

# VERHANDLUNGEN

DER

## GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT

Nr. 6

Wien, Juni

1930

**Inhalt:** Eingesendete Mitteilungen: H. P. Cornelius, Vorkommen von Hornblendegabbro in der steirischen Grauwackenzone. Mit einem Beitrag von K. Fabich. — F. Heritsch, Karbon in der Dult bei Gratwein. — K. Fabich, Analyse eines Biotit-Strahlsteinschiefers.

NB. Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Mitteilungen verantwortlich.

### Eingesendete Mitteilungen.

**H. P. Cornelius.** Vorkommen von Hornblendegabbro in der steirischen Grauwackenzone. (Eine Kartenskizze.) Mit einem Beitrag von K. Fabich.

Ein sehr überraschendes Ergebnis meiner letztjährigen Aufnahmen in der steirischen Grauwackenzone war die Auffindung eines basischen Intrusivgesteins an der Rotsohlschneid, dem Kamm, der von dem Kalkplateau der Hohen Veitsch gegen SW streicht und den Übergang aus dem Groß-Veitscher Tal nach Aschbach vermittelt. In meinem Aufnahmsbericht<sup>1)</sup> wurde das Gestein vorläufig als Gabbrodiorit bezeichnet; die nunmehr durchgeführte Untersuchung läßt indessen die Einreihung als Hornblendegabbro zu.

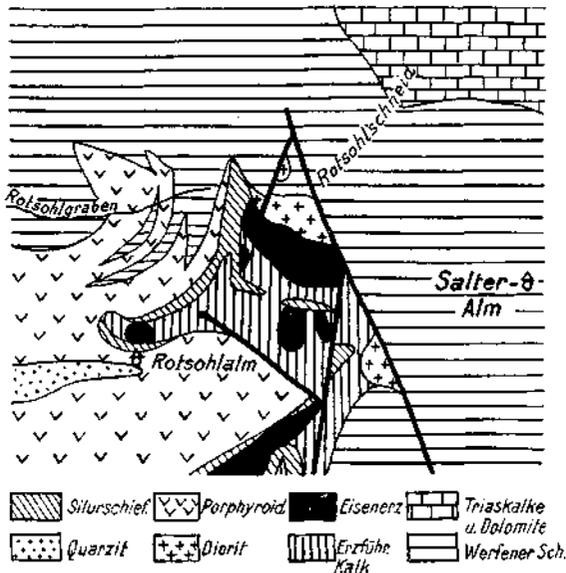
Es handelt sich um drei Vorkommen dieses Gesteins, deren Lage die beistehende Kartenskizze angibt. Folgt man vom Radwirthshaus im Groß-Veitscher Tal dem zuerst gelb, dann blau markierten Weg nach Aschbach, so macht sich das fragliche Gestein schon eine Strecke weit unterhalb des Sattels zwischen Rotsohlschneid und dem südlich gelegenen Rad-Schwarzkogel<sup>2)</sup> durch zahlreiche lose Stücke bemerklich. Auf dem etwas über 1400 m hohen Sattel liegt sodann nichts anderes mehr als Gabbro. Leider ist seine Abgrenzung allseitig nur auf Grund von Lesesteinkartierung und mithin nicht sehr genau festzulegen. Im S liegen ihm die Werfener Sandsteine des Rad-Schwarzkogels einwandfrei auf; auch gegen O bzw. NO grenzt er an solche, doch hat die Kartierung ergeben, daß hier eine ziemlich bedeutende Verwerfung durchsetzen muß: der Rotsohlbruch, welcher die Trias der Hohen Veitsch um 100—200 m gegen ONO absenkt. Gegen W bzw. NW

<sup>1)</sup> Im Jahresbericht für 1929; Verhandlungen 1930, S. 36.

<sup>2)</sup> Es ist zu bedauern, daß es in Steiermark ein ganzes Heer von Schwarzkogeln gibt; noch mehr, daß nicht nur südlich, sondern auch gleich westlich der Rotsohlschneid ein solcher steht; und am allermeisten, daß diese beiden auf der Karte leicht zu verwechselnde Höhenzahlen 1493 bzw. 1593 m tragen. So bleibt nichts übrig als sie durch einen Zusatz zu ihrem Namen zu unterscheiden; ich nenne den südlichen Rad-Schwarzkogel, den westlichen Turntaler-Schwarzkogel.

grenzen an den Gabbro die wahrscheinlich silurischen Tonschiefer der Grauwackenzone; doch ist es bisher trotz sorgfältigsten Abstreifens des Waldgeländes nicht möglich gewesen, irgendeinen Kontakt zu finden.

Das zweite Vorkommen erreicht man, wenn man dem Kamm der Rotsohlschneid selbst folgt. Östlich ihrer scharfen Kalkzacken befindet sich ein kleiner Sattel, über den eine Einschuppung serizitisierter Grauwackenschiefer streicht, wenige Meter mächtig; darüber folgt gleich wieder Kalk (Obersilur-Devon), der alsbald Eisenkarbonat aufnimmt und in Rohwand übergeht — kenntlich an der intensiv braunroten Farbe, die sie dem Boden verleiht. Darüber, bei zirka 1575 m, bedeckt plötzlich wieder Gabbro den Boden. Auf dem steilen Erlengehänge der Südostseite ist er sehr schlecht zu verfolgen; auf der Nordwestabdachung dagegen



Kartenskizze des Gabbrovorkommens an der Rotsohlschneid.

NB. Versehentlich ist in der Erklärung die Bezeichnung „Diorit“ stehen geblieben; sinngemäß ist dafür „Horoblendegabbro“ zu lesen!

sieht man ihm sogar anstehende Felsen bildend aus dem Rasenboden treten. Nördlich wird er bald wieder von Werfener Schichten bedeckt — nicht nur auf der Höhe der Rotsohlschneid, sondern auch auf der Nordwestabdachung, da die Schichten — und wohl auch ihre Auflagerungsfläche — gegen NNW, wenn auch flach, einfallen. Wenig weiter östlich muß wiederum der Rotsohlbruch durchziehen. — Sehr bemerkenswert ist das Auftreten einer Breccie nördlich vom Nordwestende des Gabbro, bei zirka 1500 m im Walde nördlich des Grabens, der dort von der Rotsohlschneid nach NW hinabzieht. Diese Breccie enthält nicht nur Bruchstücke verschiedener anscheinend dem Paläozoikum entstammender Kalkvarietäten, sondern auch — u. zw. besonders reichlich — solche des Gabbros selbst, von denen einzelne mit Eisenglanz imprägniert sind (vgl. unten). Ihr Durchmesser beträgt maximal ein paar Zentimeter.

Das Bindemittel ist ein lichtgrauer, gelb bis braun verwitternder Kalk, mit Spatsplittern und feinem Zerreibungsmaterial vor allem des Gabbros erfüllt. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich diese Breccie als lokale Fazies des Prebichlkonglomerats<sup>1)</sup>, der klastischen Bildung an der Basis der Werfener, auffasse. Ihre Ausbildung ist freilich eine ganz ungewohnte; indessen hat schon Spengler<sup>2)</sup> gezeigt, daß die Zusammensetzung des Prebichlkonglomerats stark von der lokalen Beschaffenheit des Untergrundes abhängen kann, wofür mir auch aus dem Veitscher Gebiet Beispiele bekannt sind. Es darf also nicht auffallen, wenn jenes hier größtenteils aus Gabbro besteht, wo dieser in unmittelbarer Nachbarschaft ansteht, und wenn dagegen die sonst herrschenden Quarz-, Schiefer- und Porphyroidbruchstücke fehlen.

Das dritte Vorkommen des Gabbros ist winzig klein — es umfaßt eine Fläche von wenigen Quadratmetern, die von Stücken des Gabbros bedeckt wird, wenig nördlich des vorigen auf dem Nordwestgehänge der Rotschneid, bei zirka 1550 m Höhe. Ein Wasserriß, der in den Nordast des Rotsohlgrabens von SO her einmündet (oberhalb des Weges Bärenalalm—Rotsohlalm) bringt Stücke davon herab, durch die geleitet es am leichtesten ist, das Anstehende aufzufinden. Es ist, soweit man sehen kann, rings umgeben von Gesteinen der Werfener Schichten — leider wieder ohne irgendeinen Aufschluß, der den Verband zeigen würde; nördlich davon auftretende Breccien enthalten jedoch kein Material vom Gabbro, sondern nur solches der Werfener Schichten selbst soviel sich feststellen ließ. — Eine Deutung der Lagerungsverhältnisse an dieser Stelle ist etwas schwierig. Das einfachste wäre — nachdem ein postpaläozoisches Alter des Gabbros nicht in Frage kommt — an eine Klippe im Werfener Meer zu denken; doch spricht dagegen das Fehlen von gabbroführenden klastischen Bildungen. Ich habe mich daher zu der Annahme entschlossen, daß das Vorkommen gegen das tiefere, wieder von Werfener Schichten eingenommene Gehänge im W ebenfalls an einer Verwerfung (Abzweigung des Rotsohlbruches) herausgehoben ist, muß aber betonen, daß deren auf der Kartenskizze eingetragener Verlauf rein hypothetisch ist, da keine Möglichkeit besteht, ihn genau festzustellen.

Das Gestein aller drei Vorkommen ist im wesentlichen das gleiche: ein richtungsloses Gemenge von feinem bis mittlerem Korn, manchmal in schlieriger Verteilung, worin ein dunkelgrünes Amphibolmineral und ein weißer, stark umgewandelter Feldspat — sehr selten sind noch Spuren von Spaltbarkeit erkennbar — dem unbewaffneten Auge auffallen. Öfters ist ophitische Struktur schon makroskopisch deutlich: die dünntafelig gestalteten Feldspate werden von der Hornblende umhüllt; in anderen Fällen ist die gegenseitige Begrenzung mehr unregelmäßig.

Öfters läßt das Gestein sekundäre Mineralbildungen erkennen. Beim Sattel N vom Rad-Schwarzkogel findet man öfters Stücke mit lebhaft gelbgrünen Flecken. Sie entsprechen kleinen Drusen von Epidot,

1) R. Schwinner, Geröllführende Schiefer und andere Trümmergesteine aus der Zentralzone der Ostalpen. Geologische Rundschau, 20, 1929, S. 216.

2) E. Spengler, Über die Tektonik der Grauwackenzone südlich der Hochschwabgruppe. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1926. S. 127.

von etwa  $\frac{1}{2}$  cm Durchmesser im Maximum, z. T. mit offenen Hohlräumen, auf denen das Mineral in Kriställchen von Millimeterlänge sitzt. Das Gestein der beiden nördlichen Vorkommen (ganz besonders des zuletzt erwähnten kleinen) ist dagegen vielfach imprägniert mit Eisenglanz, der in Tafeln bis fast zu Quadratzentimetergröße feine Klüfte füllt odere größere derbschuppige Putzen bildet.

Im Dünnschliff erkennt man — auch an dem ziemlich seltenen frischen Material — eine wesentlich stärkere Umwandlung des Gesteins als die makroskopische Betrachtung ahnen ließ. Insbesondere der ursprüngliche Feldspat ist wohl nirgends mehr in einem Rest erhalten, der eine Bestimmung zuließe, so scharf und gut umgrenzt auch seine Tafeln durch die Hornblenden hindurch schneiden. Das erste Stadium seiner Umwandlung ist die bekannte Saussuritisierung: die Bildung wolkiger Aggregate von Zoisit mit anomalen Interferenzfarben, die zu meist die Feldspate ganz undurchsichtig machen. Auch Serizit findet sich als Neubildung, jedoch ganz untergeordnet. In einem zweiten Stadium kommt es zur Sammelkristallisation der Neubildungen, die sich zu einzelnen, etwas größeren, unregelmäßig umgrenzten Individuen innerhalb der Feldspate vereinigen. Dieser Vorgang scheint jedoch mitunter bereits mit Eisenzufuhr — woher werden wir bald sehen — verknüpft zu sein; denn sein Produkt ist z. T. kein gewöhnlicher Zoisit mehr, sondern ein wenn auch ganz blaßgefärbter und in der Doppelbrechung nicht über Farben erster Ordnung hinausgehender Epidot. Bei jenem Konzentrationsvorgang wird nun auch wieder klare Feldspatsubstanz sichtbar: nach der niederen Lichtbrechung und der Auslöschungsschiefe (in einem Schnitt etwas schief zu  $a = 70^\circ$ ) Albit mit höchstens ganz geringem Anorthitgehalt. Also nur ein Rest des ursprünglichen Plagioklases, der weit basischer gewesen sein muß. Die Sammelkristallisation des Epidots geht aber noch weiter und führt in ihrem Endstadium zu einheitlichen großen Individuen, die mitunter die Feldspatsubstanz vollständig verdrängen, so daß regelrechte Pseudomorphosen von Epidot nach Feldspat zustande kommen. Irgendeine kristallographische Beziehung zum Ausgangsmaterial ist dabei nicht erkennbar: teils sind es pflasterartige Aggregate von Epidotkörnern, teils irgendwie schräg zu den Flächen der Plagioklase gestellte Stengel, die deren Inneres erfüllen — ohne jemals über die Grenzflächen hinauszuwuchern, außer es grenzen zwei Plagioklase aneinander; doch bleibt auch in diesem Falle die Grenze beider trotz Umwandlung bemerkenswert scharf und deutlich. In diesem — übrigens nicht allzuoft erreichten — Stadium handelt es sich z. T. um ausgesprochen (wenn auch blaß) gefärbten, stark doppelbrechenden Epidot mit relativ bedeutendem Eisengehalt.

Der zweite Hauptgemengteil des ursprünglichen Gesteins ist eine Hornblende von recht intensiv rotbrauner oder auch blaugrüner Farbe, oft in einem Individuum vereinigt, in unregelmäßiger Verteilung; beide Varietäten zeigen starke Absorptionsunterschiede  $c = b > a$ , jedoch ohne auffälligen Pleochroismus. In der Höhe der Doppelbrechung (Interferenzfarben bis Blau zweiter Ordnung) sowie der Auslöschungsschiefe ( $c : c = 13^\circ$ ) besteht kein merklicher Unterschied zwischen ihnen. Auch diese primäre Hornblende findet sich im Gestein nur noch in ziemlich

geringfügigen Resten. In der Hauptsache ist sie ersetzt durch eine sekundäre, von ganz blaßgrüner Färbung, wenig schwächerer Doppelbrechung und kaum geänderter Auslöschungsschiefe. Sie erinnert ganz an Uralit; und wie dieser bildet auch sie sehr vielfach ganz einheitliche Paramorphosen nach jener primären Hornblende. Außerdem finden sich aber auch Felder, auf welchen sich die sekundäre Hornblende in wirrstengeligen Massen angesiedelt hat, die Form dieser Felder läßt vermuten, daß auch hier eine (primäre) Hornblende das Ursprungsmaterial darstellte. — Leider kennen wir die Zusammensetzung der beiden Hornblenden nicht genauer und können daher nur vermuten, was bei der beschriebenen Umwandlung (die im übrigen auch an anderen Gabbrohornblenden bekannt ist; mir selbst u. a. von Grevasalvas im Oberengadin<sup>1)</sup> eigentlich vor sich geht: daß nämlich ein Teil des ursprünglichen — in den braunen Gabbrohornblenden ja sehr großen — Fe-Gehaltes verloren geht. Es liegt nahe, die oben bei Gelegenheit der Epidotbildung erwähnte Eisenzufuhr damit in Verbindung zu bringen. Übrigens findet sich stellenweise als Umwandlungsprodukt der Hornblende auch Chlorit, jedoch nur in ganz unbedeutender Menge.

Ein weiteres, der Menge nach stark schwankendes und schon mehr zu den Übergangsteilen zu zählendes Mineral findet sich stets in so stark umgewandeltem Zustande, daß seine Bestimmung nicht mehr sicher vorzunehmen ist: es sind Systeme aus parallelen Balken von Ilmenit, die in ganz durch Leukoxen getrübten Feldern stecken; vielfach findet sich auch gut kenntlicher Titanit. Von weiteren Mineralien beteiligt sich daran — jedoch nur ausnahmsweise zu erkennen — auch Chlorit. Je nach Schnittlage ist nur ein Balkensystem sichtbar oder deren zwei und drei, welche sich unter Winkeln von zirka 60° — in der Projektion auf die Schliffebene! — zu schneiden scheinen. Herrn Prof. H. V. Graber bin ich zu Dank verpflichtet für die Mitteilung, daß ähnliche (bisher in der Literatur anscheinend noch nicht erwähnte<sup>2)</sup> Gebilde von ihm in umgewandelten Diabasen von Eisenkappel aufgefunden wurden; nach seiner Auffassung handelt es sich um eine Umwandlung von Ilmenit in Titanit, bei welcher der Zwillingbau des ersteren zum Vorschein kommt, indem einzelne Lamellen zunächst verschont bleiben; eine Erklärung, die sich auch auf unseren Fall anwenden läßt,<sup>3)</sup> die insbesondere dem sicher großen Titangehalt der beobachteten Substanzen am besten gerecht wird. Von den sonst in einem Gabbro zu erwartenden Mineralien scheidet Olivin als Ausgangsmaterial wohl aus, wegen der Art der Umwandlungsprodukte; eher könnte man zunächst an Biotit denken, wofür namentlich die erwähnte sagenitartige Anordnung der Erzbalken zu sprechen scheint. Allein es findet sich in dem Gestein auch sicherer

<sup>1)</sup> Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beil.-Bd. 35 (1912), S. 422.

<sup>2)</sup> Mir selbst sind sie in einem stark umgewandelten gabbroiden Gestein von der Ostalpenwestgrenze wieder begegnet.

<sup>3)</sup> Nach Graber wäre jener Ilmenit selbst nicht primär, sondern aus stark titanhaltigem Olivin hervorgegangen. Wenn auch für diese letztere Annahme in unserem Falle alle positiven Anhaltspunkte fehlen, so könnte doch ein Hinweis auf sekundäre Natur des Ilmenits gegeben sein in dem Zusammenvorkommen — sogar öfters in unmittelbarer Berührung — mit titanfreiem Magnetit, da sich ja im allgemeinen titanhaltige Magnetite aus dem Magma ausscheiden, nicht aber Ilmenit und Magnetit nebeneinander.

Biotit von rötlichbrauner Farbe — allerdings sehr selten. Und dieser zeigt zwar Übergang in Chlorit mit der üblichen Ausscheidung titanhaltiger Nebenprodukte, jedoch nur in geringen Mengen; und das ganze Bild ist so vollkommen anders als das jener Pseudomorphosen, daß es sich keinesfalls vermeiden läßt, für sie ein anderes Ausgangsmaterial anzunehmen.

Von Nebengemengteilen ist Apatit in wohlausgebildeten und z. T. recht großen Säulchen ziemlich reichlich; Magnetit bildet einzelne größere formlose Körner, meist räumlich verknüpft mit jenen Ilmenitbalkenfeldern. Blutrot durchscheinender Hämatit ist spärlich als Neubildung.

Die ursprüngliche Struktur des Gesteins ist im Dünnschliff stets als typisch ophitisch zu erkennen: die Feldspäte sind als dünne Tafeln mit mehr oder minder idiomorpher Umgrenzung in die primären Hornblenden eingewachsen, gelegentlich auch ganz ebenso in Ilmenitbalkenfelder und in Magnetit; die ersteren sind also — vom Apatit abgesehen — die älteste Ausscheidung, die Hornblende die jüngste. — Die spätere Ummineralisierung hat jene ursprüngliche Erstarrungsstruktur ganz unverändert gelassen; es liegt hier also ein neues schönes Beispiel vor für weitgehende Änderung des Mineralbestandes bei vollständiger Erhaltung der Struktur, wie deren mehrere im Laufe der letzten Jahrzehnte bekannt gemacht worden sind.<sup>1)</sup> Von Schieferung oder überhaupt von Erscheinungen mechanischer Umformung ist weder makro- noch mikroskopisch an den untersuchten Stücken etwas zu bemerken; freilich ist dabei nicht zu vergessen, daß in Anbetracht der mangelhaften Aufschlüsse nur ein geringer Teil der ganzen Gesteinskörper der Beobachtung zugänglich ist und sehr wohl etwa vorhandene Quetschzonen unter der Rasendecke verborgen sein können.

Leider gelang es nicht, zugehörige Differentiationsprodukte aufzufinden, mit einer einzigen Ausnahme: auf der Nordseite der Rotschneid lag in nächster Nähe der erwähnten anstehenden Gabbrofelsen ein einzelnes Bruchstück eines blaßrötlichen, vollkommen massigen Gesteins von mäßiger Korngröße (einige Millimeter), das neben dem vorwiegenden Feldspat auch sehr feinkörnige dunkel- bis gelbgrüne Partien erkennen läßt. Er entstammt jedenfalls einem anstehend unentdeckt gebliebenen Gang im Gabbro.

Im Dünnschliff erkennt man als weit vorwaltenden Gemengteil — wohl 90 % des ganzen Gesteins — einen fein zwillingslamellierten Plagioklas; von ziemlich frischer Beschaffenheit, zwar nicht unbeträchtlich getrübt, aber ohne irgendwelche definierbare Neubildungen. Lichtbrechung ganz wenig über der des Kolloliths; Auslöschungsschiefe  $\angle a 75^\circ$ ,  $\angle c 20^\circ$ ; also reiner Albit. Untergeordnet findet sich daneben ein blaßgrünlicher Aktinolith, ähnlich der sekundären Hornblende des Gabbros, stets stark bräunlich getrübt; endlich blaßgelblicher Epidot in einzelnen größeren Individuen und Aggregaten von solchen. Diese beiden Mineralien treten

<sup>1)</sup> H. P. Cornelius, Zur Frage der Beziehungen von Kristallisation und Schieferung in metamorphen Gesteinen; Centralblatt für Mineralogie 1921, S. 1. — Außer den dort gegebenen Beispielen vgl. z. B. A. Spitz und G. Dyhrenfurth, Monographie der Engadiner Dolomiten; Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, n. F. 44, 1915, S. 55; B. Sander, Erläuterungen zur geologischen Karte Meran-Brixen; Schlenkschriften 16, 1929, S. 27.

stets eng miteinander verknüpft auf, als Ausfüllung schmaler Lücken zwischen den Feldspäten; dabei ist der Epidot durchaus nicht etwa aus den Feldspäten entmischt, sondern macht ganz den Eindruck eines primären Minerals, gerade der Vergleich mit dem Gabbro ist da sehr lehrreich. Weitere Gemengteile wurden nicht gefunden; insbesondere fehlt Quarz anscheinend ganz, ebenso Kalifeldspat. Kataklastische Erscheinungen sind hier in mäßigem Grade vertreten in Gestalt von Verbiegungen und Bruchzonen innerhalb der Feldspäte.

Dies Gestein gleicht somit in seinem Mineralbestand: dem primären Zusammenvorkommen von Albit und Epidot, den Unakiten (Helsinkiiten), wie sie von zahlreichen Orten aus dem fennoskandischen Kristallin,<sup>1)</sup> aber auch bereits aus den Alpen<sup>2)</sup> bekannt geworden sind; auch die Aktinolithführung hat es mit einem Teil der finnländischen Vorkommen gemein. Bezüglich der Mengenverhältnisse der Komponenten stellt es jedoch einen neuartigen Typ dar; Gesteine mit dermaßen überwiegendem Albit finden sich unter den bisher beschriebenen Unakiten nicht. — Es dürfte sich um einen späten, bei relativ tiefer Temperatur erstarrten Nachschub handeln, in dem die Ausscheidung von anorthithaltigen Plagioklassen nicht mehr möglich war (vgl. Wilkman, a. a. O.).

Eine chemische Analyse des Gabbros wurde von Herrn Ingenieur K. Fabich in dankenswerter Weise ausgeführt, mit folgendem Ergebnis:

	Molekular- zahlen	Mol. %	Werte nach Niggli <sup>3)</sup>
SiO <sub>2</sub> .....	45·98	769	51·0
TiO <sub>2</sub> .....	3·67	53	3·5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14·69	145	9·6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3·41	22	1·4
FeO.....	7·10	99	6·6
MnO.....	0·11	2	0·1
CaO.....	11·78	202	13·4
MgO.....	7·07	167	11·1
K <sub>2</sub> O.....	0·69	7	0·5
Na <sub>2</sub> O.....	2·34	39	2·6
H <sub>2</sub> O üb. } 105° <sup>4)</sup> ... (1·84	103		
H <sub>2</sub> O unt. } (0·56			
CO <sub>2</sub> .....	0·13		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0·24	2	0·1
S <sub>2</sub> .....	0·06	1	FeS <sub>2</sub> 0·1
	99·67		100·0

1) W. W. Wilkman, Über Unakite in Mittelfinnland. Fennia 50 (Sederholm-Festschrift), 1928; dort auch weitere Literaturangaben.

2) H. P. Cornelius, Über Vorkommen von Helsinkiit im Albulamassiv; Schweizer Mineralogisch-petrographische Mitteilungen 7, 1927, S. 28.

3) Für die Berechnung der Analyse wurden die genauen Molekulargewichte verwendet, nicht die nach Niggli (Gesteins- und Mineralprovinzen, S. 52) abgerundeten. Eine nachträgliche Berechnung mit den letzteren ergibt *si* 108·0; *al* 20·1; *fm* 44·5; *c* 29·2; *alk* 6·2; *qz* —4·4. Das sind so geringe Abweichungen, daß die Vergleichbarkeit mit Niggli's Tabellen dadurch nicht beeinträchtigt wird.

4) Der nicht unbedeutende Gehalt an bei 105° austreibbarem Wasser spricht zwar für nicht vollkommene Frische des Gesteins; gleichwohl aber können die durch Verwitterung eingetretenen Veränderungen des chemischen Bestandes nicht sehr bedeutend sein. Es müßte sonst unbedingt in beträchtlicher Menge Kalzit vorhanden sein, statt dessen beobachtet man diesen im Schließ gar nicht, und nach Ausweis der Analyse ist seine Menge ganz geringfügig.

Das Analysenergebnis fällt somit in den Bereich von Niggli's normalgabbroiden und normalnoritischen Magmen; ja, es deckt sich in den meisten Werten fast genau mit dem Typus derselben, wie ihn Niggli<sup>1)</sup> angibt (*si* 108; *al* 21; *fm* 52; *c* 21; *alk* 6; *k* 0.20; *mg* 0.55). Eine Abweichung besteht nur in dem etwas größeren Wert *c*, dem ein kleinerer für *fm* gegenübersteht. Man wird darin eine Hinneigung zur Gruppe der pyroxenit-hornblendegabbroiden Magmen sehen können, wie sie ja auch im Mineralbestand in der Anwesenheit von Hornblende als einzigem wesentlichem dunklem Gemengteil zum Ausdruck kommt. Zweifellos fest steht die Zugehörigkeit zur Kalkkalkalireihe.

Allerdings muß man fragen, inwieweit der chemische Bestand des Gesteins bei der ja ziemlich weit vorgeschrittenen Ummineralisierung (vgl. oben!) intakt geblieben ist. Es scheint mir indessen kein triftiger Grund vorzuliegen, um dies nicht anzunehmen; insbesondere braucht man an eine Erhöhung des *c*-Wertes durch Kalkzufuhr wohl nicht zu denken (wenngleich das Ausgangsmaterial für eine solche in Gestalt der paläozoischen Kalke und kalkhaltigen Werfener Schichten in der Nachbarschaft zur Verfügung stünde). Einzig der geringe Kalkbetrag, welcher der von der Analyse ausgewiesenen CO<sub>2</sub>-Menge äquivalent ist, ist möglicherweise zugeführt; er wurde daher bei der Berechnung abgezogen. Mehr Grund hätte man — unter geologischen Gesichtspunkten — an eine Fe-Zufuhr zu denken; der eher unternormale *fm*-Wert spricht jedoch nicht dafür.<sup>2)</sup> So wird man für die Umgestaltung des Mineralbestandes mit Stoffverschiebungen wesentlich innerhalb des Gesteins selbst auskommen müssen. — Zu bemerken ist, daß der ungemein hohe TiO<sub>2</sub>-Gehalt mehr für das analysierte Handstück — das besonders reich an Ilmenit bzw. Titanit ist — als für die Gesamtheit des Gesteins charakteristisch ist; könnte man von letzterem eine Durchschnittszusammensetzung ermitteln, so würde jener sicher wesentlich — vielleicht auf die Hälfte oder noch darunter — herabgehen.

Bezüglich der geologischen Geschichte dieses Gabbros läßt sich das folgende sagen: Seine Intrusion erfolgte wahrscheinlich nach der variszischen Faltung der Grauwackenzone, wie man aus seiner tektonischen Unversehrtheit entnehmen möchte. Allerdings darf man diesem Argument kein allzu großes Gewicht beilegen; denn die alpidischen Gebirgsbewegungen, die gerade in der Gegend der Rotschalschneid recht beträchtliche Spuren hinterlassen haben,<sup>3)</sup> haben den Gabbro auch nicht stärker beschädigt; und sie haben ihn sicher bereits vorgefunden, denn seine obere Altersgrenze ist gegeben durch die Aufarbeitung im permischen oder tiefst triadischen Prebichlkonglomerat. Aber der Unterschied gegenüber dem bereits — nach Einschlüssen im Prebichlkonglomerat! — vortriadisch geschiefertem Blasseneckporphyroid ist jedenfalls augenfällig.

Das eine Ereignis, welches den Gabbro weiter betroffen hat: die (teilweise) Imprägnation mit Hämatit, ist ebenfalls bereits vortriadisch erfolgt, wenn man auf die vererzten Brocken in jener Breccie bauen

<sup>1)</sup> A. a. O., S. 128.

<sup>2)</sup> Doch darf man diesbezüglich nicht von dem analysierten Stück auf die Gesamtheit des Gesteins schließen; vgl. die erwähnte Imprägnation mit Hämatit!

<sup>3)</sup> Vgl. Aufnahmsbericht, Verhandlungen 1930, S. 37.

darf; und daß man dies darf, ergibt sich aus der Überlegung, daß eine Vererzung der fertigen Breccie doch zuerst deren kalkiges Bindemittel ergriffen haben würde und nicht die eingebetteten Silikatbrocken. Da dies doch wohl nur ein Teilvorgang der viel allgemeineren gleichartigen Vererzung ist, welche die ganze Grauwackenzone weithin betroffen hat, ergibt sich von hier aus vielleicht eine Möglichkeit, die (bekanntlich sehr umstrittene) Frage nach dem Alter jener Erscheinung zu entscheiden. Das sei hier nur angedeutet und hinzugefügt, daß bei Annahme eines jungpaläozoischen Alters der Vererzung, wie dies die hier mitgeteilten Tatsachen wahrscheinlich machen,<sup>1)</sup> auch die Annahme späterer, sekundärer Wanderungen des Erzes unausweichlich ist; dies zeigt schon sein nicht seltenes Übergreifen auf die Werfener Schichten. Eine andere damit zusammenhängende Frage ist die, ob man den Gabbro geradezu als Erzbringer ansprechen darf. Sie zu bejahen verbietet wohl die berührte weite Ausdehnung gleichartiger Vererzungsvorgänge vom Brenner<sup>2)</sup> bis nach Ungarn, der gegenüber unser Gabbro räumlich betrachtet doch ganz verschwindet. Aber ein genetischer Zusammenhang ist immerhin möglich in dem Sinne, daß das Magma, auf dessen Exhalationen die Vererzung zurückgeht, eben in unserem Vorkommen höher aufgedrungen wäre als in anderen Gegenden, wo es der direkten Beobachtung nicht zugänglich geworden ist.

Die anderen Veränderungen, welche der Gabbro noch erlitten hat: die Epidotisierung des Feldspats — und damit wohl zusammenhängend die Entstehung der Epidotdrusen — sowie die Umbildung der primären braunen Hornblende zu Strahlstein lassen sich auf zweierlei Art geologisch einordnen. Man kann darin einmal einen mit der Intrusion selbst zusammenhängenden, posthunen Vorgang sehen; besonders nahegelegt wird dies durch das Auftreten jenes Unakits, der den gleichen Mineralbestand primär enthält, wie er sich im Gabbro als Ergebnis der Umwandlung einstellt. Auch an einen Zusammenhang mit der Vererzung läßt sich dabei denken; es ist ja vielfach bekannt, daß sich Erzzufuhr mit mannigfaltigen Umwandlungen von Silikaten verknüpft.<sup>3)</sup> Man kann anderseits aber auch eine Metamorphose oberster Tiefenstufe darin erblicken, gleichzuordnen mit der auf die Werfener Schichten übergreifenden Serizitierung<sup>4)</sup> und wie diese zusammenhängend mit den

<sup>1)</sup> Um nicht mißverstanden zu werden: ich kenne sehr genau die Schwierigkeiten, die der Annahme eines vortriadischen Alters der Eisenerze in der Grauwackenzone entgegenstehen, die ja eben erst wieder von Redlich und Preclik auseinandergesetzt wurden (Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 80, 1930, S. 248 ff.). Es ist auch gar nicht meine Absicht, den oben mitgeteilten, bisher vereinzelt dastehenden Beobachtungen eine übertriebene Wichtigkeit beizumessen; immerhin sind sie zu beachten als ein Moment, das sich in die Auffassung von der Jugendlichkeit der Erzmassen nicht einfügen läßt. Ebenso sehr widersprechen sie indessen auch der Annahme einer syngenetischen Entstehung der Siderite in der Grauwackenzone. Näher auf diese Fragen einzugehen ist hier nicht der Ort.

<sup>2)</sup> R. Schwinner, Das Paläozoikum am Brenner. Vergleiche und Wertungen, Zentralblatt für Mineralogie, 1925, Abt. B.

<sup>3)</sup> Auch die „Vergrünung“, d. h. die Durchtränkung mit Chlorit in manchen Porphyroiden der Blasseneckersee wird von Angel (Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 68, 1918, S. 50 ff.) mit Vererzungsvorgängen in Zusammenhang gebracht.

<sup>4)</sup> Aufnahmebericht, Verhandlungen 1930, S. 37.

alpidischen Gebirgsbewegungen. Die Mineralfazies stünde damit vollkommen in Einklang und die mangelnde Durchbewegung nicht in Widerspruch, da wir ja vielfach nichtdurchbewegte metamorphe Gesteine kennen mit dem gleichen Mineralbestand, wie er auch stark durchbewegten eigen ist (vgl. oben); natürlich können wir dann nicht in der Durchbewegung den Hauptfaktor der Ummineralisierung erblicken, sondern nur in entsprechenden Verschiebungen der Temperatur-Druck-Bedingungen, verbunden mit der — wenn auch minimalen — Zirkulation von Lösungen: Faktoren, die gerade bei einem so leicht umzuwandelnden Gestein, wie es ein Gabbro ist, von besonders weitgehender Wirkung sein werden.

Welche von diesen Annahmen vorzuziehen ist, wird die Zukunft lehren müssen. Jedoch findet die zweite vielleicht eine wichtige Stütze in einem weiteren Vorkommen, das hier noch kurz besprochen sei: Herr Dr. M. Glaessner fand in der Nähe des Orthofs (Semmering) lose Stücke eines gabbroiden Gesteins,<sup>1)</sup> dessen Anstehendes zwar nicht bekannt, das aber schwerlich aus größerer Entfernung verschleppt ist. Es befindet sich in der Nähe der Überschiebung des Karbonzuges über die Semmeringserie, also fast an der Basis der ganzen Grauwackenzone.

Makroskopisch zeigt dies wiederum ganz massige Gestein insofern eine Abweichung von dem an der Rotsohlschneid herrschenden Typus, als ihm die deutliche ophitische Struktur des letzteren abgeht; statt dessen liegen schwarzgrüne Hornblendesäulen mehr oder minder isoliert, wenn auch dichtgedrängt, in einer lichtgrünlichgrauen, stellenweise auch durch gelbgrüne Farbe bereits die Anwesenheit von Epidot verratenden Zwischenmasse. — Die Untersuchung im Dünnschliff bestätigt diesen Eindruck: die Hornblende ist z. T. vollkommen idiomorph, zeigt mitunter sogar ausgebildete Endflächen. Im übrigen aber gleicht sie durchaus der sekundären Hornblende von der Rotsohlschneid:  $b = c$  blaßgrünlich,  $a$  fast farblos;  $c : c = 13^\circ$  (nicht ganz genau meßbar!); gelegentlich findet sich ein „schilfiges“ Fortwuchern über die Kristallenden hinaus. Reste der primären Hornblende wie dort fehlen hier ganz. Eine dort nicht vorkommende Erscheinung dagegen sind schmale braune Säume an den Rändern oder den Spaltrissen folgende Adern sowie auch unregelmäßig verteilte Flecken von gleicher Farbe, die sich bei genauer Betrachtung als ein Umwandlungsprodukt zu erkennen geben. Es zeigt sehr feinblättrige Beschaffenheit, ohne gesetzmäßige Orientierung zur Hornblende — in jenen Adern liegen die Blättchen z. B. mit Vorliebe quer —;  $a'$  lichtbraun,  $c'$  tiefbraungrün bis olivbraun; Interferenzfarben dritter Ordnung; auf der Oberfläche der Blättchen Austritt der Achse bzw. sehr kleinen Achsenwinkel (das ist nicht sicher zu entscheiden) mit negativem Charakter. Das sind Eigenschaften, die mit größter Wahrscheinlichkeit auf Biotit deuten. — Der ehemalige Plagioklas ist vollkommen zerfallen in Albit (Auslöschung in etwas schiefen Schnitten  $\perp a$   $78^\circ$ ,  $\perp c$   $24^\circ$ ) und Epidot mit vielfach lebhaft gelbgrüner Farbe in fleckiger Verteilung — also beträchtlichem Eisen-

1) Für die Überlassung eines Handstücks sei Herrn Dr. M. Glaessner auch an dieser Stelle bestens gedankt.

gehalt; er bildet kleinere und größere rundliche Körner und pflasterartige Aggregate, deren Anordnung oft kaum mehr Beziehungen zu den Feldspaten zeigt, aus denen sie hervorgegangen. — An Nebengemengteilen sind einzelne Haufwerke von Titanit und ziemlich seltene Magnetitkörnchen zu erwähnen. — Das Gestein zeigt Spuren von Durchbewegung: Verbiegungen und Bruchzonen an Albit und Hornblende — an letzterer vollkommen kristallin ausgeheilt; auch Schiefstellung der schligigen Hornblendefortwachsungen deutet auf Scherungen. Eine stärkere Beeinflussung des Gefüges ist aber nicht erfolgt: seine ursprüngliche Richtungslosigkeit ist vollkommen erhalten geblieben.

Was dies Gestein für den Vergleich mit dem Gabbro der Rotschneid wichtig macht, ist der Umstand, daß seine Umwandlung den dort beschrittenen Bahnen folgt, jedoch noch weiter gegangen ist: beim Feldspat durch die weitgehende Loslösung des umgebildeten Epidots aus dem Verband des Muttermaterials, bei der Hornblende durch das gänzliche Verschwinden des primären Minerals und das Neuauftreten von (wahrscheinlich) Biotit als Umwandlungsprodukt. Vergewärtigt man sich, daß das Gestein vom Orthof nicht nur vermöge der Nähe einer großen alpinen Schubfläche mehr mitgemacht hat (wie auch am Schlift zu sehen), sondern auch tiefer im alpinen Bau steckt (Untergrenze der Grauwackenserie gegenüber der Obergrenze an der Rotschneid), so wird diese weitergehende Umwandlung ganz gut begreiflich — vorausgesetzt eben, daß es sich um eine Erscheinung handelt, die mit der alpinen Gebirgsbildung in Zusammenhang steht.

## Anhang.

**Ing. Karl Fabich.** Kurzer Bericht über die angewandten Methoden bei der chemischen Analyse auf Seite 155. (Gabbro vom Sattel südlich Rotschneid.)

Für die Hauptmenge diente Natriumkarbonat als Aufschließungsmittel. Die vollständige Abscheidung der Kieselsäure erfolgte durch doppeltes Eindampfen zur Trockene (nach Hillebrand) und doppelte Filtration. Nach völliger Entwässerung durch Glühen über dem Gebläse wurde die Reinigung mit Schwefelsäure und Flußsäure vorgenommen. Der verbliebene Rückstand kam von der ersten Wägung in Abzug und wurde mit dem aus dem Filtrat von der Kieselsäure durch zweimalige Fällung mit Ammoniak erhaltenen Niederschlag von Eisen-Aluminiumhydroxyd usw. vereinigt. Aus den beiden Filtraten wurde durch Konzentrieren und Fällung mit 1 bis 2 Tropfen Ammoniak noch eine geringe Menge von Aluminiumhydroxyd gewonnen und der Hauptmenge zugegeben.

Dieser Niederschlag wurde nach der Wägung mit einem Gemenge von Kalium- und Natriumpyrosulfat aufgeschlossen und mit Schwefelsäure und Wasser in Lösung gebracht und darin das Mangan nach einem Verfahren von Dr. Hackl kolorimetrisch, das Titan ebenfalls kolorimetrisch (nach Weller) und das Gesamteisen durch Titration mit Kaliumpermanganatlösung nach dem Reduzieren mit Schwefelwasserstoff bestimmt.

Im Filtrat nach der Eisen-Aluminium usw. Abscheidung wurde durch doppelte Fällung mit Ammoniumoxalat das Kalzium und im nun

erhaltenen Filtrat durch wieder zweimalige Fällung mit Ammoniumnatriumphosphat das Magnesium erhalten.

Die Ferroeisenbestimmung erfolgte durch Aufschließung mit Schwefelsäure und Flußsäure (nach Washington) und Titration mit Kaliumpermanganatlösung.

Die Bestimmung der Phosphorsäure wurde ausgeführt durch Aufschließung der Probe mit Salpetersäure und Flußsäure (nach Washington) und Fällung mit Ammoniummolybdat (nach Woy).

Zur Ermittlung des Gehaltes an Schwefel erfolgte Aufschließung mit Natriumkarbonat und Salpeter und im wässerigen, mit Salzsäure angesäuerten Auszug die Fällung mit Bariumchlorid.

Für die Alkalienbestimmung wurde nach L. Smith ein Aufschluß mit Kalziumkarbonat und Ammoniumchlorid im Platinfingertiegel vorgenommen.

Die Gesamtwassermenge wurde ermittelt durch Ausglühen der Probe und Auffangen des Wassers im Chlorkalziumrohr. Das hygroskopische Wasser wurde durch zweistündiges Trocknen im Trockenschrank bei 105° C im Wägegläschen bestimmt.

Das Kohlendioxyd wurde mit Salzsäure ausgetrieben und im Natronkalkrohr aufgefangen und gewogen.

Die Werte der Hauptbestandteile wurden durch Wiederholung der Analyse überprüft und in guter Übereinstimmung gefunden.

**Franz Heritsch.** Karbon in der Dult bei Gratwein (Palaeozoikum von Graz).

Anläßlich der Versuche, die Stratigraphie des Palaeozoikums von Graz zu reformieren, habe ich die Möglichkeit bedacht, daß gewisse Ablagerungen dem Karbon angehören könnten.<sup>1)</sup> Dadurch bin ich auf gewisse Gedankengänge zurückgegangen, welche im Jahre 1890 zuerst von Vacek ausgesprochen worden sind. Die Vertretung von Karbon in der Hochlantschgruppe wurde bereits 1928 in den Bereich einer größeren Wahrscheinlichkeit gerückt, ohne daß Versteinerungen zu einem Beweis zur Verfügung standen.<sup>2)</sup> Im nächsten Jahre hat E. Clar festgestellt, daß gewisse Tonschiefer zwischen der Rannach und der Mur in übergreifender Lagerung über verschiedenen Kalken des Devons liegen und hat, ohne einen fossilen Beleg, die Meinung ausgesprochen, daß es sich um Oberkarbon handeln könne.<sup>3)</sup>

Anläßlich einer vor wenigen Tagen stattgehabten Exkursion wurden in den fraglichen Tonschiefern des Dultgrabens bei Gratwein (Blatt Graz der Spezialkarte) Versteinerungen gefunden.

Der erste Fundpunkt liegt in dem Hohlweg, der ganz knapp westlich vom Punkt 433 der Karte 1:25.000 durch den Wald aufsteigt und gegen das Gehöft Punkt 514 führt. Dort stehen in einem ziemlich guten Aufschluß schwarze, ebenflächige Tonschiefer, welche den allgemeinen Habitus von Dachschiefern haben, an. In den schwarzen Schieferen wurden gefunden:

Brachiopode? Ein Abdruck, der vielleicht auf einen Brachiopoden zu beziehen ist.

1) Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1927, Seite 227.

2) Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, Band 65, 1928.

3) Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1929, Seite 194.