

II. ABHANDLUNGEN

Aus dem Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Graz

Die Umwandlung eines gabbroiden Gesteines aus dem Utschgraben bei Bruck an der Mur, Steiermark

Von Ulf HERMANN

Mit 1 Abbildung und 5 Tabellen (im Text)

(Eingelangt am 23. April 1971)

Inhalt: An einem gabbroiden Gestein aus Amphiboliten der Mugelgneise wird eine Umwandlung zu Amphibolit an Hand von chemischen Analysen, sowie röntgenographischen und optischen Bestimmungsmethoden beschrieben.

J. STINY 1932 hat in der geologischen Spezialkarte Blatt Leoben und Bruck/Mur in den sogenannten Mugelgneisen nördlich der Brucker Hochalpe Amphibolitzüge eingezeichnet. In diesen Amphibolitzügen hat er bereits im Jahre 1915 eine Reihe von gabbroiden Gesteinen beschrieben, von denen er eines mit dem Namen „Utschit“ bezeichnet hat. ANGEL 1924 hat in seinen „Gesteinen der Steiermark“ dieses Gestein in die Serpentin-Verwandtschaft eingeordnet.

HERITSCH 1966 hat von demselben Fundpunkt aus einem gabbroartigen Gestein monoklinen Pyroxen mit rhombischen Entmischungslamellen beschrieben und aus röntgenographischen Daten einen Enstatit-Gehalt von 65 % für die Orthopyroxenlamellen erschlossen.

Im Verlaufe dieser Arbeit wurde in den Jahren 1968—1970 der Fundpunkt noch einige Male aufgesucht und versucht, die lokale Verbreitung dieser gabbroartigen Gesteine festzulegen. Vor allem ist ihre räumliche Verbreitung in den Amphibolitzügen sehr gering. So konnten in der näheren Umgebung überhaupt nur zwei Stellen gefunden werden, die in Ausbissen von etwa 20 m mal 20 m in dem allerdings sehr schlecht aufgeschlossenen Gebiet die entsprechenden Gesteine erkennen lassen. Es ist daher durchaus möglich, daß bei intensiver Suche weitere Vorkommen entdeckt werden können. Eine exakte Übereinstimmung mit den Fundpunkten von STINY 1915 läßt sich nicht mehr durchführen (verfallene Huben).

Die hier bearbeiteten Fundpunkte sind in Abb. 1 in ihrer Lage wiedergegeben. Aus der Aufsammlung wurde im wesentlichen nur ein kleiner Block von der Größe 30 cm × 18 cm × 16 cm bearbeitet, der dadurch auffällt, daß er deutlich aus zwei verschiedenen Gesteinstypen besteht, die wolkgig ineinander übergehen. Der eine Teil (Institutsbezeichnung U 4/5— α) macht einen gefleckten Eindruck, mit dunkelgrünen bis schwarzgrünen Flecken aus Klinopyroxen und seinen Umsetzungsprodukten in der Größe von 1,5 mm bis 3 mm Durchmesser in einer rötlich- bis violettgrauen Masse von Plagioklas und ist als gabbroider Anteil zu bezeichnen.

Der andere Teil (Institutsbezeichnung U 4/5— β) erscheint demgegenüber

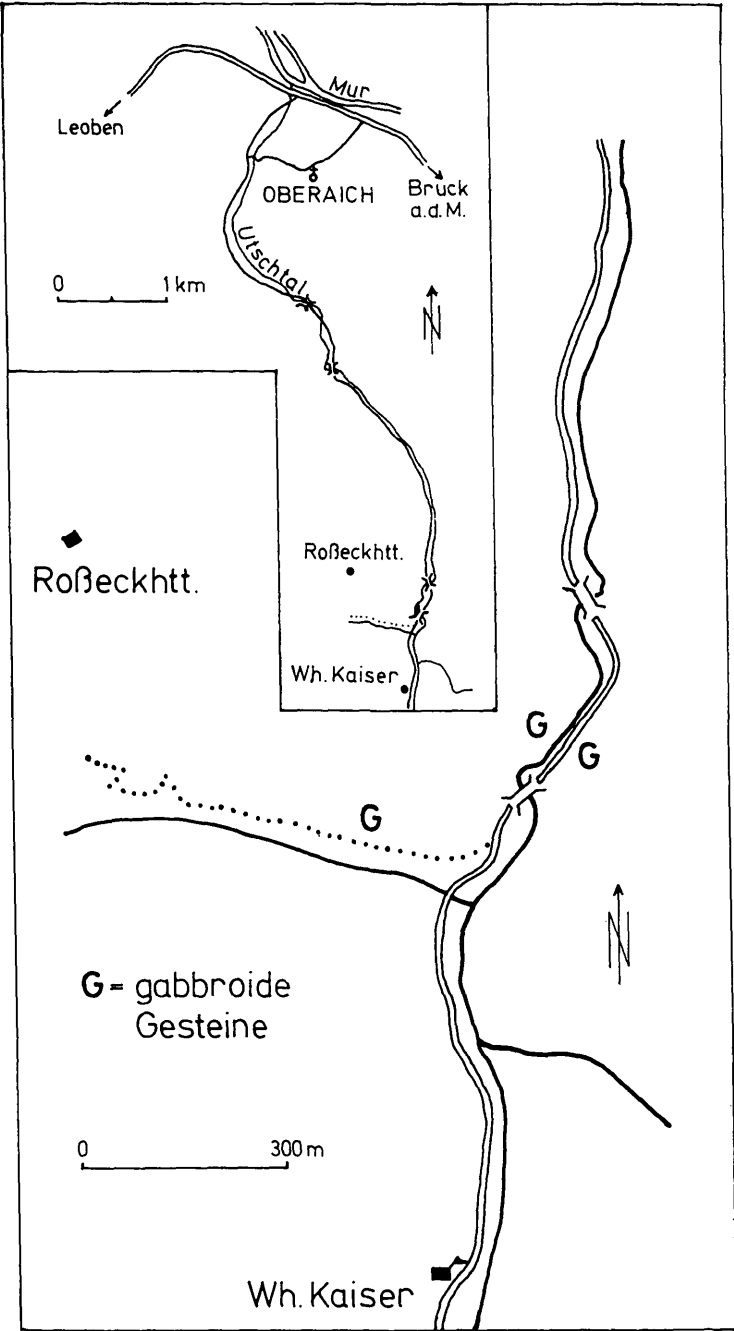


Abb. 1: Fundpunkt Utschgraben. Lageplan und Verbreitung der gabbroiden Gesteine.

deutlich in einem helleren Graugrün, das sich jedoch bei näherer Betrachtung in ebenso große graugrünliche Flecken (aus Amphibol und Chlorit) in einer rötlich-grauen Masse aus Plagioklas auflösen läßt und als amphibolitischer Anteil zu bezeichnen ist.

Gabbroider Anteil

Unter dem Mikroskop läßt sich erkennen, daß das Gestein aus Plagioklas, Klinopyroxen und kelyphitischen Reaktionsprodukten besteht.

Plagioklas:

Dieser zeigt sich sehr gut erhalten, mit auffallend reichen Zwillingsbildungen und sehr gut ausgeprägten Spaltrissen. Teilweise tritt undulöses Auslöschchen auf, Zonarität konnte jedoch nicht beobachtet werden. Die Individuen sind plattig nach M und durchwegs recht groß, mit den Abmessungen $0,24 \text{ mm} \times 0,57 \text{ mm}$ und $0,54 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$. In der Hauptmenge herrschen Dimensionen von $0,45 \text{ mm} \times 0,83 \text{ mm}$ vor. Die Kristalle sind meist hypidiomorph.

Mit Hilfe des Universaldrehtisches sind als Zwillingsgesetze das Albit-Gesetz, das Karlsbad-Gesetz und das Albit-Karlsbad-Gesetz bestimmt worden. Sehr häufig sind alle drei Gesetze an einer Zwillingsbildung realisiert. Dabei ergibt sich ein Gehalt von 70 % An. Als Brechungsquotient (Einbettungsmethode) ist $n_y = 1,568$, was ebenfalls 70 % An entspricht. Bei dieser Zusammensetzung ist eine optische und auch röntgenographische Trennung in Hoch- und Tiefform kaum möglich (siehe BAMBAUER et al. 1967 und BURRI et al. 1967). Jedoch legen die folgenden Werte $\Delta(\theta)_1 = 2,06^\circ$ und $\Delta(\theta)_2 = 0,0^\circ$ die Annahme eines Tiefplagioklases nahe.

Durch die Magnetseparation läßt sich — bei entsprechender Korngröße des Pulvers — der Plagioklas sehr rein von den anderen Gemengteilen abtrennen. Daher konnte auch eine chemische Teilanalyse ausgeführt werden.

Diese ergab die Werte für die Oxyde

Na ₂ O =	3,40 Gew.-%
K ₂ O =	0,15 Gew.-%
CaO =	14,20 Gew.-%

Der An-Gehalt ergibt sich daraus mit 70 % und die Zusammensetzung des Plagioklases errechnet sich wie folgt:

Or :	1
Ab :	30
An :	69

Klinopyroxen:

Die Kristalle liegen gut ausgebildet, ohne besondere Endbegrenzung vor, mit einer Durchschnittsgröße zwischen $0,24 \text{ mm} \times 0,60 \text{ mm}$ und $0,54 \text{ mm} \times 0,96 \text{ mm}$. Einzelne Körner sind wesentlich größer. Die Eigenfarbe ist ein helles Braun bis Graubraun. Pleochroismus wurde nicht beobachtet. An einigen Pyroxenkörnern ist Uralitbildung zu sehen.

Aus der unter dem Mikroskop beobachteten Auslöschungsschiefe und Doppelbrechung, sowie aus der Bestimmung mit dem U-Tisch, die eine Auslöschungsschiefe von n_z/c mit 41° und die Größe des optischen Achsenwinkels $2V_z = 50^\circ$ ergab, läßt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit sagen, daß es sich dabei um einen Augit handelt.

Das Vorhandensein von Orthopyroxen ist in diesem Handstück optisch nicht mit Sicherheit nachzuweisen.

Da auf Grund der großen Schwierigkeiten, die die magnetische Trennung des Pyroxens von den anderen dunklen Gemengteilen bereitete — auch der Versuch der Trennung durch schwere Flüssigkeiten führte zu keinem Erfolg — nur eine Anreicherung von Pyroxen erzielt werden konnte, erbrachte auch eine, wohl ausgeführte, chemische Analyse keine Möglichkeit, den Pyroxen näher einzustufen.

Kelyphit:

In konzentrischen Zonen angeordnete, feinkörnige Mineralanhäufungen (Reaktionszonen) finden sich in allen Schlibfbildern und bilden da teils zusammengehörige, teils einzelne, von unregelmäßigen Rissen durchzogene Kornaggregate, deren Größe sehr unterschiedlich ist. Die kugeligen Gebilde haben einen Durchmesser zwischen 0,4 mm bis fast 2 mm, während die schlauchartigen Anteile bis zu einer Größe von ca. $4,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ anwachsen können. Woraus diese kelyphitischen Bildungen im einzelnen bestehen, konnte optisch, infolge zu kleiner Korngrößen, nicht in allen Details bestimmt werden. Das ursprüngliche Zentralmineral ist nicht mehr zu sehen, sondern nur mehr Umsetzungsprodukte von äußerster Feinheit. Mit Sicherheit konnte in der Rinde, also im eigentlichen Kelyphit, Spinell optisch nachgewiesen werden; er findet sich in wurmartigen, kurzen, stark lichtbrechenden Aggregaten von leicht grünlicher Farbe. Spinell bildet auch symplektitische Verwachsungen mit anderen Phasen, die aber oft nicht eindeutig aufzulösen waren. Wahrscheinlich bildet die röntgenographisch nachgewiesene, aber optisch nur schwierig zu bestimmende Hornblende (auf Grund der kleinen Größe) Verwachsungen mit dem Spinell, wobei beide in den kelyphitischen Reaktionssäumen zu suchen sind. Nach Messungen von H. HERITSCH müßten die als Hornblende angesprochenen Körner optisch positiv sein (pargasitische Hornblende). Die Kelyphite waren weiters noch Gegenstand einer röntgenographischen Untersuchung (Debye-Scherrer-Aufnahme), die mit Sicherheit das Vorhandensein von Amphibol (Hornblende) und Chlorit zeigt; wegen der starken Überlagerung von Linien ist zwar wahrscheinlich, aber nicht mit Sicherheit nachgewiesen: Orthopyroxen, Spinell und Plagioklas, eventuell auch etwas Klinopyroxen. Die Auflösung eines Materials aus so vielen Phasen ist natürlich wegen der vielen Koinzidenzen immer schwierig.

Dunkle Gemengteile:

Wie schon erwähnt, war es trotz vielfacher Versuche jedoch nicht möglich, die dunklen Gemengteile in zufriedenstellender Reinheit getrennt zu erhalten. Insbesondere war es nicht möglich, den Pyroxen rein abzutrennen und anzureichern. Deshalb mußte die Gesamtheit der dunklen Gemengteile chemisch analysiert werden und versuchsweise der Mineralbestand aus dieser chemischen Analyse berechnet werden, unter der Annahme, daß die geringen Mengen des Klinopyroxens vernachlässigt werden können.

Eine chemische Analyse der gesamten dunklen Gemengteile ist in Tab. 1 ausgewiesen. Diese Tabelle enthält auch den Versuch der Berechnung der Gemengteile.

Die Benennung der Hornblende erfolgte sowohl nach DEER, HOWIE & ZUSSMAN 1963, als auch nach LEAKE 1968.

Danach ergibt sich, daß diese Hornblende den Charakter einer Magnesiahornblende an der Grenze zu edenitischer bis pargasitischer Hornblende trägt.

Gesamter gabbroider Anteil:

Eine chemische Analyse des gesamten gabbroiden Anteiles ist mit ihren Berechnungen in Tabelle 2 festgehalten.

Der Magmentyp liegt nach BURRI 1959 zwischen der Natronreihe mit Na-trongabbroider bis essexitgabbroider bzw. theralitgabbroider bis berondritischer Zusammensetzung und der Kalkalkalireihe mit pyroxenitischer bzw. gabbroider bis fm-gabbroider Zusammensetzung. Die Tabelle 3 gibt einen Vergleich des gabbroiden Anteiles $U\ 4/5-a$ und des amphibolitischen Anteiles $U\ 4/5-\beta$ mit Magmentypen nach BURRI 1959 und mit einem Hypersthengabbro, einem Olivinnorit und einem Olivingabbro nach ROSENBUSCH 1923.

Nach den Tabellen von NOCKOLDS 1954 ist das bearbeitete Gestein in den Typus Diorite und Gabbros einzuordnen; vergleichbare Gesteine sind nach ROSENBUSCH 1923 Olivinnorit und Hypersthengabbro, doch da der ursprüngliche Zustand unbekannt ist, ist es sehr schwierig, zu einer eindeutigen Namensgebung zu gelangen. Die Berechnung des modalen Mineralbestandes ist in einem so komplex zusammengesetzten Gestein ohne die Kenntnis der einzelnen Mineralphasen nicht durchzuführen.

Amphibolitischer Anteil

Bei der Umwandlung des Gabbros, die sich Schritt für Schritt verfolgen läßt, bleiben die Umriss der Komponenten erhalten.

Plagioklas:

Die Individuen werden von den Veränderungen nicht betroffen und sind in völlig gleicher Weise wie im gabbroiden Anteil ausgebildet. Ihre Größe, Verzwilligungen und ihr Anorthitgehalt von 70 % bleiben unverändert.

Klinopyroxen:

Der Anteil an Pyroxenkristallen geht im Vergleich zu $U\ 4/5-a$ sehr stark zurück, außerdem sind die Kristalle meistens fast vollkommen in ein Gemenge von Chlorit und Amphibol umgewandelt. Die ursprünglichen Umriss sind aber noch zu erkennen; einige Körner sind sogar noch sehr gut erhalten, so daß an einem mit Hilfe des U-Tisches eine Verzwilligung nach (100) und eine Auslöschungsschiefe von $40^\circ - 45^\circ$ bestimmt werden konnte.

Kelyphit:

Dieser behält ebenfalls seine Ausbildung bei, wobei man die ursprünglichen konzentrischen Anlagen noch erkennen kann. Der Mineralbestand setzt sich ebenfalls aus einem Gemenge von Chlorit und Amphibol (mit Spinell) zusammen.

Hornblende:

Sie ist feinfasrig ausgebildet, die Korngrößen erreichen aber bis 0,50 mm mal 1,2 mm. Die Individuen erscheinen farblos mit kaum merkbarem Pleochroismus, der für Z hellbraun ist. Die Auslöschungsschiefe erreicht 25° . In einzelnen Hornblendeindividuen sind noch Spinellschläuche erhalten.

Chlorit:

Dieser tritt in feinsten Blättchen auf; er ist farblos, nur an manchen Stellen kaum merklich gelbgrün. Der Brechungskoeffizient beträgt $n_y = 1,59$; die Individuen erweisen sich als fast einachsiger und positiv, womit die Annahme, daß es sich um einen Klinochlor handelt, gerechtfertigt erscheint.

Erz:

An Erz wurde Magnetit festgestellt.

Dunkle Gemengteile:

Ähnlich wie im gabbroiden Anteil gelang eine magnetische Separation bzw. Abtrennung durch schwere Flüssigkeiten nur für den Plagioklas. Die dunklen Gemengteile, hier also Reste des Pyroxens, der Hornblende, des Chlorits, Spinells und des Erzes, konnten nur als Einheit verarbeitet werden.

Eine chemische Analyse der gesamten dunklen Anteile, sowie deren Berechnung und die Formelschreibung der errechneten Hornblende ist in Tabelle 4 wiedergegeben. Dabei wurden in dieser Berechnung die geringen Mengen an Pyroxen und die unbedeutenden Spuren an Erz nicht berücksichtigt.

Die Benennung der Hornblende erfolgte auf die gleiche Weise wie vorhin beschrieben. Hier handelt es sich ebenfalls um eine Magnesiahornblende bis edenitische Hornblende, jedoch ohne Tendenz zu einer pargasitischen Hornblende.
Gesamter amphibolitischer Anteil:

Eine chemische Analyse des gesamten amphibolitischen Anteiles sowie die NIGGLI-Werte und die Norm enthält die Tabelle 5.

Wie zu erwarten sind die beiden Anteile chemisch nur sehr gering unterschieden, was auch aus dem Magmenvergleich in Tabelle 3 hervorgeht. Nach BURRI 1959 ist der Magmentyp gabbroid bis fm-gabbroid, liegt zwischen Natronreihe und Kalkkalkalreihe, mit einer Tendenz zu letzterer. Nach NIGGLI 1923 weist dieser Magmentyp, so wie der vom gabbroiden Anteil U 4/5— α , bereits eine leichte Neigung zu einem hornblenditischen Magma auf, doch kommt dies in diesem amphibolitischen Anteil des Mischgesteins etwas stärker zum Ausdruck.

Zusammenfassung

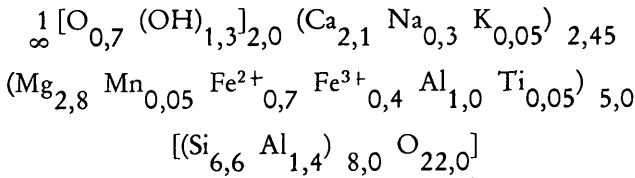
An einem Block von der Größe 30 cm \times 18 cm \times 16 cm, des von STINY 1915 bekannt gemachten Fundpunktes gabbroider Gesteine in Amphiboliten der Mugelgneise, kann ein Übergang von einem Gabbro in einen Amphibolit beobachtet werden. Dieser Übergang erfolgt längs einer wolkig unregelmäßigen Zone. Bemerkenswert ist, daß der basische Plagioklas von der Umwandlung nicht betroffen wurde und in beiden Teilen gleich gut durchsichtig und reich verzwillingt ist und so seinen magmatischen Ursprung erkennen läßt.

Die dunklen Gemengteile des gabbroiden Anteiles, Klinopyroxen und sehr feinkörnige Symplektite, wandeln sich schließlich in eine fasrige Hornblende und Chlorit um. Der Einfluß des Wassers hiebei ist offensichtlich. Dieser Vorgang läuft ohne wesentliche Durchbewegung ab.

T a b. 1: Dunkle Gemengteile des gabbroiden Anteiles U 4/5— α ,
Fundpunkt Utschgraben, Analytiker U. HERMANN

Gew.-%		Mineralbestand und dessen Gewichtsprozentanteile:	
			Gew.-%
SiO ₂	44,21		
Al ₂ O ₃	14,50		
TiO ₂	0,37		
Fe ₂ O ₃	3,37	Klinochlor	4,7
FeO	5,29	Spinell	2,3
MnO	0,11	Orthopyroxen	
MgO	15,64	(Enstatit)	4,8
CaO	11,63	Amphibol	
Na ₂ O	1,04	(Hornblende)	88,2
K ₂ O	0,18		100,0
P ₂ O ₅	sp.		
H ₂ O+, —	3,78		
	100,12		

Formelschreibung der daraus errechneten Hornblende:



T a b. 2: Gesamter gabbroider Anteil U 4/5— α

Gew.-%	Fundpunkt Utschgraben Analytiker U. HERMANN		Norm		
	NIGGLI-Werte				
SiO ₂	44,39	al	23	Or	0,7
Al ₂ O ₃	18,88	fm	49	Ab	12,8
TiO ₂	0,25	c	25	An	46,8
Fe ₂ O ₃	3,59	alk	3	Wo	4,8
FeO	3,59			En	12,0
MnO	0,06			Fs	3,5
MgO	11,95	si	92,14	Ol	13,4
CaO	11,21	mg	0,75	Il	0,5
Na ₂ O	1,45	k	0,05	Mt	5,5
K ₂ O	0,12				
P ₂ O ₅	—				
H ₂ O ₊ , —	5,17				
	<u>100,66</u>				

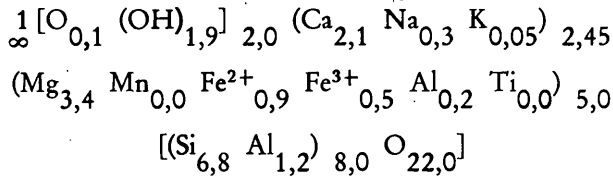
T a b. 3: Vergleich der Gesamtgesteine U 4/5— α und U 4/5— β mit Magmentypen nach BURRI 1959 und mit einem Hypersthengabbro bzw. einem Olivinnorit und Olivingabbro nach ROSENBUSCH 1923.

	si	al	fm	c	alk	k	mg
Essexitgabbroid	95	20	49	21,5	9,5	0,25	0,5
Berondritisch	90	20	40	32	8	0,25	0,5
Ariégitisch	80	19	49	31	1	—	0,8
Fm-gabbroid	80	24	54	17	5	0,2	var.
Gabbro U 4/5— α amphibolitischer	93	23	49	25	3	0,05	0,75
Gabbro U 4/5— β	86	23	50	24	3	0,05	0,8
Hypersthengabbro	90	22	45	31	2	0,07	0,7
Olivinnorit	91	21	52	23	3	0,26	0,75
Olivingabbro	97	22	49	25	4	0,1	0,7

Tab. 4: Dunkle Gemengteile des amphibolitischen Anteiles U 4/5— β
Fundpunkt Utschgraben
Analytiker U. HERMANN

	Gew.-%	Mineralbestand und dessen Gewichtsprozentanteile:	Gew.-%
SiO ₂	41,02		
Al ₂ O ₃	14,24		
TiO ₂	0,11		
Fe ₂ O ₃	3,28	Klinochlor	20,8
FeO	5,49	Spinell	6,0
MnO	0,14	Amphibol	
MgO	20,63	(Hornblende)	73,2
CaO	9,90		<hr/> 100,0
Na ₂ O	0,75		
K ₂ O	0,19		
P ₂ O ₅	—		
H ₂ O+, —	4,34		
	<hr/> 100,09		

Formelschreibung der daraus errechneten Hornblende:



Tab. 5: Gesamter amphibolitischer Anteil U 4/5— β Fundpunkt Utschgraben
Analytiker U. HERMANN

	Gew.-%	NIGGLI-Werte	Norm	
SiO ₂	43,92	al 23	Or	0,8
Al ₂ O ₃	20,29	fm 50	Ab	8,1
TiO ₂	0,05	c 24	Ne	3,1
Fe ₂ O ₃	2,20	alk 3	An	49,2
FeO	3,67		Wo	3,9
MnO	0,07		En	5,4
MgO	13,78	si 86	Fs	5,1
CaO	11,48	mg 0,81	Ol	21,0
Na ₂ O	1,59	k 0,05	Il	0,1
K ₂ O	0,13		Mt	3,3
P ₂ O ₅	—			
H ₂ O+, —	2,92			
	<hr/> 100,10			

Literatur

- ANGEL F. 1924. Gesteine der Steiermark. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 60:1 bis 302.
- BAMBAUER H. U., CORLETT M., EBERHARD E. & VISWANATHAN K. 1967. Diagrams for the determination of plagioclases using X-ray powder methods. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 47:333-349.
- BURRI C. 1959. Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage. Birkhäuser, Basel.
- BURRI C., PARKER R. L. & WENK E. 1967. Die optische Orientierung der Plagioklasse. Birkhäuser, Basel.
- DEER W. A., HOWIE R. A. & ZUSSMAN J. 1963. Rock-forming Minerals 2. Longmans, London.
- HERITSCH H. 1966. Pyroxene mit Entmischungslamellen in gabbroartigen Gesteinen des steirischen Randgebirges. Anz. math.-naturwiss. Kl. Österr. Akad. Wiss.:136-139.
- LEAKE B. E. 1968. A catalog of analyzed calciferous and subcalciferous amphiboles together with their nomenclature and associated minerals. Geol. Soc. Amer., Spec. Paper, 98.
- NIGGLI P. & BEGER P. J. 1923. Gesteins- und Mineralprovinzen I. Borntraeger, Berlin.
- NOCKOLDS S. R. 1954. Average chemical compositions of some igneous rocks. Bull. geol. Soc. Amer., 65:1007-1032.
- ROSENBUSCH H. & OSANN A. 1923. Elemente der Gesteinslehre. Schweizerbarth, Stuttgart.
- STINY J. 1915. Neue und wenig bekannte Gesteine aus der Umgebung Bruck/Mur. N. Jb. Min. 1915/I:91-111.
- 1932. Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Leoben und Bruck a. d. Mur, 1 : 75.000. Geol. B.-A., Wien.

Anschrift des Verfassers: Dr. Ulf HERMANN, Universität Graz, Inst. f. Mineralogie und Petrographie, Universitätspl. 2, A-8010 G r a z.