

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz

Ein Dazit aus der Tiefbohrung von Mitterlabill östlich von Wildon, Steiermark

Von Haymo Heritsch.

Eingelangt am 11. März 1966.

Inhalt: Von einem Dazit, der in der Tiefbohrung von Mitterlabill unter 1400 m erbohrt wurde, werden Ergebnisse von optischen, röntgenographischen und chemischen Untersuchungen mitgeteilt. Das Gestein ist mit einem im Raume Mureck erbohrten Dazit sowie mit Daziten des Bachern, Pohorje, vergleichbar.

Über die geologische Situation der Tiefbohrung des Jahres 1964 der Rohöl-A. G. in Mitterlabill, einer Ortschaft etwa 10 km östlich von Wildon, orientiert eine Arbeit von K. KOLLMANN (1964). Danach ist in einer Tiefe von 374—927 m mehrfach ein Quarzlatit angetroffen worden. Über dieses Gestein liegt ein Vorbericht von H. HERITSCH (1964) und eine ausführliche Bearbeitung von H. HERITSCH, J. BORSCHUTZKY und H. SCHUCHLENZ (1965) vor.

In größerer Tiefe, nämlich zwischen 1400 und 1470 m bzw. zwischen 1565 und 1620 m, K. KOLLMANN (1964), wurde ein weiterer Vulkanit angefahren, der auch schon im erwähnten Vorbericht, H. HERITSCH (1964) und in einer weiteren kurzen Notiz, H. HERITSCH (1965a) behandelt wurde und nun im folgenden eingehend petrographisch dargestellt werden soll. Eine Reihe von Dünnschliffen und Diffraktometeraufnahmen lassen das Gestein als recht einheitlich erkennen. Als typisch wurde eine Probe aus dem obersten Teil der Vulkanitmasse u. zw. aus einer Tiefe von 1428 m entnommen.

Handstückbeschreibung.

Das Gestein ist fest und macht einen fleckigen Eindruck: porzellanweiße Plagioklaseinsprenglinge mit Korndurchmesser bis zu 5 mm, graugrüne Einsprenglinge von nun umgewandeltem Biotit mit einem eigenartigen Glanz und mit einer Korngröße bis zu $3 \times 3 \times 2$ mm und farblose, glasig glänzende, korrodierte Einsprenglinge von Quarz mit Korndurchmesser bis zu 5 mm schwimmen in einer grauen Grundmasse, very light gray N 8 bis light gray N 7 ROCK-COLOR-CHART 1951.

Die Mineralien des Gesteins.

Die Struktur des Gesteins ist porphyrisch, eine Fließtextur ist nicht zu beobachten.

Einsprenglinge: Der Plagioklas ist sekundär stark umgewandelt, jedoch lassen sich einige ursprüngliche Merkmale im Mikroskop noch erkennen. Die plattigen idiomorphen Kristalle erreichen Korngrößen von $0,4 \times 0,4 \times 1,2$ mm bis $1,2 \times 1,2 \times 2,8$ mm, in komplizierten Zwillingen und Kristallstöcken auch Größen bis zu 3×5 mm. Daneben gibt es, ohne kontinuierlichen Übergang, noch kleine Kristalle mit etwa $0,1 \times 0,1 \times 0,3$ mm.

Die erhaltene Plagioklasssubstanz ist durchwegs sauer und nach der Auslöschungsschiefe und nach dem Brechungsquotienten als Albit mit etwa 0—5 %

An bestimmt. Als Zersetzungsprodukte sind in Dünnschliffen Karbonate und ein schwach doppelbrechendes feinblättriges Mineral zu erkennen. Es ist möglich, von Hand aus die Plagioklase zu isolieren. Diffraktometeraufnahmen dieses Materiales zeigen die Anwesenheit von drei verschiedenen Karbonaten, nämlich von Kalkspat, von einem Glied der Dolomit-Ankerit-Reihe mit $d_{(10.4)} = 2,89_3 \text{ \AA}$, entsprechend etwa 75 % $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. wenn man z. B. aus den Werten bei D. L. GRAF (1961) interpoliert und zum Vergleich noch R. A. HOWIE und F. M. BROADHURST (1958) heranzieht und einem Glied der Magnesit-Siderit-Reihe mit einem $d_{(10.4)} = 2,77_0 \text{ \AA}$, entsprechend etwa 40 % MgCO_3 und 60 % FeCO_3 , vgl. hiezu außerdem noch P. E. ROSENBERG (1963). Ähnliche Karbonate wurden auch in den sekundären Veränderungen des Quarzlatites in höheren Horizonten dieser Bohrung und ferner in dem Latit der Bohrung Walkersdorf angetroffen, H. HERITSCH, J. BORSCHUTZKY und H. SCHUCHLENZ (1965).

Ferner zeigen die Diffraktometeraufnahmen der Plagioklaseinsprenglinge sehr deutlich Kaolinit. Die Plagioklasssubstanz ergibt für einen Gehalt von 0 bis 5 % An einen I. I. von 60—70, D. B. SLEMMONS (1962). Das ist ein höherer Ordnungsgrad, als er für den Plagioklas eines Trachyandesites der Klause von Gleichenberg, H. HERITSCH (1965b) gefunden wurde; jedoch wiederum ein nicht wesentlich höherer Ordnungsgrad als an Plagioklasen des Trachyandesites von der Bohrung Paldau, H. HERITSCH (1966).

Ganz selten bleiben von den eben geschilderten starken sekundären Veränderungen einige Teile von Plagioklasen verschont; diese Teile enthalten dann reliktsch unveränderte oder auch wenig veränderte Plagioklasssubstanz. So konnte z. B. in einer Tiefe von 1570 m Andesin mit 30 bis 35 % An nach der Auslöschungsschiefe und nach dem Brechungsquotienten bestimmt werden. Auch solche Plagioklase sind jedoch außerhalb der reliktschen Stellen stark sekundär verändert. Andeutungen einer zonaren Ausbildung der Plagioklase sind gelegentlich zu beobachten.

Der Biotit ist in sechsseitigen Tafeln idiomorph ausgebildet und ebenfalls sehr stark sekundär beeinflusst. Am häufigsten treten flache Tafeln mit Abmessungen von $0,8 \times 0,8 \times 0,4 \text{ mm}$ bis $3 \times 3 \times 2 \text{ mm}$ auf, aber auch dicke Tafeln mit etwa $1,5 \times 1,5 \times 1,5 \text{ mm}$ und Individuen, die höher als breit sind, kommen vor, etwa $0,4 \times 0,4 \times 0,6 \text{ mm}$.

Die Biotitsubstanz mit $n_\alpha =$ hellgelb und $n_\beta, n_\gamma =$ sehr dunkelbraun ist nur mehr in Resten vorhanden, die Hauptmasse ist unter Beibehaltung der Form bis zur Farblosigkeit ausgebleicht. Dabei nimmt, wie bekannt, die Licht- und Doppelbrechung ab; hier ist n_β, n_γ etwa 1,58. Das fast einachsige Achsenbild bleibt, auch in seiner Lage, erhalten, läßt aber an den isochromatischen Ringen die niedrige Doppelbrechung erkennen. Größere Partien der ehemaligen Biotitblättchen sind durch Karbonat ersetzt.

Diffraktometeraufnahmen von ausgesuchten „Biotit“-Einsprenglingen zeigen ein breites diffuses Maximum mit der größten Höhe bei etwa 10 \AA , darauf aufgesetzt erscheint ein scharfer Peak mit $d = 10,0_4 \text{ \AA}$, der wohl vom unveränderten oder wenig veränderten Biotit her stammt. Das breite Maximum deutet auf Bildung von Hydrobiotit und beginnende Umwandlung in Vermiculit hin, vgl. z. B. G. F. WALKER (1951).

Die optisch sichtbaren Karbonate in den umgewandelten Biotiteinsprenglingen erweisen sich röntgenographisch bestimmt als eisenhaltiger Dolomit mit etwa 80 % $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, $d_{(10.4)} = 2,89_1 \text{ \AA}$ und als ein Glied der Magnesit-Siderit-Reihe mit etwa 40 % MgCO_3 , d. h. $d_{(10.4)} = 2,76_8 \text{ \AA}$. Das entspricht

den Karbonaten, die als Umwandlungsprodukt der Plagioklase gebildet worden sind. Kalkspat wurde allerdings in den untersuchten Umwandlungsprodukten des Biotites nicht gefunden. In den Relikten nach Biotit bleiben auch Erze, häufig sagenitartig angeordnet und dickstengelig Apatit erhalten; ebenso sind Reste von opazitischen Rändern zu erkennen.

Abgesehen von den stark umgewandelten Biotiteinsprenglingen, die eben noch als ehemaliger Biotit durch Relikte zu erkennen sind, gibt es Formrelikte, die gänzlich aus Karbonat bestehen. Vielleicht sind auch diese aus Biotit hervorgegangen, es ist aber möglich, daß sie Formrelikte nach einem anderen Mineral sind; einzelne Kornumrisse und Ränder, die als Reste von opazitischen Rändern aufgefaßt werden können, lassen vielleicht an Hornblende denken. Zum Vergleich könnten dann die Biotit-Hornblende-Dazite vom Bachiern, Pohorje, besonders von Vrhnik herangezogen werden, L. DOLAR-MANTUANI (1938). Die Größen der Schnitte liegen zwischen $0,1 \times 0,3$ mm und $0,4 \times 1,6$ mm; auch extrem lange Schnitte mit $0,2 \times 2,5$ mm kommen vor.

Quarz ist als typischer korrodierter und gelegentlich auch zerbrochener Porphyroquarz entwickelt. Die meisten der gerundeten Körner haben einen Korndurchmesser von 1 bis 5 mm.

Grundmasse: In der sehr feinkörnigen Grundmasse mit Korngrößen um $0,03 \times 0,03$ mm sind Plagioklas, manchmal in Leisten mit $0,03 \times 0,1$ mm entwickelt, und Quarz zu erkennen. Der Plagioklas ist nach der Lichtbrechung ebenfalls sauer, eine Bestimmung nach der Auslöschungsschiefe gelang wegen der kleinen Korngröße nicht. Sanidin konnte nicht gefunden werden, die Diffraktometeraufnahme des gesamten Gesteines zeigte ebenfalls keinen Sanidin. Ferner ist in der Grundmasse fleckig Karbonat verteilt, und Schuppen von Glimmer-Mineralien sind häufig zu erkennen.

An Accessorien sind Magnetit und Apatit zu bestimmen.

In Diffraktometeraufnahmen des gesamten Gesteines erscheinen folgende Mineralien: Plagioklas, Quarz, Biotit, Kaolinit, Kalkspat, Dolomit und ein Glied der Reihe Siderit-Magnesit.

Der in den Diffraktometeraufnahmen des gesamten Gesteines beobachtbare intermediacy index kommt natürlich aus der Überlagerung der Wirkung der Einsprenglings- und der Grundmasse-Plagioklase zustande.

Da aber vom Plagioklas angenommen werden kann, daß es sich in den Einsprenglingen und in der Grundmasse, durch die starke sekundäre Veränderung bewirkt, um einen Albit mit 0—5 % An handelt, ist die Messung der charakteristischen Winkeldifferenzen mit I. I. ist 60—70 zu deuten; D. B. SLEMMONS (1962).

Der Biotit erscheint in den Diffraktometeraufnahmen entsprechend dem wechselnd starken Umwandlungsgrad in verschiedener Stärke und kann sogar ganz fehlen. Kaolinit ist hingegen in allen Aufnahmen gut ausgeprägt. Von den Karbonaten sind Dolomit und Magnesit-Siderit stärker nachweisbar als Kalkspat, der ganz fehlen kann. Auch im Gesamtgestein können im Karbonat der Siderit-Magnesit-Reihe mit $d(10.4) = 2,770 \text{ \AA}$ etwa 40 % MgCO_3 ausgewiesen werden, ebenso ist der Dolomit eisenhaltig mit etwa 75 % $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ bei $d(10.4) = 2,893 \text{ \AA}$.

Chemische Analyse.

Die chemische Analyse verdanke ich Herrn Univ.-Prof. Dr. E. SCHROLL bzw. Frau Dr. I. JANDA, Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Wien. Die Resultate sind nach der üblichen Methode der Silikatanalyse gewonnen,

TiO₂ ist spektralphotometrisch, Na₂O und K₂O sind flammenphotometrisch, H₂O+ ist als Glühverlust bestimmt. Die Resultate und die Berechnung der Projektionswerte nach Niggli sind in der Tabelle 1 ausgewiesen.

Tabelle 1

Chemische Analyse und Niggli'sche Projektionswerte des Dazitess aus der Tiefbohrung Mitterlabill, Tiefe 1428 m.

Analytiker I. JANDA		Projektionswerte nach NIGGLI	
SiO ₂	59,29	al	36,5
TiO ₂	0,72	fm	27
Al ₂ O ₃	14,83	c	17,5
Fe ₂ O ₃	0,95	alk	19
FeO	2,92	si	248
MnO	0,10	k	0,36
MgO	2,15	mg	0,49
CaO	3,84	qz	+72
Na ₂ O	3,00		
K ₂ O	2,60		
P ₂ O ₅	0,21		
H ₂ O+	3,23		
H ₂ O—	0,49		
CO ₂	5,60		
	<u>99,93</u>		

d = 2,62 g . cm⁻³

Unter der Voraussetzung, daß bei den beobachteten sekundären Veränderungen der Gesamtchemismus im wesentlichen erhalten geblieben ist, daß also nicht Stoffwanderungen großen Ausmaßes stattgefunden haben, kann aus den Niggli'schen Projektionswerten eine Zuordnung zu einem Magmentyp gemacht werden. Dabei zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung mit dem Dazit von Kis-Sebes, Nr. 148 bei W. E. TRÖGER (1935) bzw. zu den Magmentypen granodioritisch bis quarzdioritisch bei C. BURRI (1959), vgl. Tabelle 2. Nur der Projektionswert si ist gegenüber dem entsprechenden Wert des Dazitess von Kis-Sebes etwas kleiner.

Tabelle 2

Vergleich der Projektionswerte des Dazitess aus der Tiefbohrung Mitterlabill, Tiefe 1428 m, mit dem Dazit von Kis-Sebes bei W. E. TRÖGER (1935), mit Magmentypen nach C. BURRI (1959) und mit einem Dazit aus dem Bachern, Pohorje, L. DOLAR-MANTUANI (1938).

	si	al	fm	c	alk	k	mg
Dazit, Mitterlabill	248	36,5	27	17,5	19	0,36	0,49
Dazit,							
nach W. E. TRÖGER Nr. 148	280	35,5	29	16	19	0,35	0,44
granodioritisch	280	39	22	17	22	0,45	0,4
quarzdioritisch	225	32	31	19	18	0,25	0,45
opdalitisch	225	32	32	18	18	0,45	0,45
Dazit, Bachern, Pohorje	257	37,5	23	17	22,5	0,28	0,52

Zur Berechnung des modalen Mineralbestandes ist folgender Weg beschritten worden: Nach Bildung der Erze wurde alles Na₂O auf Albit verrechnet, K₂O verteilt sich auf etwas Kalifeldspat, Muskovit (Serizit) und Biotit, als Kar-

bonate werden von CO_2 aus Kalzit, reiner Dolomit und ein Glied der Reihe Siderit-Magnesit mit 50 % FeCO_3 also Mesitinspat gebildet. Als Rest verbleiben dann Kaolinit und Quarz. Zum Vergleich mit dem beobachteten integrierten Mineralbestand müssen natürlich einige der berechneten Mineralien entsprechend der mikroskopischen Beobachtung zusammengefaßt werden: Die Einsprenglinge aus umgewandeltem Biotit enthalten Biotit, Mesitinspat und Dolomit; die Plagioklaseinsprenglinge Albit mit etwa 6 % An, Kaolinit, Dolomit, Mesitinspat und Kalzit; die Formrelikte sind von Kalzit, Dolomit und Mesitinspat erfüllt. In die Grundmasse wird neben Plagioklas und etwas Kalifeldspat der Rest gerechnet, nachdem die geringe Menge Quarz für Quarzeinsprenglinge und die Erze und Apatit abgerechnet wurden. Die Übereinstimmung des beobachteten und des berechneten Mineralbestandes ist sehr gut, die Werte sind in Tabelle 3 ausgewiesen. Der Dazit von Kis-Sebes ist ebenfalls sehr gut vergleichbar.

Tabelle 3

Dazit aus der Tiefbohrung Mitterlabill, Tiefe 1428 m, Vergleich des aus den chemischen Analysen berechneten Mineralbestandes mit dem durch Integration gewonnenen Mineralbestand und mit dem Mineralbestand des Dazites von Kis-Sebes, Nr. 148 bei W. E. TRÖGER (1935).

		Dazit, Mitterlabill		Dazit, Kis-Sebes		
		Mineralbestand berechnet in Vol.-%	Mineralbestand beobachtet in Vol.-%	Mineralbestand in Vol.-%		
Einsprenglinge	Biotit	4,3	6,7	8	Einspr. Biotit	5
	Mesitinsp.	0,8				
	Dolomit	1,6				
Einsprenglinge	Plagiokl.	10,9	22,0	22	Einspr. Plagiokl.	30
	Kaolinit	7,4				
	Dolomit	1,4				
	Mesitinsp.	0,8				
	Kalzit	1,5				
Einsprenglinge	Quarz	3,0	3,0	3	Einspr. Quarz	5
Formrelikte	Mesitinsp.	1,5	4,0	5	Chloritpseudo- morphosen	8
	Dolomit	1,5				
	Kalzit	1,0				
Grundmasse	Plagiokl.	18,1	62,6	60	Grundmasse: Plagiokl. 16 Kalifeld. 9 Quarz 25	50
	Kalifeld.	7,5				
	Quarz	24,9				
	Serizit	7,7				
	Mesitinsp.	0,4				
	Dolomit	0,5				
	Kalzit	0,5				
	Kaolinit	3,0				
Access.	Apatit	0,4	1,7	2	Access.	2
	Ilmenit	0,8				
	Hämatit	0,5				
		100,0	100			100

A. HAUSER und J. KAPOUNEK (1953) haben einen Dazit aus Bohrungen im Raume Mureck-Retznei beschrieben. Die von diesen Autoren für dieses Gestein gegebene makroskopische und mikroskopische Beschreibung läßt durchaus eine enge Verwandtschaft mit dem Dazit aus der Bohrung Mitterlabill erkennen, vgl. H. HERITSCH (1964, 1965a).

Es handelt sich bei dem Dazit von Mureck um einen sekundär weniger beeinflussten Typ, als bei dem Dazit von Mitterlabill. Die Plagioklase des Dazites von Mureck zeigen noch meßbar die ursprüngliche Zonarität mit Kern 42 bis 46 % An und Schale 30 bis 38 % An und in nicht zonaren Plagioklasen einen Gehalt von 42 % An, während im Dazit von Mitterlabill die Plagioklase — mit wenigen Ausnahmen — sekundär in Albit umgewandelt wurden.

Die bei A. HAUSER und J. KAPOUNEK (1953) gegebene chemische Analyse des Dazites von Mureck stimmt mit der in der vorliegenden Arbeit ausgewiesenen chemischen Analyse des Dazites von Mitterlabill nicht gut überein. Jedoch kann zum Vergleich sehr wohl eine Analyse von vergleichbaren Daziten aus dem Bachern, Pohorje, etwa der von Vrhnik, L. DOLAR-MANTUANI (1938) herangezogen werden.

ZUSAMMENFASSUNG.

Der in der Tiefbohrung Mitterlabill im Jahre 1964 von der Rohöl-A. G. in Tiefen von 1400 bis 1470 m und 1565 bis 1620 m erbohrte Vulkanit ist ein sekundär veränderter Dazit. Der ursprüngliche Dazit hatte Einsprenglinge: von Biotit mit oft sagenitartig eingelagerten, Erznädelchen und Apatit als Einschlüssen und mit opazitischen Rändern, von zonarem Plagioklas mit einem Gehalt von mindestens 35 % An, oft reich verzwillingt und in Kristallstöcken und von korrodierten teilweise zerbrochenen Porphyrquarzen. Möglicherweise waren auch Einsprenglinge von Hornblende vorhanden. Die Grundmasse bestand aus einem sehr feinkörnigen Gemenge von Quarz und Plagioklas.

Ein geringer Anteil von Kalifeldspat hat wahrscheinlich nicht zu eigenen Sanidinkristallen, sondern höchstens zu Säumen um die Feldspatkristalle geführt, oder war überhaupt der übrigen Feldspatsubstanz beigemischt.

Eine sekundäre Beeinflussung hydrothermaler Art führte zu folgender Veränderung: Die Biotiteinsprenglinge wurden teilweise zu sogenanntem Hydrobiotit umgewandelt, teilweise wurde die Biotitsubstanz durch Dolomit und Mesitinspat ersetzt. Die Feldspatsubstanz wurde bis zu Albit entkalkt, gleichzeitig wurde der Feldspat einerseits durch Kaolinit, andererseits durch Kalkspat, Dolomit und Mesitinspat verdrängt. Vielleicht vorhandene Einsprenglinge von Hornblende wurden völlig durch Karbonatsubstanz abgebildet.

In der Grundmasse kam es zur Bildung von Kaolinit, Serizit und Karbonaten. Die sekundären Veränderungen sind durch Zufuhr von H₂O und CO₂ bedingt; Stoffwanderungen in größerem Ausmaß, wie etwa bei den Alunitisierungen des Gleichenberger Gebietes, haben nicht stattgefunden. Das unveränderte Gestein ist sowohl in den optischen wie auch chemischen Untersuchungen zu erkennen.

Der hier beschriebene Dazit der Bohrung Mitterlabill ist durchaus mit einem in der Gegend von Mureck erbohrten Dazit, A. HAUSER und J. KAPOUNEK (1953) und mit Daziten des Bachern, Pohorje, L. DOLAR-MANTUANI (1938) vergleichbar. Die Arbeiten werden fortgesetzt.

Herrn Prof. Dr. E. SCHROLL bzw. Frau Dr. I. JANDA danke ich für die Ausföhrung der chemischen Analyse.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dir. Dr. R. JANOSCHEK, der mir seit Jahren die bei den steirischen Tiefbohrungen anfallenden Vulkanite zur Bearbeitung überträgt, für das Untersuchungsmaterial.

Literatur:

- BURRI C. 1959. Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage. Basel und Stuttgart.
- DOLAR-MANTUANI L. 1938. Die Porphyrgesteine des westlichen Pohorje. Ann. Geol. Penins. Balkan., 15, 281.
- GRAF D. L. 1961. Crystallographic tables for the rhombohedral carbonates. Am. Min. 46, 1283.
- HAUSER A. und KAPOUNEK J. 1953. Das Vulkangebiet Mureck—Retznei (Stmk.). Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 83, 64.
- HERITSCH H. 1964. Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen an Vulkaniten aus den neuen Tiefbohrungen von Mitterlabill und Walkersdorf, Steiermark. Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. 409.
- 1965a. Mitteilung über den Fortschritt von Untersuchungen an Vulkaniten aus den Tiefbohrungen von Mitterlabill und Paldau, Steiermark. Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 316.
- 1965b. Kurzbericht über Untersuchungen von Ordnungszuständen an Feldspäten aus dem Bereich der östlichen Ostalpen. Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. 135.
- 1966. Ein Latit aus der Tiefbohrung von Paldau, westlich Feldbach, Steiermark. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 96.
- , BORSCHUTZKY J. und SCHUCHLENZ H. 1965. Zwei vulkanische Gesteine aus den Tiefbohrungen von Mitterlabill, östlich von Wildon, und von Walkersdorf, südlich von Ilz (Stmk.). Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 95, 104.
- HOWIE R. A. und BROADHURST F. M. 1958. X-ray data for dolomite and ankerite. Am. Min. 43, 1210.
- KOLLMANN K. 1964. Jungtertiär im Steirischen Becken. Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, 479.
- ROCK-COLOR CHART. 1951. Geol. Soc. of Am., New York.
- ROSENBERG P. E. 1963. Synthetic solid solutions in the systems $MgCO_3$ - $FeCO_3$ and $MnCO_3$ - $FeCO_3$. Am. Min. 48, 1396.
- SLEMMONS D. B. 1962. Observation on order-disorder relations of natural plagioclase. Norsk Geol. Tidsskrift 42/2, 533.
- TRÖGER W. E. 1935. Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. Berlin.
- WALKER G. F. 1951. Vermiculites and some related mixed-layer minerals. In G. W. Brindley, X-ray identification and crystal structures of clay minerals, London, 199.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. H. HERITSCH, Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz.