

der Lichtquelle liegen. Je nach der Orientierung der Platte zur Lichtquelle sieht man bald das hier helleuchtende, randlich abdunkelnde Achsenkreuz oder die bei der Drehung aus diesem hervorgehenden Formen der Interferenzfigur. Genau genommen entspricht also die Darstellung der Erscheinung zwischen parallelen Nicols.

Es versteht sich von selbst und sei schließlich nur nebenher erwähnt, daß sich durch solche gravierte und reflektierende Bilder auch andere Erscheinungen nachahmen lassen, die mit dem verschiedenen Schwingungszinut interferierender Strahlen zu tun haben, wie z. B. das Achsenkreuz einachsiger Kristalle oder das Sphärolithkreuz.

Ingolstadt, 13. Dezember 1914.

### Analogien im Bau der Ostalpen.

Von Robert Schwinner.

Mit einer Arbeit über die mechanischen Theorien der Gebirgsbildung beschäftigt, fand ich es notwendig, mir einen Überblick über die Analogien zu verschaffen, welche die carbonischen mit den tertiären Gebirgen aufweisen und las daher neuerdings die grundlegende Darstellung FRECH's (in *Lethaea palaeozoica*, p. 405 ff.). Für den Alpengeologen hat eine Frage von der Wichtigkeit wie die des carbonischen Anteils an der Alpenfaltung immer genug sozusagen persönliches Interesse, um ihr auch beim Vorübergehen einige Momente des Nachdenkens zu schenken. So ziemlich unbestritten ist, daß die karnische Hauptkette ein Relikt des carbonischen Baues darstellt, wenn sie auch vielleicht bei der zweiten Faltung einige Veränderungen erlitten haben mag. Aber die Fortsetzung? Die Darstellung bei FRECH (l. c. p. 420): „Hingegen spricht ein hohes Maß von Wahrscheinlichkeit dafür, daß nach Süden zu die Dolomitalpen, d. h. das ungefaltete Plateaugebiet der Trias in Südtirol und Venetien, auf der starren Grundlage eines paläozoischen Gebirges ruht“, konnte auch diesmal nicht befriedigen. Denn einerseits ist nicht einzusehen (so oft es auch behauptet wird), daß eine Gesteinsmasse durch die Gebirgsbildung, d. i. durch die Ausbildung von zahllosen Rutschflächen, Umformung der durchgreifenden klotzigen Eruptivstöcke zu handlichen, von Schieferzonen ummantelten Linsen u. ä., irgendwie an Festigkeit gewinnen sollte. Andererseits hat sich der Untergrund der Dolomiten auch gar nicht in dieser Hinsicht bewährt. Es sind Horizontaldислоkationen z. T. von recht beträchtlichem Ausmaß, und zwar in allen Teilen des Gebietes, festgestellt worden, so daß die frühere Vorstellung der „ungefalteten Tafel“ nicht aufrecht erhalten werden kann. Und schließlich sieht der Untergrund der Dolomiten, „der hinlänglich bekannte und oft beschriebene Typus des südalpinen

Quarzphyllites“<sup>1</sup>, der an sich wohl kaum sehr widerstandsfähig ist, dort, wo er aufgeschlossen ist, gar nicht wie der Rumpf eines alten Gebirges aus; denn dann müßte die ermüdende Einförmigkeit, die vom Pustertal bis Recoaro<sup>2</sup> herrscht, doch einigermaßen durch andersartige Einfaltungen belebt werden.

Hier knüpfte nun spontan eine Gedankenreihe an, die sich aus gelegentlichen eigenen Beobachtungen und älteren Literaturangaben über das kristalline Gebirge von Defferegg, Schober, Kreuzeck usw. plötzlich zusammenschloß. Ich hatte bei einer touristischen Durchquerung der Schobergruppe mit Verwunderung einen kleinen echten Zentralgneiskern zu erkennen geglaubt, wenig südlich vom Matreier Zug. Herr Regierungsrat GEYER, der beste, wahrscheinlich auch einzige Kenner dieser Gegend, fand dies plausibel<sup>3</sup> und ermunterte mich, die Sache weiter zu verfolgen. Für die bewiesene Förderung sei ihm hier der verbindlichste Dank ausgesprochen. (Anderweitige Abhaltung, sowie die im Zug befindliche Verbesserung der Wegverhältnisse durch den Alpenverein veranlaßten mich, die weitere Untersuchung bis jetzt aufzuschieben, hoffe aber, diesen Sommer Gelegenheit zu finden.) Es ergab sich nun ungewollt die Vorstellung, daß wir in dem kristallinen Gebirge nördlich der Drau — man könnte es nach berühmten Mustern den Antidrauzug nennen — mit seinen alten Zentralgraniten, seinen Amphibolit-, Grünschiefer-, Pegmatit-<sup>4</sup> und Marmorzügen ebenfalls ein nur wenig modifiziertes Stück des alten Gebirges vor uns haben, allerdings nicht die Fortsetzung der sedimentären karnischen Kette, sondern das Analogon der heutigen kristallinen Zentralkette. Wir hätten dann die nachstehenden Parallelen (siehe p. 54 oben).

Von den hier verzeichneten Analogien wollen wir zuerst die Massive granitischer Tiefengesteine herausgreifen, die, wenn auch im chemischen Bestand sehr nahestehend, doch petrographisch, nach ihrer geologischen Situation und nach dem Alter, sehr wohl in 3 Gruppen geschieden werden können<sup>5</sup>. Die erste: Tonalit-

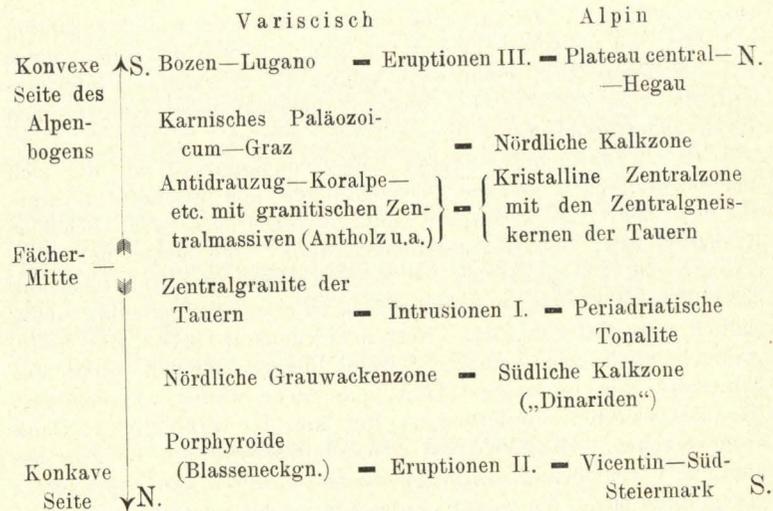
<sup>1</sup> BR. SANDER, Geologische Beschreibung des Brixner Granites. Jahrb. k. k. Reichsanst. 1906. p. 714.

<sup>2</sup> A. TORNQVIST, Das vicentinische Triasgebirge. Stuttgart 1901. p. 64, findet sogar eine Schwierigkeit darin, die Metamorphose des Quarzphyllites zu erklären, da eine früher stattgefundene tektonische Beeinflussung absolut nicht nachzuweisen ist.

<sup>3</sup> Auch die STUR'sche Manuskriptkarte zeichnet hier einen Gneiskern. Vergl. Jahrb. k. k. Reichsanst. 1856. p. 412.

<sup>4</sup> Auch die Pegmatite dürften hier ziemlich alt sein; denn sie werden im Iseltal von den Tonalitporphyritgängen gekreuzt, müssen also zu einer älteren Serie gehören.

<sup>5</sup> F. BECKE, Chemische Analysen von kristallinen Gesteinen der Zentralkette der Ostalpen. Denkschriften d. Akad. d. Wissensch. Wien. 75. I. 1913. p. 153 ff.



gesteine des periadriatischen Bogens sind unzweifelhaft die jüngsten. Die heute wahrscheinlichste Annahme über ihr Alter ist die, daß sie im Gefolge der ersten Phase der Alpenfaltung im Innern der konkaven Seite des Alpenbogens intrudierten, jedenfalls aber vor Beendigung der Alpenfaltung<sup>1</sup>. Die zweite Gruppe, die der Zentralgneise, ist wesentlich älter und wird meist für carbonisch gehalten. Ihre Struktur, hauptsächlich die Kristallisationsschieferung der größeren Tiefe und nur regional die Kataklase, würde der Annahme nicht widersprechen, daß sie nach der variscischen Hauptfaltung, ganz analog wie die Tonalite nach der alpinen Hauptfaltung, also etwa „intravariscisch“, entstanden sind. Sie hatten also die ganze Zeit des Mesozoicums Regionalmetamorphose und während der ganzen Alpenfaltung dynamische Einwirkung erlitten (eine Wirkung der letzten Phasen der variscischen Gebirgsbildung dürfte durch die nachfolgende Kristallisationsschieferung wohl völlig verwischt worden sein). Die Tonalite haben nur die zweite Hälfte der Alpenfaltung mitgemacht und es dürfte das Verhältnis der Häufigkeit und Ausdehnung der Zonen mit Kataklase bei beiden Gruppen dem entsprechen. Auch die Funde von Geröllen junger Granite im Bozner Perm<sup>2</sup> sprechen für

<sup>1</sup> R. SCHWINNER, Mitt. d. Wien. Geol. Ges. 1913. p. 221. Daß sich WAAGEN schon in Verhandl. Reichsanst. 1907, p. 108, für ein cretacisches Alter ausgesprochen, war mir entgangen und sei hier nachgetragen. Vergl. auch HERITSCH, Mitt. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark. 50. p. 74. Auf den Zusammenhang von Vulkanismus und Gebirgsbildung zur Kreidezeit hat KOSSMAT, Mitt. d. Wien. Geol. Ges. III. 1910. p. 281, hingewiesen.

<sup>2</sup> F. V. WOLFF, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXVII. 1908. p. 137, welche Angabe von SANDER, Jahrb. k. k. Reichsanst. 1906, p. 742, bestätigt wird.

diese Altersbestimmung, wenn auch die Sicherheit der Identifikation durch die Erwägung etwas gemindert wird, daß ein großer Teil von den Gesteinen der Gruppe 2 damals, frisch, wie er als Geröll fossilisiert werden konnte, von ebensolchen der Gruppe 1 von heute kaum zu unterscheiden sein dürfte. Jedenfalls beweisen aber diese Funde, daß es zu Anfang der Dyas junge Alpengranite gegeben hat, und mehr brauchen wir hier nicht. Die dritte Gruppe, die BECKE „alte Intrusivgneise“ nennt, zeigt schon in ihrer Struktur die Spuren einer langen wechselvollen Geschichte, „sie zeigen jene Erscheinungen, die in ihrer Vollendung zu Diaphoriten führen, in ihren Anfängen aber allenthalben in ihnen verbreitet sind“ (l. c. p. 155), kein Wunder, wenn sie mindestens zwei volle Alpenfaltungen durchgemacht haben. Hierher gehören neben den kleineren Gneiskernen die Antholzer-, Bundschuh-, Schladminger- und Bösenstein-Masse. Bei der letzteren ist durch die Gerölle im Rannachkonglomerat ein präcarbonisches Alter so ziemlich sicher erwiesen<sup>1</sup>.

Da nun BECKE in diese seine dritte Gruppe eine große Zahl von Gneisen aus dem Ötztal einreicht, so folgt naturgemäß die Frage, wie wir uns die weitere Erstreckung der Zentralzone des Variscischen Gebirges vorzustellen hätten. Folgen wir von Defferegen aus dem Gebirgsstreichen (durch Marmor-Amphibolitzüge u. ä. markiert), so gelangen wir, der S.-Ecke des Hochalm-Massivs im Bogen ausweichend<sup>2</sup>, in das Gebiet der kärntnerisch-steirischen „Alpen“ (Sau-, Kor-, Pack-, Glein-, Seethaler-Alpen), das auf alle Beobachter den Eindruck eines sehr alten Gebirges gemacht hat<sup>3</sup>. Selbst KOBER konnte sich diesem nicht entziehen, wenn er sich auch durch seinen unerschütterlichen Glauben an die TERMIER'sche Hypothese zu einem *Sacrificium intellectus* verpflichtet fühlt: „Nun muß aber die ostalpine Decke über diese Gebiete darübergangen sein. Das ist ohne Zweifel der Fall<sup>4</sup>.“ — Man muß nie müssen, sagt LESSING. — Es ist zweifellos ein sehr kompliziert gebautes Gebiet und weist vielleicht noch ältere als variscische Züge auf. Alle Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß wir die Fortsetzung unseres Gebirges im N. in den Sudeten zu suchen haben, daß also das variscische Gebirge im Bogen aus dem alpinen W.—E.-Streichen in das mährische (S.—N.) übergang. Allein gerade hier an der Umbiegung sind durch die

<sup>1</sup> F. HERITSCH, Beiträge zur Geologie der Grauwackenzone des Paltenales. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark. 48. p. 26. 1912.

<sup>2</sup> Vergl. P. EGERTER, Die Marmorlagerstätten Kärntens. Zeitschr. f. prakt. Geol. 17. 1909. p. 419 ff.

<sup>3</sup> z. B. ED. SUSS, Antlitz der Erde. III/2. p. 221; KOSSMAT, Mitt. Wien. geol. Ges. VI. 1913. p. 148.

<sup>4</sup> L. KOBER, Über Bau und Entstehung der Ostalpen. Mitt. Wien. geol. Ges. V. 1912. p. 455.

Kreuzung mit den jüngeren Dislokationen die alten Züge so gründlich verwischt, daß wir vorläufig noch nichts sicher erkennen können. Auch in der Fortsetzung im Westen scheint die Brennergegend mit ihren Komplikationen die Stelle zu bezeichnen, wo die variscischen Züge von der großen Alpenknickung überquert werden. Dafür scheint das Wiederauftauchen der alten Granite im Ötztal<sup>1</sup> und das der paläozoischen Marmor- und Magnesitzone im Vintschgau zu sprechen; ebenso der Umstand, daß die autochthonen Schweizer Massive allgemein als carbonische, also Äquivalente der Tauernzentralgneise, angesehen werden. Außerdem liegt die größte permo-carbonische Schuttanhäufung im Helvetischen einerseits, in den Bergamasker Hochalpen andererseits. Ein heutiges Analogon sind die Nagelfluhen bei Luzern und Chiasso z. B., zwischen denen das ganze Gebirge liegt.

Es ist unzweifelhaft, daß jede Gebirgsbildung vulkanische Erscheinungen im Gefolge hat und auch in diesem Punkt stimmt die Analogie der beiden hier betrachteten Fälle. Die Nebeneinanderstellung Bozen—*plateau central* dürfte vielleicht etwas fremdartig vorkommen; denn es ist eine *fable convenue*, nur die Eruptiva im Innern eines Gebirgsbogens diesem zuzuordnen. Allein die greifbare Menge an solchen ist zweifellos vor der konvexen Front der Alpen vom *plateau central* bis Schlesien größer, oder, wenn man die innerungarische (deren Westflügel [Steiermark] aber nach unserer Anschauung eine intermediäre Stellung zwischen konkaver Seite des Alpen- und konvexer des Dinaridenbogens einnimmt) noch hinzurechnet, mindestens gleich jener an der Innenseite, und ihre Ausbruchszeiten koinzidieren mit den zwei letzten Phasen der Alpenfaltung mindestens ebensogut oder besser als die der im Innern des Alpenbogens gelegenen. Ohne Willkür lassen sich jedenfalls beide Gruppen nicht trennen. Ganz analog sehen wir das carbonische Gebirge beiderseits von vulkanischen Vorgängen begleitet und z. T. gefolgt, ebenso wie in der Gegenwart zu beobachten ist, daß der Vulkanismus die Gebirgsbildung, in deren Gefolge er steht, einen beträchtlichen Zeitraum, wenn auch wesentlich schwächer und abklingend, überdauert.

Es wäre nun wohl angezeigt, die stratigraphischen Verhältnisse der paläozoischen Geosynklinale zu erörtern. Allein da gerade jetzt über einen der wichtigsten Übergangspunkte (Graz<sup>2</sup>) sehr divergierende Ansichten bestehen, fehlt hier der Raum, mit der

<sup>1</sup> Vergl. dazu B. SANDER. Geologische Studien am Westende der Hohen Tauern. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien. 82. 1911. p. 39 ff.

<sup>2</sup> FR. HERITSCH, Zur Stratigraphie des Paläozoicums von Graz. Mitt. Wien. geol. Ges. IV. 1911. p. 619. — H. MOHR, Vortrag in der Wien. geol. Ges. 15. Mai 1914. — Es scheint mir übrigens, als ob die unbedingte Anerkennung der TERMIER'schen Hypothese hier in hohem Grad verwirrend gewirkt hätte.

nötigen Ausführlichkeit darauf einzugehen. Sicher scheint, daß die Reihe der alten Massive ebenso die Rolle der Geantiklinale gespielt hat, wie die der Zentralgneise der Tauern (verbunden mit dem älteren kristallinen Gebirge) in der mesozoischen Geosynklinale, und das Auftreten des transgredierenden Obercarbon<sup>1</sup> ist das Analogon zur Gosau. Ich glaube auch, daß es ganz wohl gelingen wird, den gleichmäßigen Sedimentationsrhythmus der zusammengehörigen Geosynkinalzonen festzustellen<sup>2</sup>, doch ist dieser Punkt für unser Thema nicht wesentlich; denn der Vergleich mit den heutigen Alpen zeigt, daß die isopischen Zonen der ursprünglichen Geosynklinale und die tektonischen Zonen des Kettengebirges durchaus nicht immer kongruent zu sein brauchen.

Sehr beachtenswerte Züge zeigt die Verteilung der nutzbaren Lagerstätten in den Ostalpen<sup>3</sup>, die in vielem an bestimmte Zonen des paläozoischen Gebirges gebunden zu sein scheinen. Ein wichtiger Teil sind jene Lagerstätten, welche an ein bestimmtes stratigraphisches Niveau und meist auch an eine bestimmte Fazies der Sedimente gebunden sind. Analogon in den heutigen Alpen: die Bleiglanz-Blende-Lagerstätten im obersten ladinischen Rifkalk, die außerdem streng auf das große Faziesgebiet: Lombardei—Drauzug—Tierolisch, beschränkt sind<sup>4</sup>. Ganz ähnlich in ihrer Verteilung

<sup>1</sup> Besonders schön in den Karnischen Alpen. Vergl. VINASSA und GORTANI, die neue Arb. bes. in Boll. R. Com. It., Monographie angekündigt.

<sup>2</sup> Für die karnische Kette ist die Literatur in GEYER's Erläuterungen zu den Kartenblättern Ober-Drauburg—Mauthen (1901) und Sillian—S. Stefano (1902), für Mähren in den Erläut. zu den Sudetenblättern von BUKOWSKI (1903), DREGER (1899), PAUL, F. E. SUSS (1906), TAUSCH (1898), TIETZE (1898) zu finden. Für die Murauer Mulde vergl. GEYER, Verh. k. k. Reichsanst. 1893. p. 406, für Kitzbühel OHNESORGE, Verh. k. k. Reichsanst. 1905. p. 373. (Beachtenswert, daß der Schwazer Dolomit ins Silur gestellt wird.)

<sup>3</sup> Vergl. die ausgezeichnete Übersicht bei GRANIGG, Über die Erzführung der Ostalpen. Mitt. Wien. geol. Ges. V. 1912. p. 345.

<sup>4</sup> Daß in ihrer heutigen Gestalt sowohl die triadischen Bleiglanz-Blende- als die carbonischen Magnesit- und die silurischen Spateisensteinslager metasomatisch sind (vergl. REDLICH und GROSSPIETSCH, Zeitschr. f. prakt. Geol. 21, 2. 1913. p. 90), verschlägt für unsere Betrachtung nichts, die Annahme eines besonderen (meist unbekanntes) Erzbringers aus der Tiefe, also eines *deus ex machina* für jedes einzelne dieser Erzlager (vergl. auch GRANIGG und KORITSCHNER, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1914. p. 171), ist aber offensichtlich eine der Größe des Phänomens nicht adäquate Erklärung. Man vergegenwärtige sich den unterirdischen Apparat, der etwa für die triadischen Bleiglanzzonen nötig wäre. Das betreffende Erzquantum muß ursprünglich schon mit dem Sedimentkomplex verbunden gewesen sein. Das Wie? ist allerdings noch ungeklärt, allein dies ist ferneren Untersuchungen zugänglich. Die Annahme einer posttriadischen Eruptionszone vom Comer See bis in die Süd-Steiermark und im Inntal ist dagegen völlig

zur alten variscischen Zentralzone verhalten sich die carbonischen Magnesite (Semmering—Dienten und Breitenau—Millstadt, III A und IV A bei GRANIGG); nur der nördlichen Zone gehören die silurischen Spateisenstein- etc. Lager (III B) an (Semmering—Inntal), obwohl nicht zu übersehen ist, daß die Gruppe IV B Zinnober-Spateisenstein (Gratwein—Turach—Dellach a. Drau) recht nahe Berührungspunkte mit der ersteren hat; vielleicht sind die Verschiedenheiten nicht höher zu bewerten, als die kleine, aber konstante Differenz im Ag-Gehalt der nördlichen und südlichen Zone der ladinischen Bleiglanz-Blende-Vorkommen<sup>1</sup>. Sehr interessant im Sinne unserer Ausführungen ist die Verteilung der Gruppe II B Kieslagerstätten (Muralpen—Antidrauzug—Stubai) und II D Bleiglanz-Zinkblende (Muralpen—Stubai) ausschließlich auf Gebiete der alten kristallinen Zentralzone. (Für die landläufige Synthese dürfte das Überschneiden des Zuges II B mit dem periadriatischen Tonalitbogen unbequem sein.) Die vorstehend angedeuteten Vergleiche sind zweifellos einer weitgehenden Verfeinerung fähig; denn, wie schon ein Blick auf die Übersichtskarte zeigt, sind die betreffenden Lagerstätten nicht nur *grosso modo* über die bezeichneten Areale verstreut, vielmehr folgt jede Gruppe bestimmten Zonen im Streichen und eine Berücksichtigung dieses Fingerzeiges wird bei der Entzifferung der Struktur dieser jetzt noch ziemlich mangelhaft bekannten Gebiete von Nutzen sein.

Welche Konsequenzen für die Synthese der Ostalpen würde die Annahme nach sich ziehen, daß wir in den kristallinen Drau-Muralpen ein durch spätere Ereignisse nur wenig verändertes Stück des variscischen Gebirges vor uns haben? In den Westalpen (in der Zone des Mt. Blanc Lory's = autochthone Massive) ist eine Menge von sehr bemerkenswerten Tatsachen festgestellt worden, welche für zwei jungpaläozoische Faltungsperioden sprechen<sup>2</sup>; da aber diese Zone auf heftigste von der alpinen Faltung ergriffen wurde, ließen sich die Züge des variscischen Gebirges bis jetzt noch nicht zu einem einheitlichen Bild zusammenfassen. Treffen wir nun anderswo ein Gebiet, wo die variscischen Züge unvergleichlich besser erhalten sind, so müssen wir schließen, daß dieses

undiskutierbar; und für die weniger vollständig erhaltenen älteren Lager muß dann wohl das gleiche gelten, besonders da ein ursprünglicher Mg- und Fe-Gehalt bei marinen Sedimenten recht häufig ist.

<sup>1</sup> R. CANAVAL, Über den Silbergehalt der Bleierze in den triassischen Kalken der Ostalpen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1914. p. 157.

<sup>2</sup> B. G. ESCHER, Über die prätriassische Faltung in den Westalpen. Dissertation Zürich. Amsterdam 1911. — M. LUGEON, Sur l'existence de deux phases de plissements paléozoïques dans les Alpes occidentales. C. R. Paris. 153. p. 842. 1911; — Sur quelques conséquences de l'hypothèse d'un dualisme des plissements paléozoïques dans les Alpes occidentales. Ebenda p. 984.

nachträglich viel weniger gestört worden ist, also für die alpine Faltung weder Wurzel noch Decke gewesen ist. Auf unsern Fall angewendet würde dies bedeuten, daß die Dinariden eben in der Gegend Spital—Villach sich von den Alpen abzulösen beginnen. Gleichzeitig kippt die nördliche Kette der Dinariden (der Drauzug, der bei Lienz — wie die ganzen Dinariden dort und weiter westlich — scharf gegen S. überfaltet war) nach N. um und wir haben von dort nach O. ein ganz normales doppelseitiges Faltengebirge, dessen Fächermitte in dem paläozoischen karnischen Zentralzug liegt. (Weil dieser autochthon, hat er ebenfalls die variscischen Züge konserviert.) Damit stimmt ausgezeichnet überein, daß wir das Drautal für sehr alt ansehen müssen. Da das Satnitzkonglomerat, das bis Bleiberg hinauf als Talausfüllung nachgewiesen ist, noch vor dem Ausklingen der Karawankenfaltung ergriffen wurde<sup>1</sup>, so dürfte das Drautal als die Furche zwischen der sich auftürmenden Kette im S. und dem alten Gebirge im N. aufzufassen sein, also für diese letzte Faltungsphase als eine Urform im Sinne von DAVIS. (Das innerkärntnerische Becken selbst bestand schon seit der Kreide und dürfte ganz analog bezüglich der ersten Alpenfaltung aufzufassen sein.) Der kristalline Antidrauzug verschmilzt im W., wo die Südalpen sich an die Nordalpen anlegen, mit diesen beiden zu dem einheitlichen Alpenfächer; demgemäß verblässen die variscischen Züge. Es soll nun nicht behauptet werden, daß der östliche Teil zur Zeit der alpinen Faltungen keine Störungen erlitten hat, allein es ist daran festzuhalten, daß Ostkärnten und Mittelsteiermark für diese relativ autochthon ist. Ein Freund von Paradoxen könnte sagen: Graz liegt nicht in den Alpen — eher in den Sudeten. (Damit erledigen sich die Schwierigkeiten, welche die mesozoischen Lappen dieses Gebietes der Synthese bereitet haben.) Eine gewisse Schwierigkeit ist vielleicht in der scharfen Knickung zu finden, mit welcher nach dieser Auffassung der eigentliche Alpenzug im Hochalpmassiv nach N. ausbiegen müßte. Allein dafür haben wir ein ausgezeichnetes Analogon in der Knickung am Tonalepaß. (Ob diese Analogie weiter ins einzelne durchgeführt werden kann, z. B. Ortler = Radstädter Tauern, mag hier noch offen bleiben.) In beiden Fällen liegt es nahe, zur Erklärung einen Schub aus SW. anzunehmen, der das eine Mal etwa aus der Gegend des vicentinischen, das andere Mal aus der des südsteirischen Eruptivgebietes herkommt. (Es soll anderwärts ausführlicher nachgewiesen werden, daß die Vorstellung, die Regionen, von denen der gebirgsbildende Schub herkommt, seien ziemlich regelmäßig durch vulkanische Phänomene markiert — Begleit- resp. Folgeerscheinung,

<sup>1</sup> H. HÖFER, Das Konglomerat bei Bleiberg in Kärnten. Verh. k. k. Reichsanst. 1902. p. 291; — Das Alter der Karawanken. Ebenda 1908. p. 293.

nicht Ursache! —, mit unseren sonstigen geophysikalischen Kenntnissen widerspruchslos zusammenfügen läßt. Daß die Beobachtungstatsachen sich ebenfalls recht gut in diesem Sinn gruppieren lassen, ist bekannt.) Daß die Zentralgneise der Tauern an Stelle eines gegen S. konvexen Bogens, den wir doch nach der Krümmung des variscischen Gebirgsbogens erwarten würden, eine gegen S. konkave „periadriatische Kontur“<sup>1</sup> zeigen, ist wohl im Sinne KOSSMAT's als Erzeugnis der letzten Alpenfaltung zu erklären. Im Iseltal markieren die Tonalitporphyritgänge<sup>2</sup> eine der jungen, hiebei entstandenen Bewegungsflächen. Für die beiden Regionen, wo die alpine Faltung die variscischen Faltenzüge in schiefem Winkel schneidet, ist natürlich die größte Komplikation zu erwarten. Es ist leicht einzusehen, daß ein Rumpf von alpinem Bauplan, d. i. von zahlreichen weithin streichenden und ausholenden Bewegungsflächen zerlegt, durch eine zweite Faltung von gleichem Charakter, deren Streichen das alte schief überkreuzt, eine Art Linsenstruktur bekommen muß. Die einzelnen Decken und Schubmassen werden in mehr minder spitzem Winkel abgeschnitten und nun nach den neuen Bewegungsflächen gegeneinander verstellt, so daß es schwierig werden muß, bei dieser im regelmäßigsten Fall schachbrettförmigen Abwechslung bestimmte tektonische Zonen längere Strecken im Streichen zu verfolgen und alte und neue Bewegungsflächen richtig auseinanderzuhalten. (Sollten nicht die Schwierigkeiten in der Deutung der Brennergegend hierauf zurückzuführen sein?<sup>3</sup>) In den einzelnen tektonischen Gliedern müssen sich dabei tektonische Serien genau so verhalten wie stratigraphische, denkt man sich z. B. die Nordostschweiz von heute einer solchen Prozedur unterworfen, so würde man wahrscheinlich die Regel ableiten können, daß Flysch von Kreide überlagert wird. Wenn man annimmt, daß dem analog die Überschiebung des erzführenden Silur-Devonkalkes variscisch (2. Phase) ist, würden jedenfalls etliche gewagte Manöver mit den Grauwackendecken überflüssig<sup>4</sup>. Ich glaube, daß schon der Verdacht solcher Komplikationen, deren Möglichkeit nach dem vorliegenden Material nicht ohne weiteres verneint werden kann, eine sehr eingehende Prüfung dieser Eventualität nahelegt, ganz abgesehen von dem hohen theoretischen Wert, den eine sichere Aufklärung des Verhaltens eines alten Gebirges zu einer neuen Faltung haben würde.

Vergleichen wir nun die hier entwickelten Gedankengänge

<sup>1</sup> FR. KOSSMAT, Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mitt. Wien. geol. Ges. VI. 1913. p. 133 ff.

<sup>2</sup> FR. TELLER und TOULLON, Über porphyritische Eruptivgesteine aus den Tiroler Zentralalpen. Jahrb. k. k. Reichsanst. 1886. p. 745.

<sup>3</sup> Vergl. SANDER, Verh. k. k. Reichsanst. 1913. p. 337 unten.

<sup>4</sup> Betreffs der angeblichen Beteiligung von Werfener Sch. an diesem Schub vgl. R. POLGNER, Verh. k. k. Reichsanst. 1913. p. 449 ff.

f

mit denen der vielfach angenommenen, im wesentlichen auf TERMIER zurückgehenden Synthese, so finden wir, daß ein Teil ohne weiteres übernommen werden könnte (z. B. die Anschauungen über die beiden Kalkzonen werden dadurch nicht wesentlich modifiziert), daß aber andere, und zwar gerade für die TERMIER'sche Hypothese charakteristische Punkte einer starken Umformung unterzogen werden müßten und man könnte es nicht genügend gerechtfertigt finden, eingeständenermaßen auf Grund bloßer Analogieschlüsse eine solche Forderung zur Diskussion zu stellen. Allein wenn man genauer zusieht, so stützen gerade diese Teile der TERMIER'schen Hypothese auch heute noch sich ausschließlich auf Analogien, und es ist daher die Frage nicht abzuweisen, ob es nicht auch andere synthetische Gedankengänge geben könnte, und zweitens, ob diese nicht ebenfalls nützliche Dienste bei der Bearbeitung des schwierigen tektonischen Problems der Ostalpen leisten könnten. Die erste Frage ist bereits bejaht worden, indem KOSSMAT die Ostalpen als periadriatische Umwallung<sup>1</sup> dargestellt hat. Ich würde die Bedeutung dieser Darstellung weniger in der Demonstration suchen, daß auch das „vollständige Gegenbild“<sup>2</sup> zu TERMIER's Hypothese möglich und realisierbar ist, als gerade in jenen Punkten der formellen Behandlung, in denen sie von jener abweicht. Für TERMIER war die sogenannte Westalpen—Ostalpen-Grenze ein Erosionsrand, ein zufälliger Schnitt einer Horizontalebene (oberes Erosionsniveau) mit einer im allgemeinen von W. nach O. absinkenden (geometrisch ungefähr als Zylinder s. l. anzusehenden) Flächenschar. Wir wissen aber heute, daß es sich um eine wirkliche Knickung des ganzen Alpenkörpers, von der jedes tektonische Element zwischen Etsch und Rhein betroffen worden ist, um wirkliche Verschiebungen handelt und nicht um den vorerwähnten perspektivischen Effekt<sup>3</sup>. Indem nun KOSSMAT den ganzen Ostalpenbogen als analog dem kleineren von ihm genau studierten Bogen der Dinariden in Krain betrachtet, gelingt es ihm, jene Querstörungen organisch in seine Synthese einzuordnen, welche für die Schule TERMIER's immer ein „verwirrendes“, die ursprüngliche Einfachheit und Eleganz — nebenbei gesagt ihren Hauptvorteil — beeinträchtigendes Beiwerk bilden. Betreffs der restlosen Durchführung dieser Vorstellung ist

<sup>1</sup> K.'s Vorstellung, daß „die Südalpen mit ihrer starren Porphyrinterlage . . . förmlich in den Körper der Zentralalpen hineingepreßt sind, so daß ein Überquellen in den Randpartien der letzteren erfolgte“ (l. c. p. 136), ist im wesentlichen eine Weiterbildung des von FRECH (Karnische Alpen, p. 468) gegebenen Bildes eines „von jungen Falten umwallten carbonischen Gebirgskernes“.

<sup>2</sup> HAMMER, Verh. k. k. Reichsanst. 1913. p. 446, Mitte.

<sup>3</sup> Vergl. AMPFERER und HAMMER, Jahrb. k. k. Reichsanst. 1911. p. 705; SPITZ und DYHRENFURTH, Verh. k. k. Reichsanst. 1913. p. 413; SCHWINNER, Mitt. Wien. geol. Ges. 1913. p. 216.

allerdings HAMMER's Einwand unwiderleglich, daß damit die Schwierigkeiten sozusagen nur von der Drau an den Inn übertragen werden. Daraus sollte man eine Warnung entnehmen, theoretische Vorstellungen durch eine Art *regressus in infinitum* nicht ins Absurde zu verzerren. Jede Schlußkette führt, „konsequent“ weiterverfolgt, einmal über ihren Geltungsbereich hinaus; denn der Umfang der Prämissen, den wir fassen können, ist beschränkt, das Kausalgewebe der Natur unendlich. Ganz besondere Vorsicht erfordern aber Analogieschlüsse; es ist ja a priori auszuschließen, daß sich ein Naturvorgang ganz gleich, oder gar einfach in einen andern Maßstab übertragen, wiederholen würde. Daher ist es zweifellos von Vorteil, wenn mehrere voneinander unabhängige Ketten von Analogieschlüssen — die geologischen „Arbeitshypothesen“ beruhen ja fast ausschließlich auf solchen — zur Erklärung eines seiner Natur nach sehr verwickelten Phänomens vorliegen. Es wird dann leichter der Fehler der Einseitigkeit vermieden und schließlich ist eine Selbsttäuschung über die Sicherheit der Resultate weniger leicht möglich.

Graz, Geologisches Institut der Universität, im Mai 1914.

### Zur Altersfrage der Süßwasserablagerungen bei der Ruggburg am Pfänder bei Bregenz.

Von C. H. Jooss.

In den neuen Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. 46. 1911. p. 1, veröffentlichte Herr Professor Dr. L. ROLLIER, Zürich, eine Arbeit: „Révision de la stratigraphie et de la tectonique de la molasse au nord des alpes en général et de la molasse subalpine suisse en particulier.“ Der Autor nimmt darin auf p. 63 Stellung zu einer von mir im Nachrichtenblatt der deutschen malakozoologischen Gesellschaft. 42. 1910. p. 19—29, veröffentlichten Mitteilung über „Binnenconchylien aus dem Obermiocän des Pfänders bei Bregenz am Bodensee“, indem er mir vorwirft, die Mehrzahl der vom Pfänder stammenden Gastropodenarten falsch bestimmt und dadurch das Alter der dortigen Süßwasserablagerungen, die von mir den *Sylvana*-Kalken<sup>1</sup> gleichgestellt, von Herrn ROLLIER aber der tigurischen Molasse<sup>2</sup> zugerechnet werden, verkannt zu haben. Nur drei von den zehn daselbst vorkommenden Gastropodenarten läßt Herr ROLLIER als richtig bestimmt gelten, nämlich:

*Clausilia (Eutriptychia) helvetica* (MAYER, SANDB.) MAILL.

*Limnaea (Limnus) elliptica* (KURR) v. KLEIN.

*Melania (Metamelania) Escheri* BRONG.

<sup>1</sup> Unteres Obermiocän. ROLLIER rechnet die *Sylvana*-Kalke bekanntlich zum oberen Oligocän.

<sup>2</sup> Oberstes Obermiocän.