt; die Korrelate in der Zentralzone müssen erst gesucht werden.

Das Wesen dieser Erscheinung, welche einen der charakteristischsten Züge der Ostalpentektonik vorstellt, dürfte aber klar geworden sein: es ist das Ineinandergreifen von Längs- und Querschüben, und läßt sich ungezwungen aus unseren Voraussetzungen verstehen, daß nämlich eine gegliederte Schubmasse nordwärts vorgeschoben wurde über einen Grund, in den Geleise eingeschnitten sind schief zur Schubrichtung (entsprechend den variscischen Faltenzügen im Grundgebirge: SO—NW).

Angeführte Schriften.

- AMPFERER, O., Über den Westrand der Berchtesgadener Decke. — Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien, 77, 1927, S. 205—232.
 —, —, Beitrag zur Geologie des oberen Lechtals, mit einem petrographischen Teil von W. HAMMER. — Ebenda, 80, 1930, S. 102—139. S. 114!
 —, —, Über das Bewegungsbild der Weyerer Bögen. — Ebenda, 81, 1931, S. 237—304.
 —, —, Zur Großtektonik von Vorarlberg. — Ebenda, 82, 1932, S. 31—64, besonders S. 37 und S. 46.
 ANGEL, F., Gesteine der Steiermark. — Mitt. Nat. Ver. f. Steiermark, 60 B. Graz 1924.
 BASTL, Fr., Feststellung von Erdkrustenbewegungen im oberen Lechtale und Flexengebiete. — Geologie und Bauwesen, 1, S. 83—91.
 BUBNOFF, S. VON, Geologie von Europa, 2, 1. Berlin 1930.
 BURMEISTER, F., Magnetische Landesaufnahme von Bayern. — Veröff. d. Erd-physikalischen Warte (Sternwarte München), 1928, Karten V, VI.

¹⁹⁾ O. AMPFERER (1931), der aber die Fortsetzung im Lavanttal sucht; dagegen J. STINY (1931).

²⁰⁾ Ich meine damit nicht die an sich sehr dankenswerte Arbeit von VETTERS (1911); denn der Bewegungssinn ist großtektonisch durch solche Daten nicht eindeutig zu bestimmen, sondern die Beobachtung von W. SCHMIDT (1925, S. 409 ff. und 419 ff.), daß in den Mugelnsteinen bei Leoben usw. die mechanische Gefügeregelung so liegt, wie sonst bei einem Schub W—O zu erwarten wäre; wenn er es selbst auch falsch gedeutet hat. Ebenso erscheint der Kraubather Serpentin wie ein Löffel ostwärts vor-, ein- und aufgeschoben (vgl. E. CLAR 1929).

- CLAR, E., Über die Geologie des Serpentinstokes von Kraubat und seiner Umgebung. — Mitt. Nat. Ver. f. Steiermark, **64/65**, 1929, S. 178—214.
- , —, Vorbericht über geologische Aufnahmen in der Glocknergruppe. — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, 1930, S. 121—126.
- , —, Zweiter Vorbericht über geologische Aufnahmen in der Glocknergruppe. — Ebenda, 1931, S. 107—110.
- CORNELIUS, H. P., Die kristallinen Schollen im Retterschwangtale (Allgäu) und ihre Umgebung. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **14**, 1921, S. 1—84.
- , —, Zum Problem der exotischen Blöcke und Gerölle im „Flysch“ des Allgäu. — Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien, **74**, 1924, S. 229—280.
- , —, Vorläufiger Bericht über geologische Aufnahmen im Stubach- und Kaprunertale (Glocknergruppe). — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, 1930, S. 117—121.
- , —, Zweiter Bericht über geologische Aufnahmen in der Glocknergruppe. — Ebenda, 1931, S. 102—106.
- , — & E. CLAR, Dritter Vorbericht über geologische Aufnahmen im Glocknergebiet. — Ebenda, 1932, S. 75—80.
- DEECKE, W., Die Struktur der Mittelschweiz. — Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., **69**, 1917, Mon.-Ber. S. 44—63.
- FUGGER, E., Flyschbrecce am Kolmannsberge bei Gmunden. — Verh. k. k. Geol. Reichsanst., 1901, S. 263.
- GEYER, G., Über die Granitklippen mit dem Leopold von Buch-Denkmal im Pechgraben bei Weyer. — Ebenda, 1904, S. 363—390.
- , —, Über die Gosaubildungen des unteren Ennstales und ihre Beziehungen zum Kreideflysch. — Ebenda, 1907, S. 55—76.
- , —, Über die Schichtfolge und den Bau der Kalkalpen im unteren Enns- und Ybbstale. — Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst., **59**, 1909, S. 29—100.
- , —, Über die Kalkalpen zwischen dem Almtal und dem Traungebiet. — Verh. k. k. Geol. Reichsanst., 1911, S. 67—86.
- , —, Über die Querverschiebung am Traunsee. — Ebenda, 1917, S. 66—99. S. 72.
- HERITSCH, F., Stratigraphie des Altpalaeozoikums der Alpen. — Zvláštní otisk z věstníku státního geologického ústavu ČSL. Republiky, Ročník III, Číslo 2—3, 1927.
- HINTERLECHNER, K., Beiträge zur Geologie der sogenannten „Moravischen Fenster“. I. Tischowitz (Schwarzawa-Kuppel). — Verh. k. k. Reichsanst., 1917, S. 42—64.
- KÖLBL, L., Der Südrand der Böhmisches Masse. — Geol. Rundsch., **18**, 1927, S. 321—349.
- , —, Die alpine Tektonik des Altvatergebirges. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **22**, 1929, S. 65—124.
- KOSSMAT, F., Schwereanomalien und geologischer Bau des Untergrundes im Norddeutschen Flachland. In: A. v. FLOTOW, A. BERROTH & H. SCHMEHL, Relative Bestimmung der Schwerkraft auf 115 Stationen in Norddeutschland. — Veröff. Preuß. Geodät. Inst., N. F. Nr. 106, Potsdam 1931.
- KRAUS, E., Die Bewegung des Erdbebens am 8. Okt. 1930 im süddeutschen Bau. — Ber. Nat. Ver. f. Schwaben u. Neuburg, **50**, 1932.
- KRENKEL, E., Die Gliederung der deutschen Varisciden. — Centralbl. f. Min. usw., 1932 B, S. 369—376.
- PELTZMANN, J., Silurnachweis durch einen Graptolithenfund in der Grauwacke Vorarlbergs. — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, 1932, S. 160/161.
- SCHEUMANN, K., Über die petrogenetische Ableitung des roten Erzgebirgsgneises. — Tscherm. Min.-Petr. Mitt., **42**, 1932, S. 432 ff.
- SCHMIDT, WALTER, Grauwackenzone und Tauernfenster. — Jahrb. Geol. Staatsanst. Wien, **71**, 1921, S. 101—116.

- SCHMIDT, WALTER, Zur Phasenfolge im Ostalpenbau. — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, 1922, S. 92—114.
- , —, Gefügestatistik. — Tscherm. Min.-Petr. Mitt. **38**, 1925, S. 392—423.
- SCHÜTTE, R., Karte der Schwereabweichungen von Süddeutschland. — Veröff. Bayer. Komm. für Internat. Erdmessung. München 1930.
- SCHWINNER, R., Analogien im Bau der Ostalpen. — Centralbl. f. Min. usw., 1915, S. 52—62.
- , —, Geophysikalische Zusammenhänge zwischen Ostalpen und Böhmisches Masse. — Gerlands Beitr. z. Geophys., **23**, 1929 a, S. 35—92.
- , —, Zur Deutung der Transversalbeben in den nordöstlichen Alpen. — Zeitschr. f. Geophys., **5**, 1929 b, S. 16—31.
- , —, Die ältesten Baupläne in den Ostalpen. — Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., **81**, 1929 c, S. 110—120.
- , —, Das Transversalbeben vom 14. Mai 1930 und der (variscische) Tiefbau in den Hohen Tauern. — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, 1930 a, S. 191 bis 194.
- , —, Die Makroseismen vom 14. Mai 1930 bezogen auf den Bau der Ostalpen. — Gerlands Beitr. z. Geophys., **28**, 1930 b, S. 413—438.
- , —, Die Schwere am Ostrand des Baltischen Schildes. — Ebenda, **34** (Köppenband III), 1931, S. 436—472.
- , —, Geologische Aufnahmen bei Turrach (Steiermark). — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, 1932, S. 65—75.
- , —, Gebirgsbewegungen und Erdmessung in Süddeutschland. — Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., **85**, 1933, S. 189—213.
- , —, Das Bewegungsbild des Klammkalkzuges. — Centralbl. f. Min. usw., 1933, S. 280—290.
- , —, Zur Geologie der Oststeiermark: Die Gesteine und ihre Vergesellschaftung. — Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 1932, S. 319—358.
- SPENGLER, E., Die Puchberg—Mariazeller Linie und deren Bedeutung für den Gebirgsbau der östlichen Nordalpen. — Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien, **81**, 1931, S. 487—531.
- STAUB, R., Der Bau der Alpen. — Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, N. F. **52**, 1924, S. 194.
- STINY, J., Zur Kenntnis der Pölslinie (Obersteier). — Centralbl. f. Min. usw., 1931 B, S. 527—538 (= 1931 a).
- , —, Zur südlichen Fortsetzung der Weyerer Bögen. — Verh. Geol. Bundesanst. Wien, 1931 b, S. 220—230.
- SUÈSS, E., Das Antlitz der Erde, **2**, 1888.
- SUÈSS, F. E., Blatt St. Pölten. — Geol. Karte der im Reichsrat vertretenen Königl. u. Länder d. österr.-ung. Monarchie ... 1:75 000 ..., herausgegeben durch die k. k. Geol. Reichsanst. in Wien, Zone 15, Kol. XIII. Wien 1907.
- , —, Die moravischen Fenster und ihre Beziehung zum Grundgebirge des Hohen Gesenkes. — Denkschr. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl., **88**, 1912, S. 541—631.
- , —, Ostalpines und Böhmisches Grundgebirge. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **24**, 1931, S. 28—37.
- VETTERS, H., Die Trofaiachlinie. — Verh. k. k. Geol. Reichsanst. Wien, 1911, S. 151—172.
- WALDMANN, L., Das Südende der Thayakuppel. — Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien, 1922, S. 183—204.
- WURM, A., Geologie von Bayern, **1**. Berlin 1925.