

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz.

Untersuchungen an dem vulkanischen Gestein der Bohrung Ponigl bei Weitendorf, südlich von Graz

Von HAYMO HERITSCH

Mit einer Abbildung und vier Tabellen im Text. Eingelangt am 28. 4. 1975.

Zusammenfassung

Optische, chemische und röntgenographische Untersuchungen der stark zersetzten Vulkanite aus der Bohrung Ponigl lassen aber immerhin noch das ursprüngliche Gestein als Latit erkennen. Der Vulkanit der Bohrung Ponigl entspricht weder ganz dem Gestein von Weitendorf, das auch geringere sekundäre Zersetzungen aufweist, noch dem Gestein der Bohrung Wundschuh, in dem Biotit als Einsprengling entwickelt ist. Die Zugehörigkeit des Magmentyps zur kalibetonten Magmenentwicklung des älteren, miozänen Vulkanismus des steirischen Vulkanbogens ist gegeben.

In der Bohrung Ponigl sind von der Tiefe 4,9 m bis zum Ende der Bohrung bei 50 m vulkanische Gesteine angefahren worden. Diese vulkanischen Gesteine sind teilweise als Blasenlava, teilweise als Eruptivbreccien entwickelt; einigermaßen kompakte Vulkanite sind selten und nur von untergeordneter Größe. Schon makroskopisch ist eine deutliche Zersetzung zu bemerken, so insbesondere daran, daß Blasenräume, deren Durchmesser meist in der Größenordnung von Millimetern und darunter liegt, durch Tonminerale ausgekleidet sind.

Darüber hinaus sind die Gesteine bis zu einer Tiefe von etwa 32 m infolge von Eisenhydroxiden (Limonit) hellbraun gefärbt, ROCK-COLOR-CHART (1951) grayish orange 10 YR 7/4 bis moderate yellowish brown 10 YR 5/4, d. h. bis zu dieser Tiefe sind eisenhaltige Mineralien durch Einwirkung sauerstoffhaltiger Wässer im Rahmen eines Verwitterungszyklus zersetzt worden.

Darunter sind die Gesteine grünlich-grau, ROCK-COLOR-CHART (1951) medium light gray N 6 bis greenish gray 5 G 6/1. In den chemischen Analysen kommen diese Verhältnisse im Oxydationswert des Eisens zum Ausdruck: Im braungefärbten Gestein bei 31,5 m überwiegt der Wert für Fe_2O_3 mit 10,32% ganz wesentlich den Wert für FeO mit 0,25%, Tab. 1. Auch der berechnete modale Mineralbestand, Tab. 2, zeigt dasselbe, wobei auch noch berücksichtigt werden muß, daß Nontronit eine grünliche Farbe hat.

Der Mineralbestand des vulkanischen Gesteines

Um den ursprünglichen Gesteinstypus zu erfassen, mußte natürlich der Versuch unternommen werden, ein möglichst wenig zersetztes Stück zu finden. Es zeigte sich aber in zahlreichen Dünnschliffuntersuchungen, daß auch die äußerlich anscheinend noch am besten erhaltenen Typen im Vergleich etwa zu dem Gestein von Weitendorf oder zu den Gesteinen des Gleichenberger Vulkangebietes sehr stark zersetzt sind, vgl. etwa FLÜGEL und HERITSCH (1968).

Die noch relativ am besten erhaltenen Stücke fanden sich in kleinen Knollen in der größten Tiefe der Bohrung bei 50 m. Von einem solchen Stück stammt auch die chemische Analyse Nr. 4 der Tabelle 1.

Die Struktur ist porphyrisch und Fluidaltextur ist in der Grundmasse angedeutet.

Einsprenglinge mit den Abmessungen $0,3 \times 0,3$ mm bis $0,3 \times 0,7$ mm sind nur mehr in ihren Umrissen zu erkennen (Formrelikte) und bestehen aus Karbonat und Tonmineralien. Nach Diffraktometeraufnahmen handelt es sich um Siderit und um ein Montmorinmineral. Es besteht also eine gewisse Parallele zu den Verhältnissen bei den Einsprenglingen des vulkanischen Gesteines, das bei Wundschuh erbohrt wurde, HERITSCH (1966c). Ob es sich bei den Einsprenglingen um Olivin gehandelt hat, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, es könnten auch Einsprenglinge von Klinopyroxen gewesen sein. Viele Umrisse deuten allerdings eher auf Olivin. Sollten wirklich Olivin und Klinopyroxen als Einsprenglinge entwickelt gewesen sein, so wäre das eine Parallele mit dem Shoshonit von Weitendorf, vgl. etwa FLÜGEL und HERITSCH (1968). Einsprenglinge von Biotit oder Formrelikte nach Biotiteinsprenglingen sind nicht zu beobachten, während aber Biotit im schon erwähnten Gestein von Wundschuh in charakteristischer Weise entwickelt ist, HERITSCH (1966c).

Die Grundmasse enthält nach M {010} plattenförmige Plagioklaskristalle mit den Abmessungen von $0,14 \times 0,35 \times 0,35$ mm bis $0,004 \times 0,02 \times 0,02$ mm, wobei sämtliche Übergänge auftreten. An größeren Kristallen ist

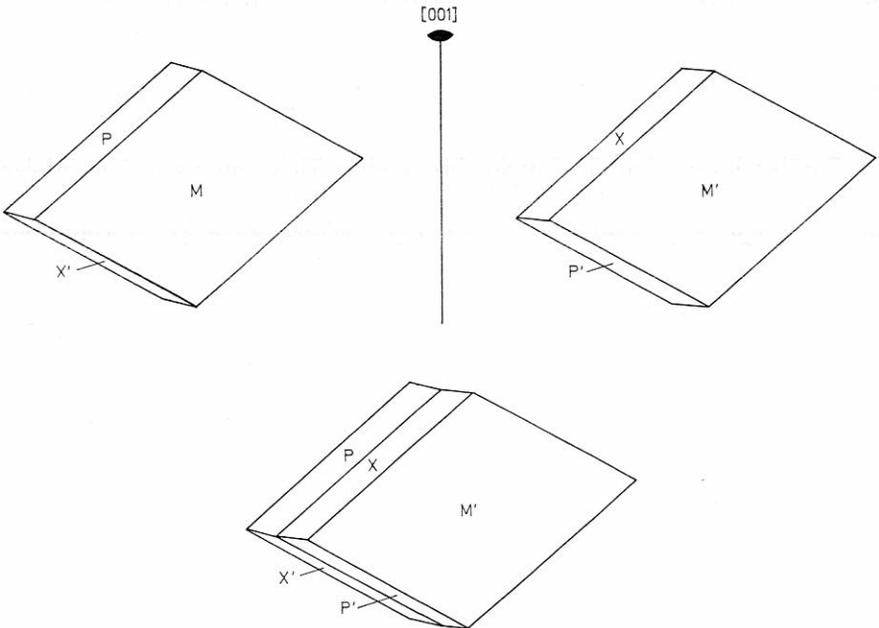


Abb. 1: Zwei nach M {010} plattenförmig und weiterhin durch P {001} und X {101} begrenzte Plagioklaskristalle sind nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingt und mit M verwachsen. Zwillinge dieser Art finden sich im Vulkanit der Bohrung Ponigl.

mit dem U-Tisch Verzwillingung nach den Gesetzen Albit, Karlsbad und Albit-Karlsbad mit Verwachsungsebene (010) bei Gehalten von An_{70} — An_{60} und bei leicht normaler Zonarität festzustellen. Es treten auch ganz charakteristische Ausbildungen bei Karlsbader-Verzwillingung auf; Abb. 1. Wie schon lange bekannt ist, macht die spezielle Metrik der Feldspäte solche Verwachsungen möglich, vgl. GOLDSCHMIDT (1916: Tafel 178, Fig. 166), KRENNER (1886). Die äußere Kristallgestalt wird von den Flächen M (010), P (100) und x ($1\bar{0}1$) beherrscht.

Ein eigenes Kalifeldspatmineral kann, so wie auch im Gestein von Weitendorf, optisch nicht gefunden werden, jedoch erscheint in den Diffraktometeraufnahmen Sanidin mit etwa Or_{73} , Bestimmung nach ORVILLE (1963). Wie im Gestein von Weitendorf, HERITSCH (1966c), ist also auch hier anzunehmen, daß Plagioklas einen Saum von Sanidin hat.

Die Plagioklaskristalle sind eingebettet in eine äußerst feinkörnige Masse, in der unter dem Mikroskop Flecken von Karbonat zu erkennen sind. Aus Diffraktometeraufnahmen folgt, daß es sich vorwiegend um Siderit handelt. Die übrige Masse besteht, ebenfalls nach Diffraktometeraufnahmen, aus schlecht kristallisierten Montmorinmineralien. Quarz erscheint auch in den Diffraktometeraufnahmen jener Gesteine nicht, in denen im modalen Mineralbestand selbständige SiO_2 -Mineralien errechnet werden. Dieses SiO_2 ist vielleicht als schlecht kristallisierter Cristobalit (Opal) vorhanden. Dies ist ebenfalls eine Parallele zu dem Gestein von Wundschuh, HERITSCH (1966c).

Die Poren und Blasenräume sind von einer sehr dünnen (etwa 0,06 mm) hellgrünlichgrauen (ROCK-COLOR-CHART, 1951, light greenish gray 5 GY 8/1) Kruste ausgekleidet. Durch vorsichtiges Abschaben gelang es, von solchen Krusten genügend Material für eine Debye-Scherrer-Aufnahme zu gewinnen. Neben einer Aufnahme des Originalmaterials (erste Spalte) ist auch eine mit Zusatz von Äthylenglykoll (letzte Spalte) gemacht worden. Die Kruste besteht mithin aus einem dioktaedrischen Montmorinmineral mit $d_{(060)} = 1,498 \text{ \AA}$ (vgl. etwa GRIM, 1968: 145) und Siderit. Die Quellung unter Einfluß von Äthylenglykoll entspricht durchaus der Erwartung, vgl. MAC EWAN (1961), Tab. 3.

In einer soeben durchgeführten Untersuchung an grünen Krusten auf Trachyandesit (Latit) der Gleichenberger Klause, HERITSCH (1975), konnte gezeigt werden, daß diese grünen Krusten aus Montmorinmineralien (Ferri-montmorillonit und Saponit) und Siderit bestehen. Auf die Sideritbildung in dem Gestein der Bohrung Wundschuh (HERITSCH, 1966c) ist in diesem Zusammenhang hinzuweisen.

Benennung des Vulkanites der Bohrung Ponigl

Auf Grund der optisch und röntgenographisch bestimmten Mineralien ist der Versuch unternommen worden, den modalen Mineralbestand aus der chemischen Analyse zu berechnen, Tab. 2. Das der Oberfläche am nächsten gelegene Gestein in Tiefe 31,5 m läßt einen reichlichen Gehalt an Limonit berechnen, der den tiefer gelegenen Gesteinen fehlt. Wie zu erwarten (RANKAMA und SAHAMA, 1950: 194/195), erweisen sich die Feldspäte als verhältnismäßig gut resistent gegen postvulkanische Einflüsse (Bildung von Montmorinmineralien) wie auch gegen oxydierende Oberflächenwässer; die dunklen Gemengteile sind hingegen völlig umgewandelt.

Für den Schluß, wie das ursprüngliche Gestein beschaffen war, läßt sich somit für das noch am besten erhaltene Gestein nach STRECKEISEN (1967) das Verhältnis Quarz : Sanidin : Plagioklas sowohl des modalen wie auch des normativen Mineralbestandes mit den Werten 3,6 : 42,5 : 53,9 bzw. 5,2 : 31,0 : 63,8 heranziehen. Diese Zahlenverhältnisse fallen in das Latitfeld bzw. knapp in das Latit-Andesitfeld. Auch nach TRÖGER (1969) kommt man, wie für das Gestein der Bohrung Wundschuh, HERITSCH (1966c), in der Familie der Monzonite zu Shoshonit Nr. 269 oder Latit Nr. 270, so daß auch hier enge Beziehungen zum Shoshonit von Weitendorf bestehen.

Diskussion

Das Gestein aus der Bohrung Ponigl ist sehr stark zersetzt, sowohl durch postvulkanische Einflüsse (Bildung von Montmorinmineralien und Siderit) als auch durch oxydierende Verwitterungsgewässer (Bildung von Limonit) bis zu einer Tiefe von rund 32 m.

Ein Vergleich mit den beiden nächstgelegenen Vulkaniten zeigt folgendes:

Das Gestein aus der Bohrung Wundschuh ist unvergleichlich stärker zersetzt, so daß die Schlibbilder überhaupt sehr verschieden aussehen. Das Gestein von Weitendorf ist aber sehr viel weniger sekundär verändert, und neben den reichlicher aufscheinenden Feldspatleisten sind auch noch die dunklen Gemengteile, besonders Klinopyroxen als Einsprengling und in der Grundmasse erhalten; Olivin ist hingegen oft schon stark zersetzt.

Soweit bei den Unterschieden im Zersetzungsgrad überhaupt noch Vergleiche möglich sind, scheint es jedoch so zu sein, daß der Latit von Ponigl und der Shoshonit von Weitendorf wohl sehr ähnlich, jedoch nicht idente Gesteine sind.

Seit den Untersuchungen von MARCHET (1931) ist eine beträchtliche Anzahl von chemischen Analysen von Vulkaniten aus dem Bereich des steirischen Vulkanbogens veröffentlicht worden, so daß nun ein Vergleich der einzelnen Magmentypen mit Hilfe der Niggli-Werte möglich ist, vgl. Tab. 4. Bei aller Vorsicht, die wegen der doch oft beträchtlichen, systematisch die ursprüngliche Zusammensetzung in eine Richtung verändernden sekundären Umsetzungen zu walten hat, kann doch gesehen werden, daß das Gestein der Bohrung Ponigl sich an die Latite des miozänen Vulkanzyklus von Mitterlabill und von Gleichenberg anschließen läßt. Zu den Gesteinen von Weitendorf und von der Bohrung Paldau bestehen kleine Unterschiede. Für die Gesteine vom Steinberg bei Feldbach liegen ebenfalls einige neue Analysen vor. Selbstverständlich besteht ein großer Unterschied zu den Nepheliniten und Nephelinbasaniten des pliozänen Vulkanismus, vgl. auch HERITSCH (1967 d).

Abschließend kann also festgestellt werden, daß der in der Bohrung Ponigl angefahrne Vulkanit ein stark umgewandelter Latit bis Shoshonit ist, der hinsichtlich seines Magmentyps in enger Beziehung zum Shoshonit von Weitendorf und damit zu den Magmen des miozänen Vulkanismus des steirischen Vulkanbogens steht. Die auffallend geringe sekundäre Veränderung des Shoshonites von Weitendorf ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß dieses Gestein schon frühzeitig aus dem Bereich der Eruptionsstelle und damit aus dem Einflußbereich hydrothermalen Lösungen verfrachtet wurde, vgl. FLÜGEL (1975).

Tab. 1: Chemische Analysen und Niggli-Werte von sekundär stark veränderten Vulkaniten (Latiten) aus der Bohrung Ponigl. Analysen 1—3 Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz; Analyse 4 Bundesversuchsanstalt Arsenal, Wien.

	1)	2)	3)	4)								
	31,5 m	32,8 m	48,5 m	49,2 m								
	hellbraun	grau	grau	grau								
SiO ₂	52,06	51,37	56,31	55,72								
TiO ₂	0,81	0,81	0,73	0,93								
Al ₂ O ₃	18,01	17,99	16,71	17,99								
Fe ₂ O ₃	10,32	4,11	3,44	1,87								
FeO	0,25	4,17	1,50	3,75	si	al	fm	c	alk	mg	k	
MnO	0,08	0,12	0,12	0,13	1) 31,5 m	185	38	33,5	17	11,5	0,15	0,45
MgO	0,92	1,27	1,45	0,98	2) 32,8 m	168	34,5	28	20	17,5	0,22	0,43
CaO	4,46	5,76	5,36	5,00	3) 48,5 m	218	38	23,5	22,5	16	0,35	0,41
Na ₂ O	1,86	3,10	2,54	3,87	4) 49,2 m	195	37	21,5	19	22,5	0,24	0,42
K ₂ O	2,36	3,52	2,67	4,25								
P ₂ O ₅	0,32	1,10	0,95	—								
CO ₂	0,09	3,65	1,75	1,60								
H ₂ O ⁺	4,58	1,39	4,61									
H ₂ O ⁻	4,69	1,90	2,10	3,78								
S ²⁻	—	—	—	0,11								
Σ	100,81	100,26	100,24	99,98								

Tab. 2: C.I.P.W.-Normen und modale Mineralbestände von sekundär stark veränderten Vulkaniten (Latiten) aus der Bohrung Ponigl.

	1) 31,5 m	2) 32,8 m	3) 48,5 m	4) 49,2 m		1) 31,5 m hellbraun	2) 32,8 m grau	3) 48,5 m grau	4) 49,2 m grau
Qz	24,3	7,8	22,2	4,5	Quarz	—	—	8,6	2,9
Or	15,2	22,3	17,2	26,6	Sanidin 73 Or	18,9	27,8	21,0	34,3
Ab	17,2	28,1	23,4	34,6	Plagioklas 50 An	30,4	39,6	34,1	43,5
An	21,9	22,9	22,2	20,2	Montmorillonit	21,3	6,0	13,9	—
Di	—	—	—	5,0	Nontronit	19,4	12,6	10,6	5,8
Hy	2,5	6,8	3,9	4,1	Saponit	3,9	2,3	4,6	5,9
C	5,5	1,3	2,4	—	Siderit	0,2	6,7	2,5	3,5
Il	0,8	1,7	1,5	1,9	Magnesit	—	1,5	0,7	—
Ru	0,5	—	—	—	Calcit	—	0,2	1,1	2,1
Mt	—	6,4	3,4	2,9	Rutil	0,8	0,8	0,7	—
Hm	11,3	—	1,4	—	Ilmenit	—	—	—	1,8
Ap	0,8	2,7	2,4	—	Pyrit	—	—	—	0,2
Pyr	—	—	—	0,2	Limonit	4,4	—	—	—
Σ	100,0	100,0	100,0	100,0	Apatit	0,7	2,5	2,2	—
					Σ	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 3: Diffraktometeraufnahmen der hellgrünlichgrauen Kruste in Porenräumen des vulkanischen Gesteins der Bohrung Ponigl. Der Vergleich mit entsprechenden Aufnahmen zeigt, daß die hellgrünlichgraue Kruste aus Siderit und einem Montmorinmineral besteht. Die Quellfähigkeit des Montmorinminerales ist durch die Aufnahme von Äthylenglykoll nachgewiesen. Der Gehalt an Plagioklas stammt von der mitabgeschabten Unterlage. λ Cu K α = 1,54178 Å.

Hellgrünlichgraue Kruste		Siderit Berry & Thompson (1962)			Labradorit Stewart & al. (1966) JCPDS (1974)			Montmorillonit MacEwan (1961)				Hellgrünlichgraue Kruste mit Äthylenglykoll		
I	d	I	d	hkil	I ≥ 70	d	hkl	I ≥ 6	d(hk)	001	001 mit Äthylenglykoll	I	d	
st	15,1									001	001	stst	17,1	
st	4,46										003	ss	8,5	
s	3,76										006	ss	5,7	
m	3,60	4	3,60	011 $\bar{2}$	70	3,759	$\bar{1}30$	10	4,51			m	4,47	
												ss	3,76	
												s	3,60	
											005	s	3,44	
m	3,22				$\left\{ \begin{array}{l} 70 \\ 70 \\ 100 \end{array} \right.$	3,210	040					s	3,22	
						3,203	202							
						3,181	002							
stst	2,80	10	2,80	1014								st	2,80	
s	2,55							10	$\left\{ \begin{array}{l} 2,62 \\ 2,56 \\ 2,42 \end{array} \right.$			s	2,55	
s	2,36	2	2,34	1120									s	2,35
s	2,14	3	2,14	1123									m-s	2,14
s	1,970	2	1,967	2022								s	1,973	
ss	1,798	2	1,800	0224										
s	1,738	8	1,737	$\left\{ \begin{array}{l} 011\bar{8} \\ 1126 \end{array} \right.$								s	1,740	
								6	$\left\{ \begin{array}{l} 1,711 \\ 1,685 \end{array} \right.$			ss	1,688	
s	1,498							10	1,500			st	1,498	
		2	1,507	1232										

Tab. 4: Vergleich verschiedener Gesteinstypen des Steirischen Vulkanbogens mit dem Vulkanit aus der Bohrung Ponigl an Hand von Niggli-Werten.

	Zahl der Analysen	si	al	fm	c	alk	k	mg
Trachyte — Trachyandesite, Gleichenberg; Marchet (1931)	5	198	32,5	25,5	20,5	21,5	0,46	0,39
Quarzlatit — Dazit, Mitterlabill; Heritsch & al. (1965); Heritsch (1966a); Heritsch (1967c)	3	236	36,5	25,5	17,5	20,5	0,35	0,47
Quarzlatit, Mitterlabill; Prodinger & Schabert (1968)	16	243	39	22	20,5	18,5	0,30	0,39
Latit, Walkersdorf; Heritsch & al. (1965); Heritsch (1967b)	2	183	33,5	25,5	20,5	20,5	0,48	0,39
Latit, Paldau; Heritsch (1966b)	1	165	29,5	33,5	21,5	15,5	0,48	0,57
Shoshonit, Weitendorf; Machatschki (1927); Heritsch (1967a)	4	152	30,5	33,5	22	14	0,40	0,55
Latit, Bohrung Ponigl; vorliegende Arbeit	1	195	37	21,5	19	22,5	0,24	0,42
Nephelinit — Nephelinbasanit, Steinberg bei Feldbach; Stiny (1923); Heritsch (1968); Heritsch & Hüller (1974)	8	97	19,5	41,5	25	14	0,22	0,52

Das Probematerial wurde mir freundlicherweise von Herrn Dr. A. ALKER, Vorstand der Abteilung für Mineralogie des Landesmuseums Joanneum in Graz, zur Bearbeitung übergeben, wofür ich auch an dieser Stelle danken möchte. Für die Ausarbeitung standen mir die Einrichtungen des Institutes für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz zur Verfügung, drei chemische Analysen wurden an dem genannten Institut von Herrn G. WETZ ausgeführt. Die Berechnung der chemischen Analysen erfolgte nach eigenem Programm am Rechenzentrum Graz.

Literatur

- BERRY, L. G. and R. M. THOMPSON: X-Ray Powder Data for Ore Minerals: The Peacock Atlas. — The Geol. Soc. Amer. Memoir 85, New York, 1962.
- FLÜGEL, H. und H. HERITSCH: Das Steirische Tertiär-Becken, Sammlung Geologischer Führer, 47. — Berlin-Stuttgart, Bornträger, 1968.
- FLÜGEL, H. W.: Das Alter des Shoshonites von Weitendorf, Steiermark. — Mineralogisches Mitteilungsblatt, Joanneum, Graz... 1975.
- GOLDSCHMIDT, V.: Atlas der Krystallformen, Tafeln, 3, C. Winter, Heidelberg, 1916.
- GRIM, R. E.: Clay Mineralogy, Second Edition. — New York etc., McGraw-Hill Book Company, 1968.
- HERITSCH, H.: Ein Dazit aus der Tiefbohrung von Mitterlabill, östlich von Wildon, Steiermark. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 96, 43—49, 1966a.
- HERITSCH, H.: Ein Latit aus der Tiefbohrung von Paldau, westlich Feldbach, Steiermark. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 96, 50—58, 1966b.
- HERITSCH, H.: Das vulkanische Gestein aus einer Bohrung bei Wundschuh, südlich von Graz. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 96, 59—68, 1966c.
- HERITSCH, H.: Eine chemische Analyse des Basaltes (Shoshonites) von Weitendorf, südlich von Graz, Steiermark. — Anzeiger math.-naturw. Klasse der Österr. Akad. Wiss., Jahrgang 1967, 223—226, 1967a.
- HERITSCH, H.: Eine weitere chemische Untersuchung an dem Latit der Tiefbohrung von Walkersdorf, südlich Ilz, Steiermark. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 97, 11—13, 1967b.
- HERITSCH, H.: Eine weitere chemische Untersuchung an dem Quarzlatit der Tiefbohrung von Mitterlabill, östlich Wildon, Steiermark. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 97, 14—15, 1967c.
- HERITSCH, H.: Über die Magmenentfaltung des steirischen Vulkanbogens. — Contr. Mineral. and Petrol. 15, 330—344, 1967d.
- HERITSCH, H.: Vulkanische Gesteine vom Steinberg bei Feldbach, Steiermark. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 98, 16—26, 1968.
- HERITSCH, H.: Der Einfluß des Pulvers auf ungewöhnlich gut und auf schlecht kristallisierte Montmorillonminerale des postvulkanischen Zersetzungszyklus in der Oststeiermark, Österreich. — Acta Geologica, Jugoslavische Akademie, im Druck 1975.
- HERITSCH, H., J. BORSCHUTZKY und H. SCHUCHLENZ: Zwei vulkanische Gesteine aus den Tiefbohrungen von Mitterlabill, östlich von Wildon, und von Walkersdorf, südlich von Ilz (Stmk.). — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, 95, 104—114, 1965.
- HERITSCH, H., und H. J. HÜLLER: Chemische Analysen von basaltischen Gesteinen und Gläsern sowie von Nephelin aus dem Westbruch des Steinberges bei Feldbach, Oststeiermark. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, im Druck, 1974.
- JCPDS.: Selected Powder Diffraction Data for Minerals. First Edition. — Joint Committee on Powder Diffraction Standards, Swarthmore, Pennsylvania, 1974.
- KRENNER, J. A.: Über den Zygadit. — Zeitschr. f. Kryst. und Min., 11, 259—261, 1886.
- MACEWAN, D. M. C.: Montmorillonite Minerals, in: BROWN, G.: The X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals. — London, Mineralogical Society, 1961.
- MACHATSCHKI, F.: Über den Basalt von Weitendorf (Steiermark), seine exogenen Einschlüsse und Kluffüllungen. — Centralbl. Min. Geol. Pal., Abt. A, Jg. 1927, 367—374, 1927.

- MARCHET, A.: Zur Petrographie der vorsarmatischen Ergußgesteine bei Gleichenberg in Oststeiermark. — Sitzber. Abt. I, Akad. Wiss. Wien, Mathem.-naturwiss. Klasse, 140, 461—541, 1931.
- ORVILLE, P. M.: Alkali Ion Exchange between Vapor and Feldspar Phases. Amer. Journ. Sci., 261, 201—237, 1963.
- PRODINGER, W., und S. SCHARBERT: Spezieller Bericht des Chemischen Laboratoriums, 1. 16 Bohrkerne der Tiefbohrung Mitterlabill 1. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt Wien, Jahrg. 1968, A 77-A 80, Wien, 1968.
- RANKAMA, K., und Th. G. SAHAMA: Geochemistry. — Chicago, University Press, 1950. ROCK-COLOR-CHART, Geol. Soc. Amer., Second Edition, 1951, New York.
- STEWART, D. B., G. W. WALKER, T. L. WRIGHT and J. J. FAHEY: Physical Properties of Calcic Labradorite from Lake County, Oregon. — Amer. Min. 51, 177—197, 1966.
- STINY, J.: Gesteine vom Steinberg bei Feldbach. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt Wien, Jahrg. 1923, 132—140, 1923.
- STRECKEISEN, A. L.: Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. — N. Jb. Miner. Abh. 107, 144—240, 1967.
- TRÖGER, E. W.: Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. — Stuttgart, Schweizerbart'sche Verl. Buchhdlg. (Unveränderter Nachdruck), 1969.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Haymo Heritsch, Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz, Universitätsplatz 2, A-8010 Graz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum](#)

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [42](#)

Autor(en)/Author(s): Heritsch Haymo

Artikel/Article: [Untersuchungen an dem vulkanischen Gestein der Bohrung Ponigl bei Weitendorf, südlich von Graz 3-12](#)