

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz

## Exkursion zum Basaltbruch von Weitendorf

Von Haymo Heritsch<sup>1)</sup>.

Mit einem Beitrag von H. Höller

Das Basaltvorkommen liegt südlich von Graz, am Südrand von Terrassen, die das Grazer Feld im Südwesten begrenzen. Über das Gestein und über die seinerzeit ausgezeichnete Mineralführung besteht eine umfangreiche Literatur.

Eine Reihe von Arbeiten beschäftigt sich mit der Entstehung der immerhin beträchtlichen Basaltmasse. V. HILBER (1905) z. B. spricht unter Bezugnahme auf damals aufgeschlossene, offenbar durch die Basaltströmung steil aufgestellte, tertiäre Schiefertone von einem Lakkolithen bzw. von einer echten Kuppe. Von einer Kuppe spricht auch A. SIGMUND (1923), während H. LEITMEIER (1909a) an ein Eindringen der Basaltmassen unter leichter Sedimentbedeckung denkt. A. WINKLER (1914) bzw. A. WINKLER-HERMADEN (1943) beschreibt einen von einer hangenden Sedimentdecke befreiten Stiel, der nachträglich von einer jüngeren Schotterdecke überlagert wurde.

Etwa in den Jahren 1925—1930 lag die Abbausohle im Straßenniveau bei einer geschlossenen Steinbruchwand über die ganze Breite des Basaltvorkommens. Damals versuchte H. HERITSCH (1928) unter Heranziehung reichlich auftretender, teilweise mit schönen Mineralien gefüllter Blasenzüge die Fließrichtung zu bestimmen und gelangte zu folgendem Resultat: Aufsteigen der Basaltmassen etwa in der Mitte des Bruches und Ausfließen nach Nordwesten; im Südosten dagegen Abdrängen des Basaltes in Form einer Kuppe. An der Oberfläche der Basaltmasse ist der Glasgehalt erwartungsgemäß größer als in den tiefen Teilen. Auf Kluftrichtungen wurde ebenfalls hingewiesen. Der Abgang nun in den folgenden Jahrzehnten tatsächlich an der Stelle des senkrechten Aufsteigens der Basaltmasse in die Tiefe. Nach etwa 30 bis 40 Metern aber war der Untergrund in Form von fossilführenden Tonmergeln vermutlich aus d. Torton, angefahren, H. FLÜGEL, A. HAUSER und A. PAPP (1952). Von V. HILBER (1905) wurde schon, im Zusammenhang mit einer Auseinandersetzung in der Literatur über das Fehlen von Kontakterscheinungen an dem erwähnten aufgerichteten Schiefertone, auf das häufige Fehlen solcher kontaktmetamorpher Einwirkungen bei Ergußgesteinen hingewiesen.

H. FLÜGEL, A. HAUSER und A. PAPP (1952) haben auch für die Unterlage denselben Mangel an Kontaktwirkungen bestätigt, so daß sogar wegen der gleichen Färbung v. Basalt u. liegendem Tonmergel die Grenze zwischen beiden schwer feststellbar ist. Höchstens erscheint stellenweise ein einige Zentimeter mächtiger Bleichungsstreifen. Bei Erhitzungsversuchen des Tonmergels, allerdings bei Luftzutritt, tritt schon bei 400—500 Grad C ein Farbumschlag von

<sup>1)</sup> Vorliegendes Manuskript ist am 29. 4. 1963 bei Prof. WIESENER, dem Leiter der Herbsttagung 1963 der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, eingelangt und am 7. 5. 1963 von der Schriftleitung der „Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark“ zum Druck angenommen worden.

schwarzgrau in gelbgrau ein, dann verbrennt das Bitumen und bei 1000 Grad C beginnt das Schmelzen. Die Autoren schließen daher auf eine Berührung zwischen Basalt und Tonmergeln bei höchstens einigen hundert Graden, wobei der Basalt auf ein altes (vorbasaltisches) Relief zu liegen kommt. A. WINKLER-HERMADEN (1960) zeigt in einem Profil einen Stollen, der an der Sohle des Bruches nach Nordwesten in den Basalt hinein vorgetrieben wurde, eine Länge von etwa 30 Metern erreichte und nicht an die Grenze des Basaltes gelangt ist. Ein Aufdringen des Basaltes aus diesem Raum ist noch in Betracht zu ziehen.

Der Basalt bildet, bedingt durch zwei lotrechte, aufeinander senkrecht stehende Kluftsysteme, mehr oder minder deutlich rechteckige Säulen im Gegensatz zu den sonst meist sechseckig ausgebildeten Basaltsäulen. Im früheren händischen Betrieb des Bruches wurden so Basaltwürfel für die Pflasterung gewonnen. Die Säulen stehen senkrecht auf der Unterlage. Außerdem ist eine etwa horizontal liegende Bankung angedeutet. Der oberste Teil des Basaltes bildet unter dem Einfluß der Verwitterung Kugeln und brotlaibförmige Gebilde. Dann folgen Terrassensedimente in Form von Lehm bzw. lehmigen Quarz- und Kristallinschottern, z. B. A. WINKLER-HERMADEN (1960), H. FLÜGEL, A. HAUSER und A. PAPP (1952).

Die grundlegende Bearbeitung des mikroskopischen Befundes stammt von A. SIGMUND (1898), weitere Ergänzungen lieferten H. LEITMEIER (1909b), C. PREISZ (1908) und F. MACHATSCHKI (1927). Danach ist eine deutliche Trennung von Einsprenglingen und Grundmasse gegeben.

Einsprenglinge: Olivin mit guter Kristallgestalt, oft weitgehend in „Serpentin“ oder auch in blutrotes Eisenhydroxyd umgewandelt. Pyroxen, wahrscheinlich diopsidischer Augit, häufig korrodiert. Plagioklas ist kaum so groß entwickelt und leitet schon zu den Mineralien der Grundmasse über. Er ist plattenförmig nach M und stark zonar mit Kern Labradorit (60 Prozent an) und Rand bis Oligoklas, möglicherweise auch noch umrandet von Kalifeldspat. Der Plagioklas ist von feinstnadeligen Kristallen durchspießt. Tiefgrüne bis braungrüne Hornblende wird nur als Seltenheit erwähnt.

Grundmasse: besteht zum überwiegenden Teil aus Plagioklasleisten mit Fluidaltextur; aber auch Kleinformen von Olivin, meist völlig in Eisenhydroxyd umgesetzt, Pyroxen, Ilmenit und Magnetit, ferner braunes Glas kommen vor.

Eine Integrationsanalyse bringt F. MACHATSCHKI (1927). Der Zahlenwert für Pyroxen ist nach H. MEIXNER (1939) korrigiert.

Feldspat	70 Prozent	Pyroxen	16 Prozent
Olivin und seine Umwandlungsprodukte	12 Prozent	Erz	2 Prozent

Der Magmentyp wird von F. MACHATSCHKI (1927) mit dem normaldioritischen verglichen, jedoch bereits die Abweichung von k in Richtung auf einen monzonitischen Magmentyp festgestellt. In Verfolgung dieses Gedankens von F. MACHATSCHKI (1927) stellt dann K. SCHOKLITSCH (1933) den Magmentypus zu den normalmonzonitischen Magmen und findet die ähnlichsten Gesteine unter den Shoshoniten. E. J. ZIRKL (1962) ordnet den Magmentyp bei orbitisch-som-maitdioritisch ein. Schließlich hat H. MEIXNER (1939) unter Benutzung des Buches von W. E. TRÖGER (1935) mit Hilfe des Mineralbestandes eine Zuordnung zu Shoshonit (Nr. 269) durchgeführt. F. MACHATSCHKI (1927) benennt das Weitendorfer Gestein andesitischen Basalt (mit Tendenz zum monzonitischen Magma), K. SCHOKLITSCH (1933) basaltischen Trachyandesit und H. MEIXNER (1939) Shoshonit.

Es sei hier davon abgesehen, ältere Analysen anzuführen, jedoch werden die Analysen von F. MACHATSCHKI (1927) gebracht, die von einem schwarzgrauen massigen (1), von einem rötlichgrauen (3) und einem grüngrauen (4) Gestein stammen.

Chemische Analysen von Basalten von Weitendorf			
	1 schwarzgrau	3 rötlichgrau	4 grüngrau
SiO <sub>2</sub>	51,29	52,51	51,37
TiO <sub>2</sub>	0,92	0,89	0,79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,02	17,39	17,72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,14	4,18	3,16
FeO	3,98	2,20	3,91
MnO	0,03	0,02	—
MgO	3,80	3,19	3,80
CaO	6,94	8,22	6,73
Na <sub>2</sub> O	2,99	2,94	3,20
K <sub>2</sub> O	3,16	3,04	3,11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,35	0,38	0,61
CO <sub>2</sub>	2,10	1,66	2,20
Cl	n. bst.	n. bst.	0,11
H <sub>2</sub> O—	2,15	2,06	1,76
H <sub>2</sub> O+	1,90	1,63	1,68
	<u>99,77</u>	<u>100,31</u>	<u>100,15</u>

Chemisch besteht eine Beziehung zu den Gleichenberger Trachyten und Trachyandesiten. In Tabelle 1 sind die Niggliwerte der Weitendorfer Basalte mit den Werten für den dioritischen und monzonitischen Magmentypus nach C. BURRI (1959) und für einen Shoshonit nach P. NIGGLI und P. J. BEGER (1923) zusammengestellt.

Tabelle 1, Niggliwerte Weitendorfer Basalte, F. MACHATSCHKI (1927), verglichen mit dem dioritischen und monzonitischen Magmentyp sowie mit einem Shoshonit

	si	al	fm	c	alk	k	mg	ti	p	qz
Weitendorf, schwarzgrau (1)	155	30	33,5	22	14,5	0,41	0,50	2,0	0,5	—5
Weitendorf, rötlichgrau (3)	156	30,5	29	26,5	14,0	0,41	0,49	2,0	0,5	0
Weitendorf, grüngrau (4)	150	30,5	33,5	21	15	0,39	0,50	1,8	0,7	—10
dioritisch C. BURRI (1959)	155	30	35	21	14	0,3	0,5	—	—	—
monzonitisch C. BURRI (1959)	140	29	31	21	19	0,5	0,45	—	—	—
Shoshonit P. NIGGLI u. P. J. BEGER (1923)	151	30	33	21,5	15,5	0,43	0,46	—	—	—

E. J. ZIRKL (1962) hat neuerdings an Hand eines Nigglichen Differentiationsdiagrammes gezeigt, daß der Weitendorfer Basalt innerhalb der Effusivgesteine des steirischen Beckens am sauren Ende der Basaltentwicklung liegt und zu den Trachyten und Trachyandesiten des Gleichenberger Gebietes überleitet.

Mitgeföbte Schollen karbonatischer Gesteine sind mehrfach untersucht worden. Während H. LEITMEIER (1908) an einem kindskopfgroßen Kalkeinschluß keinerlei Reaktionszone, sondern nur eine Rekristallisation von Kalkspat am Kontakt erkennt, ergab eine neuerliche Untersuchung eines, schon von A. SIGMUND (1922) beschriebenen, ebenfalls kopfgroßen Dolomiteinschlusses durch H. HÜBL (1941), daß hier nicht nur eine Umkristallisation des Karbonats, sondern vielleicht auch Wollastonitbildung stattgefunden hat. Daneben sind auch reichlich hydrothermale Beeinflussungen zustande gekommen: Opalisierung und Zeolithbildung (Heulandit, Natrolith). Solche hydrothermale Opalisierungen an Sedimenteinschlüssen hat schon F. MACHATSCHKI (1927) beobachtet und auch einen, teilweise am Kontakt umkristallisierten, Kalkstein beschrieben.

Der Bruch von Weitendorf gehört nach A. HAUSER und H. URREGG (1951) auf Grund der technologischen Daten zu den geschätztesten Schotter- und Splittlieferanten Steiermarks. Der Anteil an Hartbasalt beträgt gegenwärtig etwa 75 Prozent. In den oberflächennahen Partien herrscht Weich- und Porenbasalt.

Bis vor zwei bis drei Jahrzehnten trat in Blasenräumen und Klüften eine ausgezeichnete Mineralführung auf, die für viele Sammlungen Prachtstücke geliefert hat. Heute sind im Weitendorfer Steinbruch davon nur mehr sehr spärlich Reste zu sehen. Im folgenden soll über die Mineralführung wenigstens in kurzen Umrissen referiert werden; es besteht nämlich eine sehr umfangreiche Literatur darüber.

**Kalkspat:** Gelbliche oder durchscheinend weiße Rhomboeder mit  $\{01\bar{1}2\}$  als beherrschende Form, selten auch noch  $\{10\bar{1}0\}$  oder  $\{40\bar{4}1\}$ , E. HATLE (1885, 1889), H. LEITMEIER (1909b), A. SIGMUND (1923). Umhüllungspseudomorphosen von tafeligem Quarz über Kalkspat sind von H. MEIXNER (1933) sowie Kalkspatsphärolithe (Atlasspat) von J. ROBITSCH (1940) beschrieben worden.

**Aragonit:** Bräunliche bis gelbliche, oft bis mehrere Zentimeter lange säulige Kristalle, A. SIGMUND (1911) und H. LEITMEIER (1909b). Eine Neubearbeitung ergab folgende Kristallformen:  $\{001\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{012\}$ ,  $\{011\}$ ,  $\{021\}$ ,  $\{121\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{112\}$ ,  $\{212\}$ ?,  $\{312\}$ ?, sowie Zwillinge nach (110), H. HERITSCH (1936).

**Dolomit:** Schon A. SIGMUND (1926) erkannte in 2—3 mm großen farblosen nach  $(10\bar{1}1)$  verzwilligten Rhomboedern Dolomit. H. MEIXNER (1930) konnte für derbe Karbonatunterlagen von Kristalldrusen ebenfalls Dolomit nachweisen, so daß keineswegs alle derben karbonatischen Unterlagen Kalkspat sind.

**Quarz:** Durchsichtige bis durchscheinende Kristalle, farblos bzw. leicht violett gefärbt (amethystähnlich), auch gelbe Farben sind beobachtet worden: E. HATLE (1885), H. LEITMEIER (1909b), A. SIGMUND (1923, 1924). — Mit Hilfe eines besonderen Verfahrens, H. HERITSCH (1951, 1953), kann durch Kombination von optischem Drehvermögen und Lauesymmetrie die Verzwilligung an Quarzen bestimmt werden. Dies ergab für die Weitendorfer Quarzkristalle Brasilianer- und Dauphiné-Brasilianer Zwillinge.

**Feinfaserige SiO<sub>2</sub>-Modifikationen:** Während ältere Autoren, E. HATLE (1885), H. LEITMEIER (1909b), A. SIGMUND (1911, 1923) sich mit den verschiedenen Farben und Generationen der Chalcedonüberzüge befassen, stellt schon F. MACHATSCHKI (1927) positiven u. negativen Charakter (Quarzin u. Chalcedon) an den SiO<sub>2</sub>-Fasern fest. F. LAVES (1939) bestimmte dann für den „blauen Chalcedon“ Hochcristobalitstruktur mit der Orientierung  $\eta$  parallel zur Faserachse, also Lussatit. E. NEUWIRTH (1953) findet für die durch eine ganz besondere blaue Farbe charakterisierten Überzüge ebenfalls Lussatit, für die „gewöhnlichen Chalcedone“, sowohl Chalcedon im engeren Sinn wie auch Quarzin. Durch O. W. FLÖRKE (1955) wird hydrothermal gebildeter Cristobalit-Opal als fehlgeordneter Tiefcristobalit erkannt und auch als Beispiel Lussatit von Weitendorf behandelt. O. BRAITSCH (1956/57) untersucht ausführlich Material von Weitendorf und findet über Lussatit gewachsenen Chalcedon mit Faserachse  $[11\bar{2}0]$ , mit  $k = 8-10$ , bzw. 4; außerdem Lussatit mit  $k = 15-25$  und an zwei Proben ist die Verdrängung von Lussatit durch Chalcedon beobachtet, so daß wohl auch hier die Bildung geregelter mikrokristalliner Quarzvorkommen nach entsprechend geregelttem Opal-Cristobalit stattfindet, F. LAVES (1939), O. BRAITSCH (1956/57), O. W. FLÖRKE (1959).

**Opal:** Milchigweißer oder auch orangegelber und grünlicher Opal wird als Kluftfüllung, besonders in einer Kluft am Südwestende des Bruches von mehreren Autoren genannt, A. SIGMUND (1922, 1923), F. MACHATSCHKI (1927), H. MEIXNER (1930). E. NEUWIRTH (1953) hat für solchen Opal ebenfalls Hochcristobalitstruktur angegeben. Nach O. W. FLÖRKE (1955) ist das aber auch als fehlgeordnete Tiefcristobalitstruktur zu deuten. Eine chemische Analyse eines weiß-braungebänderten Opals stammt von F. MACHATSCHKI (1927).

**Natrolith:** Bis zwei Millimeter lange nadelige Kristalle zu pinselförmigen Gruppen vereinigt, H. LEITMEIER (1909b), A. SIGMUND (1922, 1923).

**Harmotom:** Farblose, nach  $\{010\}$  tafelige Kristalle mit  $\{100\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{110\}$  in typischen Zwillingbildungen, F. MACHATSCHKI (1926), H. HERITSCH (1936).

**Heulandit:** Farblose, ebenfalls nach  $\{010\}$  tafelige Kristalle mit  $\{010\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{101\}$  und  $\{1\bar{1}0\}$ , A. SIGMUND (1922, 1923), F. MACHATSCHKI (1926), H. HERITSCH (1937).

Die Zeolithe sind immer nur in kleinen Individuen, etwa Millimetergröße, ausgebildet.

**Baryt:** Tafeln nach  $\{001\}$  mit den Formen  $\{210\}$  und seltener  $\{011\}$  und  $\{201\}$ ; bis einen Millimeter groß, im Kern weiß, der Rand farblos; Braun's Silikattyp IV, H. MEIXNER (1939).

**Pyrit:** Gute kleine Oktaeder, etwa 1 mm, kombiniert auch mit  $\{210\}$ ,  $\{110\}$  und  $\{100\}$ , bunt angelaufen, nie derb, H. LEITMEIER (1909b), A. SIGMUND (1923, 1924, 1926), H. MEIXNER (1930).

**Ilmenit:** Erscheint auch in Blasenräumen in lebhaft glänzenden, schwarzen Blättchen nach  $\{0001\}$  mit 0,2—0,6 mm Durchmesser und 0,01 mm Dicke. Seitlich ist noch  $\{11\bar{2}1\}$  ausgebildet, H. MEIXNER (1937).

**Limonit und Manganschwärze** sind als Überzug erwähnt, A. SIGMUND (1924, 1926).

### Saponit (H. HÖLLER).

In der älteren Literatur, A. SIGMUND (1898), H. LEITMEIER (1909b), A. SIGMUND (1923), F. MACHATSCHKI (1926) wird als Hohlraumauskleidung ein blaugrauer, grüner oder samtschwarzer Überzug erwähnt; dieser wurde von den genannten Autoren den damaligen Untersuchungsmöglichkeiten entsprechend als „Delessit“ bezeichnet. Eine röntgenographische und differentialthermoanalytische Untersuchung an solchen Krusten ergab Saponit, H. HÖLLER (1962).

Saponit wurde in letzter Zeit auch aus dem Basalt von Kollnitz beschrieben, E. J. ZIRKL (1962).

### „Hullit“ (H. HÖLLER).

A. SIGMUND (1926) hat schwarze, muschelig brechende Kluftfüllungen des Weitendorfer Basaltes als „ein dem Hullit nahestehendes Mineral“ beschrieben.

F. MACHATSCHKI (1927) deutet an Hand einer Reihe von chemischen Analysen dieses Material als sedimentäre Einschwemmungen mergeligen Charakters, die allerdings durch die in den Klüften aufsteigenden hydrothermalen Restlösungen unter Substanzaustausch ummineralisiert wurden.

Die von F. MACHATSCHKI (1927) analysierten Mineralproben, die von Herrn Prof. H. MEIXNER freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden, werden derzeit untersucht. Die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen ergaben, daß dieses Mineralgemenge im wesentlichen aus Mineralien der Montmoringsgruppe besteht. Damit ist die von F. MACHATSCHKI (1927) gegebene Deutung des „Hullits“ als tonige Substanz bestätigt.

### *Zersetzungserscheinungen an der Oberfläche der Weitendorfer Basaltkuppe* (H. HÖLLER)

A. SIGMUND (1923), F. MACHATSCHKI (1927) und H. HERITSCH (1928) beschrieben ausführlich die an der Oberfläche der Kuppe entstehenden Basaltkugeln. An diesen schreitet die Verwitterung von außen nach innen fort und erzeugt konzentrisch abbröckelnde Schalen. Es kommt dabei häufig durch Sedimentüberlagerung zu einer Vermischung von verwitterten Basalten und Sedimentmaterial.

Vorläufige Untersuchungen an verschiedenen umgewandelten Basaltblöcken zeigten, daß sich die Mineralien des Basaltes zu Tonmineralien zersetzen. Die im Weitendorfer Basalt auftretenden Zersetzungserscheinungen sind ähnlich denen, die E. BOLTER (1961/62) von Olivin-Feldspatbasalten vom westlichen Bruchrand des Leinetalgrabens beschrieben hat.

### *Literaturverzeichnis*

- BOLTER E. 1961/62. Beitr. Min. Petr. 8, 111.  
BRAITSCHE O. 1956/57. Heidelb. Beitr. Min. Petr. 5, 331.  
BURRI C. 1959. Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage. Basel.  
FLÖRKE O. W. 1955. N. Jb. Min. Monh., 217.  
— 1959. Fortschr. Min. 37, 73.  
FLÜGEL H., HAUSER A. und PAPP A. 1952. Sitzber. Akad. Wiss. Wien math.-naturw. Kl. Abt. I, 161, 173.  
HATLE E. 1885. Minerale des Herzogthums Steiermark. Graz.  
— 1889. Mitt. naturw. Ver. Steiermark, 144.  
HAUSER A. und URREGG H. 1951. Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks, Graz, H. 7.

- HERITSCH H. 1928. Cbl. Min. etc. Abt. A, 421.  
— 1936. Ebenda. Abt. A, 333.  
— 1937. Ebenda. Abt. A, 261.  
— 1951. Tschermaks Min. Petr. Mitt. (Dritte Folge) 2, 432.  
— 1953. Tschermaks Min. Petr. Mitt. (Dritte Folge) 3, 126.
- HILBER V. 1905. Cbl. Min. etc., 397; (mit Zusammenstellung älterer Literatur).
- HÖLLER H. 1962. Anz. Akad. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl., 145.
- HÜBL H. 1941. Zbl. Min. etc. Abt. A, 217.
- LAVES F. 1939. Naturwissenschaften 27, 705.
- LEITMEIER H. 1908. Cbl. Min. etc., 257.  
— 1909a. Mitt. naturw. Ver. Steiermark, 46, 335.  
— 1909b. N. Jb. Min. etc. Beil. Bd. 27, 219.
- MACHATSCHKI F. 1926. Cbl. Min. etc. Abt. A, 115.  
— 1927. Ebenda. Abt. A, 367, 413.
- MEIXNER H. 1930. Mitt. naturw. Ver. Steiermark 67, 141.  
— 1933. Ebenda. 70, 89.  
— 1937. Ebenda. 74, 54.  
— 1939. Zbl. Min. etc. Abt. A, 33.
- NEUWIRTH E. 1953. Tschermaks Min. Petr. Mitt. (Dritte Folge) 3, 32.
- NIGGLI P. und BEGER P. J. 1923. Gesteins- und Mineralprovinzen. Berlin. 187.
- PREISZ C. 1908. Mitt. naturw. Ver. Steiermark. 45, 52.
- ROBITSCH J. 1940. Zbl. Min. etc. Abt. A, 89.
- SCHOKLITSCH K. 1933. Cbl. Min. etc. Abt. A, 273.
- SIGMUND A. 1889. Tschermaks Min. Petr. Mitt. (Neue Folge) 17, 526.  
— 1911. Mitt. naturw. Ver. Steiermark, 48, 244.  
— 1922. Cbl. Min. etc., 289.  
— 1923. Mitt. naturw. Ver. Steiermark, 59, 76.  
— 1924. Ebenda. 60, 7.  
— 1926. Ebenda. 62, 158.
- TRÖGER W. E. 1935. Spezielle Petrographie der Eruptivgesteine. Berlin.
- WINKLER A. 1914. Z. Vulkanologie I, 167.
- WINKLER-HERMADEN A. 1943. In: Geologie der Ostmark, herausgegeben von F. X. SCHAFFER, Wien, 295.  
— 1960. Anz. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl., 199.
- ZIRKL E. J. 1962. Tschermaks Min. Petr. Mitt. (Dritte Folge) 8, 96.

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