

Die vormesozoischen Gebirgsbildungen in den Ostalpen.

(Vortrag, mit Anmerkungen versehen, gehalten auf der
Hauptversammlung in Goslar am 4. August 1927.)

Von Herrn FRANZ HERITSCH in Graz.

(Mit 2 Tabellen.)

I. Der große Aufschwung der geologischen Studien in den Ostalpen, der zweifellos dem Eindringen der Deckentheorie — teils im Gefolge der Gedankengänge TERMIERS, teils nach dem Grundsatz, daß der Druck einen Gegendruck erzeugt — zu verdanken ist, bringt es mit sich, daß einzelne Teile der Ostalpen in einem Stil erforscht sind, wie es in den deutschen Mittelgebirgen ganz und gebe ist. Daß es nicht die ganzen Ostalpen sind, welche sich in diesem erfreulichen Zustande befinden, ist durch die Größe und schwierige Zugänglichkeit des Objektes, durch die politischen Verhältnisse im alten Österreich, welche die Arbeitskräfte der Geologischen Reichsanstalt in den nichtdeutschen Gebieten fesselten, und durch das Fehlen eines Arbeiterstabes, der in der Schweiz unter der Führung von einzelnen Hochschullehrern so große Taten vollbrachte, begründet.

Je weiter die Studien besonders in den vormesozoischen Gesteinsgruppen der Ostalpen gehen, desto mehr machen sich die Gedankengänge über die Zerlegung der Gebirgsbildung in einzelne Phasen geltend. Ich muß feststellen, daß keine Erscheinung der überreichen Literatur der letzten Zeit so anregend und befruchtend gewirkt hat, als das prächtige Buch von H. STILLE über die Grundfragen der vergleichenden Tektonik.

Ich werde im folgenden versuchen, in Anknüpfung an STILLES Auseinandersetzungen die vormesozoischen Gebirgsbildungen der Ostalpen klarzulegen. Sich mit den alten Gebirgsbildungen der Alpen zu beschäftigen, scheint sehr notwendig zu sein. Vor kurzem hat LEUCHS (Diese Zeitschr., 1921, Monatsber. S. 144) auf den großen Widerspruch hin-

gewiesen, welcher zwischen der in der neueren Literatur immer wieder erscheinenden Meinung von der Alleinherrschaft der „alpinen“, das gesamte Gebirge erzeugenden Gebirgsbildung und den Erfahrungen im deutschen Mittelgebirge besteht, wo man immer deutlicher den Einfluß der alten Gebirgsbewegungen auf die jüngeren Störungen erkennt.

II. Als Mittel zur Erkennung von Gebirgsbewegungen stehen in erster Linie die Beobachtungen im stratigraphischen Profil da — die Diskordanzen (STILLE, Vergleichende Tektonik, S. 40).

Dagegen sind, wie STILLE auseinandergesetzt hat, mit einer gewissen Vorsicht die Geröllbildungen einzuschätzen, besonders deswegen, weil sie nach einem orogenen Akt oft recht lange anhalten können und weil sie, wie das Tertiär des Ostalpenrandes zeigt, auch durch epirogene oder synorogenetische Bewegungen hervorgebracht werden können.

Daß eine gewisse Parallele zwischen Schuttbildungen und Metamorphose in den Alpen vorhanden sein könne, hat MOHR gezeigt (Diese Zeitschr., 1923, Monatsber. S. 115). Er hat auf drei Schuttlieferungszeiten hingewiesen: die Zeit der Silbersberggrauwacken, die Zeit Oberkarbon—Verrukano und Werfener Schichten, die Zeit Gosau—Tertiär und Quartär. MOHR hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Zuordnung je zweier, zeitlich aufeinanderfolgender Schutthorizonte in der geologischen Geschichte der Ostalpen deutlich ausgeprägt ist.

Ich habe dann gelegentlich auseinandergesetzt, daß die Metamorphosen MOHRs und die von ANGEL und mir unterschiedenen Kristallisationen in den östlichen Zentralalpen sich in folgende, auch für die Ötztaler Alpen zutreffende Übersicht bringen lassen.

Schutt- lieferung	Metamorphosen	Kristalli- sationen	Alter
Silbersberggrau- wacke . . .	Metamorphose M3 bei MOHR	Gleinalpen- kristallisation	vorsilurisch
Oberkarbon — Verrukano + Werfener Schichten . .	Metamorphose M2 bei MOHR	Ammering- kristallisation	karbonisch
Gosau — Tertiär + Quartär . .	Metamorphose M1 bei MOHR		kretazisch- tertiär

Die Metamorphose M3 muß vorsilurisch sein, denn auf ihren Produkten liegt das Paläozoikum von Graz, das sicher silurische Gesteine enthält — allerdings gilt dieser Schluß nur, wenn die paläozoischen Ablagerungen auf dem altkristallinen Untergrund abgelagert worden sind (HERITSCH, Die Deckentheorie in den Alpen, S. 186).

Es kann sich bei der vorsilurischen Metamorphose nicht um eine einfache Gebirgsbildungszeit (siehe Tabelle II) handeln. Diese Metamorphose hat das Altkristallin der zweiten und dritten Tiefenstufe geschaffen. Der Abtragungszeit nach der Gebirgsbildung ordne ich die Quarzphyllite der Alpen (eingeleitet von dem sogenannten Rannachkonglomerat) und die Silbersberggrauwacke zu. Da nun diese Phyllite durch einen deutlichen Hiatus in der Metamorphose vom Silur der Grauwackenzone und der Karnischen Alpen getrennt sind, so schließe ich auf eine zweite vorsilurische Gebirgsbildung und Metamorphose. Mit dieser und mit der variszischen Gebirgsbildung geht die für das Altkristallin rückschreitende Metamorphose parallel.

Für die Alpen gibt es noch eine dritte Methode der Feststellung zeitlich weit voneinander getrennter Gebirgsbildungen. Diese Methode ist in den Streichrichtungen gelegen, wenn es auch da Anpassungen des später entstandenen Streichens an das früher vorhandene und umgekehrt gibt, die das Bild trüben. Große Teile der östlichen Zentralalpen haben auffallenderweise ein scharf ausgeprägtes NW—SO-Streichen, dessen Parallelität mit dem entsprechenden Rand der böhmischen Masse ein besonders bemerkenswertes Moment im Kartenbild ist. KOSMAT hat diese ihm in ihrer großartigen Verbreitung nicht vollständig bekannte Erscheinung für eine junge, Alpen und Dinariden verbindende Störung gehalten. In neuerer Zeit haben SCHWINNER und ich gezeigt, daß es sich um eine alte Anlage im Bau der Alpen handelt, und wir vertreten mit guten Gründen auch heute noch die Anschauung, daß es der vorsilurische Bauplan der östlichen Zentralalpen ist, den wir umgestaltet vor uns haben. Das steht im Gegensatz zu MOHR (Verhandl. d. geol. Bundesanstalt, 1925), der, die NW streichenden Gebirgsteile unter dem Namen Tauriskisches Gebirge zusammenfassend, an den variszischen Bauplan denkt.

Ich möchte aber auf diese schwierigen und nur bei genauer Lokalkenntnis übersehbaren Verhältnisse hier nicht weiter eingehen, sondern mich an jene vormesozoischen

Faltungen der Alpen halten, welche in der Schichtreihe sehr deutlich abgebildet sind. Dabei empfiehlt es sich, nach Landschaften vorzugehen.

III. Die Grauwackenzone der östlichen Zentralalpen (siehe zum folgenden die Tabellen I und II) ist hinsichtlich ihres Baues charakterisiert als ein wüst durcheinandergestoßenes Paket von Schuppen und Falten. Außer einer großen Masse von altersunbekannter Phyllite besteht sie aus Silur, Devon und Karbon. Die Hauptfrage steht nach dem Alter der fossilereen Phyllite. Wenn man von Westen her kommend die Altersfrage auf Grund der Silurversteinerungen von Dienten zu lösen versucht, so kommt man zur Forderung eines silurischen Alters (TRAUTH, Denkschr. d. Wiener Akad., Bd. 100, 1925, S. 118). Wenn man dasselbe auf Grund der wenigen Züge mit Karbonfossilien in Obersteiermark, also von Osten her untersuchend, macht, so kann man auf ein karbonisches Alter kommen.

Ich halte beides in der gegebenen schroffen Fassung für unrichtig und stütze meine Meinung dadurch, daß das wirkliche Silur der Grauwackenzone (z. B. Kitzbühel, Eisenerz) wesentlich anders aussieht als die Phyllite. Ich stütze meine Ansicht durch die weite Verbreitung der Silbersberggrauwacke (z. B. in den Pinzgauer Phylliten), denn diese Grauwacken sind älter als das Silur, zu dem sie gar keine Beziehungen haben.

In den durch Konglomerate und Sandsteine ausgezeichneten Zügen des Karbons der Grauwackenzone liegen Schatzlarer und Ottweiler Schichten vor. Die Gebirgsbildung, welche der Anlaß zu der Geröllförderung war, kann die sudetische, eventuell die bretonische Faltung sein — wobei die Entstehung der Silbersberggrauwacken auf eine vorvariszische Gebirgsbildung zurückzuführen ist.

Eine zweite variszische Störung hat das Oberkarbon der Grauwackenzone in den Falten- und Schuppenbau eingeschichtet. Da kann es sich nur um die saalische Faltung handeln — die alpidische Faltung benützt dann z. T. die Bahnen der variszischen Faltung. Die saalische Faltung wurde bereits von STILLE (a. a. O. S. 103) in der Grauwackenzone festgelegt, denn auf diese Faltung bezieht er die diskordante Lagerung der Trias auf den Gesteinen der Grauwackenzone. Am klarsten liegen die Verhältnisse am Polster bei Eisenerz, wo nach SPENGLER der Verrukano an der Basis der Trias der Kalkalpen, über steil gestellten, NW streichenden Schichten des Silur und Devon liegt —

ein Zeugnis dafür, daß die NW-streichende Anlage des paläozoischen Gebirges älter ist als der Verrukano, dessen Geröllförderung mit der Abtragung eben dieses Gebirges zusammenhängt.

Nebenbei bemerke ich, daß das NW-Streichen der Grauwackenzone und der Pinzgauer Phyllite nach meiner Auffassung eine Anpassung der variszischen Gebirgsbildung an das bereits vorhandene voralpaläozoische Streichen jener Gesteine ist, welche der Gleinalpenkristallisation unterlegen sind. Zu jener vorsilurischen Gebirgsbildung rechne ich als Korrelat die schon oft genannte Silbersberggrauwacke, die vielleicht auch in der unteren Schieferhülle der Tauern ein Analogon hat (MOHR, Diese Zeitschr., 1923, Monatsber. S. 117).

IV. In den inneren Teilen der östlichen Zentralalpen liegt das Karbon der Stangalpe, dessen den Konglomeraten eingelagerte Schiefer ein Ottweiler Flora geliefert haben. Das Oberkarbon liegt zum größten Teil diskordant auf einer Serie von Phylliten und Kalken, von welchen die letzteren wohl altpaläozoisch sind; der westliche Teil des Oberkarbons ist auf die Trias der Gurktaler Alpen überschoben. Die Lagerung des Oberkarbons und seine mächtigen Konglomeratmassen zeigen eine Gebirgsbildung vor dem Oberen Oberkarbon an. Welche es gewesen ist, läßt sich nicht feststellen. Ebensowenig kann wegen des Fehlens der entsprechenden Gesteine festgestellt werden, ob das Karbon vor der Aufschiebung auf die Trias eine Gebirgsbildung mitgemacht hat oder nicht.

V. Dieselben Verhältnisse wie auf der Stangalpe herrschen im Gebiete des Karbons des Brenner, was vor kurzem SCHWINNER (G. M. G. P. 1925, S. 243) festgestellt hat.

VI. Ungleich besser als in den bisher besprochenen Gebieten ist die Möglichkeit der Erkennung der Phasen der vormesozoischen Gebirgsbildung in den Südalpen.

Im Bereiche des nordalpinen Faziesgebietes der Trias der Gailtaler Alpen liegt das berühmte Karbonvorkommen von Nötsch im Gailtal. Es unterscheidet sich prinzipiell von der reichen paläozoischen Schichtfolge des unmittelbar südlich anstoßenden Gebirges der Karnischen Alpen durch das vollständige Fehlen des Silurs, Devons und des marinen Unterperms. Bei Nötsch liegen übereinander: Quarzphyllit — Nötscher Karbonschichten in mariner Entwicklung — pflanzenführende Schichten des Erlagrabens (wahrscheinlich eher unteres Oberkarbon als

oberes Unterkarbon, siehe PIA, Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Abt. I, Bd. 133, 1924, S. 545). Das Alter der marinen Schichten von Nötsch gilt wieder, wie ich glaube, mit Recht, als oberes Unterkarbon, nachdem kurze Zeit hindurch durch GORTANI und VINASSA DE REGNY ein oberkarbonisches Alter in den Bereich der Möglichkeit gerückt war.

Zwischen den Quarzphylliten und den aus schieferigen und feinklastischen Bildungen aufgebauten Nötscher Schichten besteht eine beträchtliche Diskordanz. Wenn es naturgemäß durchaus im Bereiche der Möglichkeit liegt, daß der Quarzphyllit, der sicher älter als Silur ist, bereits in der kaledonischen oder einer noch älteren Faltungsphase gestört worden ist, so liegt doch der Gedanke an die bretonische Faltungsphase nahe — um so mehr, als ja auch in den benachbarten Karnischen Alpen dem Clymenienkalk das Karbon (allerdings wahrscheinlich nur Oberkarbon!) mit einer Diskordanz aufliegt.

Bis jetzt sind sichere Bildungen des oberen Oberkarbons bei Nötsch nicht bekannt geworden. Die Sachlage ist derart, daß Quarzphyllit und Oberkarbon sehr steil aufgerichtet, ja sogar überkippt sind und daß über beide in relativ ruhiger Lagerung Grödener Sandstein in transgredierender Lagerung übergreift. Zweifellos liegt eine Gebirgsbildungsphase vor. Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit (eben wegen der früher erwähnten pflanzenführenden Schichten des Erlagrabens) kann die sudetische Faltung ausgeschaltet werden. Es kann sich bei dieser Diskordanz um die asturische oder um die saalische Faltung handeln.

VII. In dem reichen paläozoischen Schichtbestand der Karnischen Alpen (und in deren Fortsetzung, d. i. in den paläozoischen Aufbrüchen der Karawanken) liegt das beste Gebiet der Alpen für die Erkennung der paläozoischen Gebirgsbildungen.

In den Karnischen Alpen hat man eine schöne Vertretung des Caradoc, eine reiche Gliederung des Obersilur, eine prachtvolle Entwicklung des Devons, ein ausgezeichnet gegliedertes Oberkarbon und Perm.

a) Im Wolaier Gebiet fand GAERTNER (Mitteil. d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark, 1927) über dem Caradoc an der Basis des Obersilurs eine Geröllschicht und er denkt an die Möglichkeit einer takonischen Bewegung.

Ich selbst habe durch die noch unveröffentlichte Bearbeitung einer Untersilurfauna der Karnischen Alpen den

Eindruck gewonnen, daß vielleicht noch die *Calymene Tristani*-Stufe vertreten sein kann, daß echtes Caradoc vorliegt (darin stimme ich mit der vortrefflichen Bearbeitung der Caradocvorkommen der Karnischen Alpen durch VINASSA DE REGNY überein), daß aber vielleicht das Asghillian nicht mehr vertreten ist. Die Beobachtung GAERTNERS und die Möglichkeit des Fehlens von Asghillian läßt bereits auf eine Lücke zwischen Unter- und Obersilur schließen.

Das Vorhandensein einer Lücke wird aber noch durch eine andere Tatsache bestätigt. Wie die Studien von GORTANI ergeben haben, setzt die Graptolitenfazies des Karnischen Obersilurs erst mit dem mittleren Llandovery ein, beiläufig mit der Zone des *Monograptus gregarius* (Zone 19 bei ELLES und WOOD). Die drei tieferen Zonen (*Mon. cyphus* *Diplogr. vesiculosus*, *Cephalogr. acuminiatus*) fehlen.

Darauf, daß sich damit eine großartige Übereinstimmung des geologischen Geschehens mit dem Barrandien Böhmens ergibt, habe ich an anderer Stelle hingewiesen.

Aus allen diesen Verhältnissen schließe ich auf die Auswirkung der takonischen Faltungsphase STILLES in den Karnischen Alpen.

Dagegen fehlen sowohl dem Barrandien als auch den Karnischen Alpen alle Spuren der jungkaledonischen Faltungen vollkommen.

b) In großartiger Weise enthüllt das Gebirge der Karnischen Alpen die variszischen Gebirgsbildungen. Um diese zu erörtern, müssen zuerst zwei Fragen besprochen werden: die Schieferfrage und die Frage nach der Verbreitung von Unterkarbon.

Es ist das große Verdienst der italienischen Forscher GORTANI und VINASSA DE REGNY, immer wieder auf die Tatsache hingewiesen zu haben, daß die Schieferserie der Karnischen Alpen (d. i. der Begriff Mauthener Schichten bei FRECH z. T.) nicht Silur, sondern Oberkarbon sei. Pflanzenfunde der Italiener beweisen diese Auffassung und ich erwähne dazu, daß ich vor wenigen Wochen eine reichliche Fauna der Coraschichten in diesen Gesteinen gefunden habe.

Schwierig ist die Frage nach einer möglicherweise vorhandenen Vertretung von Unterkarbon, die seinerzeit durch FRECH behauptet worden ist (Kulmschiefer). Trotz der neuen Versuche, den Kulm FRECHS wieder zu beleben (siehe KÜPPER, N. Jahrb. f. Min., Beil.-Bd. 57),

kann ich meine den Italienern nabestehende Auffassung nicht verhehlen, denn mir scheint der paläontologische Beweis der Vertretung des Kulms nicht geglückt zu sein und die Angabe der Italiener unwiderlegt zu sein, daß in denselben Schichten, in denen die angeblichen Kulmpflanzen vorkommen, Oberkarbonpflanzen gefunden wurden. Auch der immer wieder in der Literatur erscheinende Fund STACHES, *Productus giganteus* von der Ofener Alpe, scheint auf einem Irrtum zu beruhen.

Ich halte nach wie vor auf Grund der paläontologischen Überlieferung nur den Nachweis der Coraschichten und der Princepsstufe für erbracht.

Das karnische Oberkarbon zeigt eine Gliederung derart, daß der liegende Teil aus einer klastischen Serie, den Konglomeraten, Sandsteinen und Tonschiefern der sogenannten Auernigschichten, mit gelegentlich im oberen Teil eingeschalteten Fusulinenkalken, der hangende Teil aus einer geschlossenen Masse von Schwagerinenkalken besteht. Über den Schwagerinenkalken liegt der permokarbonische Trögkofelkalk.

Die Auernigschichten liegen diskordant über dem Devon (z. B. Roßkofel). Es sind Sedimente nach einer orogenetischen Phase — es kann sich um die sudetische oder asturische Gebirgsbildung handeln.

Die Konglomerate der Auernigschichten sind (SCHWINNER, Jahrb. d. geol. Bundesanst., 1927, S. 89) nicht etwa als der Schutt von Wildbächen aufzufassen, sondern es sind typische Restschotter (wie die Belvedereschotter am Ostrand der Alpen), sie enthalten neben Quarzen und Lyditen nur spärlich und immer lokal Gerölle des Paläozoikums. Mit Recht sagt SCHWINNER: „Die Bildung solcher Restschotter war nur möglich, wenn nicht allzu weit davon in den Alpen riesige Massen älteren orogenen Schuttes vorhanden waren, aus denen sie durch Verwitterung, nicht durch Transport, ausgelesen worden sind, und das setzt eben eine vorausgegangene Phase der Gebirgsbildung voraus.“

Da die Auflagerung solcher primärer Schottermassen und deren Umlagerung durch Transport in die Konglomerate immerhin eine beträchtliche Zeit in Anspruch nimmt, so schließe ich auf die sudetische Faltung (SCHWINNER denkt an die bretonische Faltung, wozu ihn wohl die Möglichkeit einer Vertretung von Unterkarbon in den Karnischen Alpen brachte).

c) Vor ganz kurzer Zeit hat SCHWINNER darauf aufmerksam gemacht (a. a. O. S. 90), daß im Gebiete des Naßfeldes und des Trogkofels Auernigschichten und Trogkofelkalk sehr deutlich diskordant zueinander liegen, denn die ersteren sind kräftig gefaltet, der Trogkofelkalk aber liegt ganz söhlig.

Ich kann diese Angabe dahin ergänzen, daß im Gebiete des Naßfeldes (im Kamm Madritschen—Tresdorfer Höhe) der Schwagerinenkalk der Princepsstufe mit einer Schubfläche den Auernigschichten aufliegt und sie z. T. abschert.

Es ist von SCHWINNER schon in Betracht gezogen worden, daß diese Diskordanz wegen der großen mechanischen Verschiedenheit der Gesteine auf mechanischem Wege entstanden sein kann. Doch meint SCHWINNER, daß man die recht beträchtliche Unabhängigkeit der Verbreitung von Auernigschichten und Trogkofelkalk als Zeugnis einer Umwälzung zwischen beiden in Betracht ziehen müsse. Ein Zeugnis einer Störungsphase liegt nach SCHWINNER auch in der Einstreuung von Quarz und Lydit in die liegenden Partien des Trogkofelkalkes.

Wenn die Annahme einer Gebirgsbildung vor der Ablagerung der Trogkofelkalke richtig wäre, so müßte sie wegen der Verbindung desselben mit dem Hauptschwagerinenkalk (Princepsstufe) zwischen den Coraschichten und dem Horizont mit *Schwagerina princeps* liegen. Ich möchte aber doch darauf hinweisen, daß die als Kalke entwickelte Stufe mit *Schwagerina princeps* nur als das Endglied einer Sedimentationsentwicklung erscheint, das durch die Einlagerungen der Fusulinenkalke in die Auernigschichten vorbereitet ist und daher die engen Beziehungen der Princepskalke mit den Auernigschichten beweist.

Der tektonische Hiatus zwischen den Auernigschichten einerseits und der Masse Schwagerinenkalk plus Trogkofelkalk andererseits ist lediglich auf die gewaltige Materialverschiedenheit zurückzuführen.

d) Eine sichere Diskordanz, die einer Faltung entspricht, liegt zwischen dem Trogkofelkalk und dem Grödener Sandstein; sie ist auch durch das Zerstörungsprodukt des Trogkofelkalkes, durch die sogenannte Uggowitz Brekzie nachgewiesen, in der auch Quarzgerölle auftreten. Mit besonderer Klarheit ist die Diskordanz in dem berühmten Profil des Gartnerkofels aufgeschlossen (siehe GEYER, Exkursionsführer zum IX. internat. Geol. Kongr. 1903). Diese Gebirgsbildungszeit soll nach KÜPPER

(N. Jahrb. f. Min., Abt. B, 1927, S. 72, 73) einen Deckenbau hervorgerufen haben. Es handelt sich da um die saalische Faltung.

e) Ich komme nun auf die allgemeine Stellung des Karbons der Karnischen Alpen zu seiner altpaläozoischen Unterlage zu sprechen. Besonders durch die Arbeiten von FRECH und GEYER, in neuerer Zeit dann durch die Studien von GORTANI und VINASSA DE REGNY, ist das Transgressionsverhältnis des Karbons festgelegt worden, so daß SCHWINNER (C. M. G. P., 1915, S. 57) sagen konnte, das Karbon habe bei der variszischen Faltung dieselbe Rolle gespielt wie die Gosau bei der alpidischen Gebirgsbildung.

Aber man muß sehr wohl in Betracht ziehen, daß auch nachoberkarbonisch sehr starke, vielleicht wesentlich bedeutendere Dislokationen geschehen sind (SCHWINNER, Jahrb. d. Geol. Bundesanst., 1927, S. 27). Wie groß diese Bewegungen gewesen sind, zeigen z. B. die Beschreibungen von SCHWINNER und HERITSCH aus dem sogenannten Seerberger Aufbruch der Karawanken (Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 1927).

SCHWINNER (ebenda, 1927, S. 87) hält daran fest, daß die innere Struktur in der Karnischen Kette in der Hauptsache varistisch fertiggestellt wurde und daß die Karnischen Alpen in der alpidischen Faltungszeit eine recht standfeste Massivschwelle gewesen sind, was er mit dem tektonisch sehr verschiedenen Verhalten der Nord- und Südseite dieses Gebirges zu stützen vermag — im Norden Schuppenstruktur, im Süden langsames Absinken der stratigraphischen Serien der Reihe nach unter die südalpine Trias.

Es ist aber nicht zu verkennen, daß in der neuesten Zeit verschiedene Beobachtungen gemacht worden sind, welche die Größe der voroberkarbonischen Gebirgsbewegungen wesentlich einzuschränken vermögen. GAERTNER fand im Wolaier Gebiete nur eine kleine Diskordanz zwischen Clymenienkalk bzw. dem anderen Devon und dem Karbon.

Sehr bemerkenswert scheinen mir in dieser Richtung die Beobachtungen im unteren Nölblinggraben bei Dellach im Gailtal zu sein. Es ist da ein Schuppenpaket vorhanden, das aus Devonriffkalk, roten und grauen Netzkalken des Devons (mit Goniatiten), roten und grauen Netzkalken (Devon oder Silur), Graptolitenschiefern, Karbon besteht. Das wesentliche an dieser scharf geschuppten Serie ist

der Umstand, daß sich das Karbon siebenmal hintereinander in Zügen findet, die den älteren Gesteinen vollständig parallel gepreßt sind. In diesem Profil sieht man von der Transgression des Karbons nichts.

Auch im nördlichen Fußgestell des Gartnerkofels ist die Sache nicht so, wie es nach dem früher angeführten Profil GEYERS erscheinen könnte. Denn in jenen Schichten, welche GEYER als Silurschiefer einzeichnete und in denen die italienischen Forscher und KÜPPER Karbon sehen, fand ich eine Fauna der Coraschichten.

Die beiden Italiener GORTANI und VINASSA DE REGNY behaupten, daß in dem fraglichen Teil des Profiles zwischen den „Silurschiefern“ und den Auernigschichten keine Trennung vorhanden sei. KÜPPER dagegen legt zwischen die „Silurschiefer“, das sind seine karbonischen Mauthener Schichten, und die Auernigschichten einen Deckenkontakt. Ich glaube, daß sicherlich ein Schuppenbau vorhanden ist.

Die Frage geht nun dahin, ob diese Schuppen (wie z. B. im Nölblinggraben) auf die variszische Faltung zurückgehen oder ob es sich um eine Zugehörigkeit zu den alpidischen Faltungsphasen handelt. Es ist die Frage, ob die saalische Faltung, deren Diskordanz im Profil des Gartnerkofels nicht sehr groß erscheint, so bedeutend ist, daß sie den größten Teil des uns heute ersichtlichen Baues der Karnischen Alpen hervorbringen konnte. KÜPPER (a. a. O. S. 81) führt die Schuppen auf die alpidische Gebirgsbildung zurück, aber seine Argumente für den mittelpermischen Deckenbau sind nicht absolut beweisend, wenn ich auch hervorheben möchte, daß die Tatsache, daß nirgends Caradoc auf Quarzphyllit liegt, der stärkste Hinweis auf einen Deckenbau ist. Ich glaube aber, daß der gegen Norden vordrängende Schuppenbau durchaus nicht ganz auf den Nordrand der Karnischen Alpen beschränkt ist.

Für eine große Bedeutung der alpidischen Gebirgsbildungen sprechen einmal die Einbeziehung des Grödener Sandsteines in den karbonischen Bau im Gebiete der Lanzen- und Straninger Alpe, ferner jener so auffallende Zug der Trias von Bordaglia, der mit Nordost-Streichen in den Körper der Karnischen Alpen eindringt. Für die Bedeutung der jungen Bewegungen spricht auch der Vergleich mit den Karawanken, wo Karbon in einen gegen Norden drängenden Bau von Trias einbezogen ist.

Alte und neue Strukturen übergreifen einander — es ist selbstverständlich, daß die jungen

gegen Norden drängenden Strukturen die auffallenderen sind. Aber auch die alten treten scharf hervor und zeigen sich in den Diskordanzen und in den Ausstreuungen von Geröllvölkern in die Sedimente. So kommen wir dazu, mit Sicherheit auf die voroberkarbonischen (wahrscheinlich sudetische) und auf die saalische Faltung zu schließen.

Ob eine bretonische Faltung vorhanden war, ist nicht mit Sicherheit zu sagen; denn ihre Vertretung würde von dem bisher noch nicht mit Gewißheit gelungenen Nachweis des Unterkarbons in den Karnischen Alpen abhängen.

f) Nun möchte ich noch auf die Streichrichtungen hinweisen. Ich habe früher betont, daß in den östlichen Zentralalpen das Nordwest-Streichen eine alte Anlage ist und daß die variszisch gefalteten Teile der Zentralalpen sich diesem alten Streichen anpassen. Es läßt sich nicht verkennen, daß im westlichen Teil der Karnischen Alpen und im Quarzphyllit des Comelico das Nordwest-Streichen herrschend ist, daß dann im Plöckener Abschnitt durch das Eingreifen der Zone von Bordaglia das Streichen auf Ost—West, ja sogar auf Nordost gedreht ist. Dann lenkt es wieder in die nordwestliche Richtung ein. Das nordwestliche Streichen oder wenigstens das Einlenken auf diese Richtung macht sich noch des öfteren bemerkbar, so in den Bänderkalken von Tröppolach, im Gebiete von Achomitz und Tarvis. Immer wieder schlägt das Nordwest-Streichen durch — trotz der jugendlichen Nordbewegung des Gebirges in der alpidischen Faltungszeit.

VIII. Weniger großartig und eindringlich als in den Karnischen Alpen tritt die variszische Gebirgsbildung im Grazer Paläozoikum auf, wo es nur am Hochlantsch etwas fragliches Oberkarbon gibt (HERITSCH, Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Bd. 94, 1917, S. 353). Es erfolgte da nach der Sedimentation des Devons die Anlage eines Faltenbaues in voroberkarbonischer Zeit, dann geschah die Sedimentation des Oberkarbons und eine Störungsphase, welche das Karbon in den Falten- und Schuppenbau einschlichtete. Die alpidische Faltung wendete, wie in der Grauwackenzone des Mürztales, das alte Streichen und prägte dem Gebirge die alpin-karpathischen Linien mit ihrem Ost—West- bis Nordost—Südwest-Streichen auf.

IX. Ich habe nun die Bedeutung der alten Faltungen in den Ostalpen erörtert. Es scheint, wenn man die Verbreitung der alten Faltungen hier betrachtet, sich als

paläozoischer Gebirgsbildungen allen anderen Teilen der Ostalpen vorausstehen. Dankbar gedenke ich der Männer, welche den Grundstock der Kenntnisse dieses Gebirges gelegt haben — GUIDO STACHE, FRITZ FRECH und GEORG GEYER. Dankbar gedenke ich aber auch des großen Fortschrittes in der Geologie der Karnischen Alpen, der durch die beiden Italiener GORTANI und VINASSA DE REGNY erreicht worden ist. Mit wehmütigem Dankgefühl ist aber auch jener Zehntausenden zu gedenken, die in der Zeit des Krieges im Karnischen Gebirge den eisernen Wall zum Schutz der Heimat gebildet haben, von denen Tausende ihre Treue zum heimatlichen Alpenland mit dem Tod besiegelt haben.

Die beiden beigegebenen Tabellen sind derart zu lesen, daß bei den Faltungsphasen die vollständige schwarze Ausfüllung des betreffenden Feldes das Vorhandensein der Faltungsphase anzeigt. Die halbe Ausfüllung bedeutet, daß es entweder diese oder die vorstehende oder folgende Faltungsphase ist, daß also die genaue Bestimmung der Faltungsphase nicht möglich ist.
