

Aus dem Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie der Karl-Franzens-Universität Graz

Chemische Untersuchungen am gebänderten Plagioklasgneis und Bänderamphibolit (feingebändert) der Gleinalpe, Steiermark

Von Thilo TEICH

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle (im Text)

Eingelangt am 2. Juli 1986

Wie aus der Geologischen Karte, Blatt 162 Köflach (BECKER, 1979), hervorgeht, wird der im Kristallin der Gleinalpe, südöstlich von Knittelfeld, im Rauchaugraben anzutreffende „metablastische“ Amphibolitzug (vulkanogener Komplex) im Westen vom gebänderten Plagioklasgneis (Gneiskomplex) und im Osten vom Aplitamphibolit, Bänderamphibolit (vulkanogener Komplex) bzw. Bänderamphibolit (feingebändert) nach SCHUMACHER 1972 begrenzt.

Für die vorliegende Untersuchung wurde daher in diesem Gebiet (Abb. 1) aus den zu beiden Seiten des „metablastischen“ Amphibolituzuges anstehenden Gesteinsformationen jeweils eine Probe bestehend aus gebändertem Plagioklasgneis und Bänderamphibolit (feingebändert) entnommen.

Dabei wird versucht, der Frage nachzugehen, ob der „metablastische“ Amphibolit (kalkalkalischer, basischer Meta-Andesit mit hohem Kalium-Gehalt nach TEICH 1985, 1986a und 1987) genetisch eventuell mit dem gebänderten Plagioklasgneis oder Bänderamphibolit in Verbindung steht oder ob der „metablastische“ Amphibolitzug zu seinen Umgebungsgesteinen eine isolierte Position einnimmt.

Über Geologie und Petrographie des gebänderten Plagioklasgneises und Bänderamphibolites informieren die umfassenden Arbeiten von SCHUMACHER 1972 (mit besonders ausführlicher Handstücks- und Dünnschliffbeschreibung), SCHUMACHER 1974, BECKER & SCHUMACHER 1972, BECKER 1973 und 1980 bzw. FLÜGEL & NEUBAUER 1984.

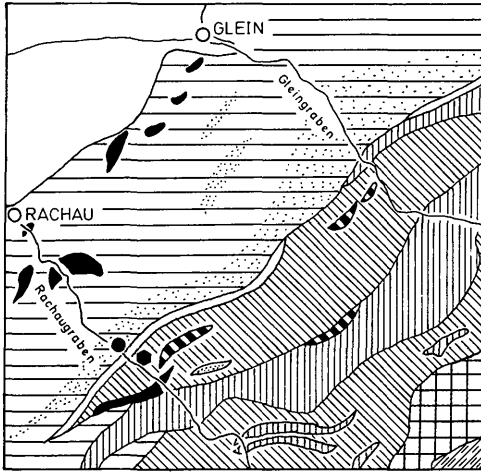
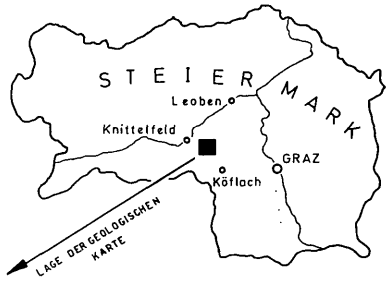
Einen Eindruck von dem makroskopischen Aussehen der untersuchten Gesteine vermittelt Abb. 2, wo die aus den Gesteinshandstücken herausgeschnittenen Gesteinsplatten abgebildet sind. Vom Gesamtfarbeindruck her zeigt der gebänderte Plagioklasgneis eine graue Farbe, der Bänderamphibolit dagegen ist graugrün gefärbt. Dabei stechen besonders die in beiden Gesteinen (vgl. Abb. 2) auftretenden hellen und dunklen Lagen (Bänderung der Gesteine) hervor, für deren Entstehung BECKER 1980 (vgl. auch HERITSCH 1963 und PROSSNIGG 1969) eine Migmatese annimmt, während FRANK et al. 1976 darin eine Wechsellagerung von dazitischen und basaltischen Vulkaniten sehen. Über die Mineralbestände des gebänderten Plagioklasgneises und Bänderamphibolites geben in ausführlichster Weise die Arbeiten der vorhin erwähnten Autoren Auskunft.

AUSSCHNITT AUS DER GEOLOGISCHEN KARTE DER REPUBLIK ÖSTERREICH
162 KÖFLACH

nach L.P BECKER 1979

Entnahmepunkte der Gesteine:

- gebänderter Plagioklasgneis, Rachaugraben, Gleinalpe
- Bänderamphibolit (feingebändert), Rachaugraben, Gleinalpe



	Blockschotter	
	Gemeiner Amphibolit	AMPHIBOLIT-KOMPLEX
	Serpentin	
	Augengneis	
	Plagioklasgneis/gebändert	
	Granitgneis	GNEIS-KOMPLEX
	Bänderamphibolit, Aplit amphibolit	VULKANOGENER KOMPLEX
	Hornblende - Biotit - Aplitgneis/augig	
	Metablastischer Amphibolit	
	Amphibolit im allgemeinen	

Abb. 1: Lage der Gesteinsfundpunkte.

Dennoch soll an dieser Stelle kurz auf die im Dünnschliff feststellbaren modalen Mineralphasen der untersuchten Gesteine eingegangen werden. Beide Gesteine führen Quarz, normal und invers zonare Plagioklase, Biotit, Chlorit, Sericit (feinkörniger Muskovit), Granat, Epidot, Klinozoisit, Apatit und opake Anteile.

Vom Mineralbestand her gesehen besteht der Unterschied zwischen den beiden Gesteinen nur darin, daß der gebänderte Plagioklasgneis Mikroklinperthit und Muskovit enthält, wobei grüne Hornblende fehlt. Der Bänderamphibolit dagegen führt grüne Hornblende, dafür sind Mikroklinperthit und Muskovit nicht vertreten. Außerdem enthält der gebänderte Plagioklasgneis reichlich Biotit, und der durchschnittliche, aus der chemischen Gesteinszusammensetzung errechnete Anorthitgehalt der Plagioklase liegt bei 27% (Oligoklas). Der Bänderamphibolit dagegen weist einen deutlich geringeren Biotitgehalt auf, und der durchschnittliche, ebenfalls aus der chemischen Zusammensetzung des Gesteins errechnete Anorthitgehalt der Plagioklase liegt bei 33% (Andesin).

Die chemischen Analysen und normativen Mineralbestände der untersuchten Gesteine sind in Tab. 1 angeführt. Dazu muß jedoch angemerkt werden, daß es sich dabei um die chemische Durchschnittszusammensetzung des gebänderten Plagioklasgneises und Bänderamphibolites handelt, das heißt, auf eine Abtrennung der hellen Gesteinslagen von den dunklen Gesteinslagen wurde bewußt verzichtet.

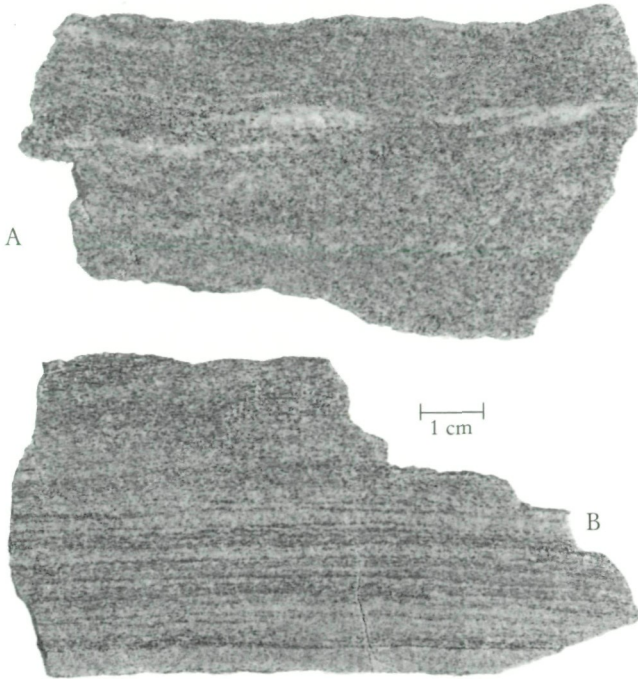


Abb. 2: Aus Handstücken herausgeschnittene Gesteinsplatten:
A gebänderter Plagioklasgneis, Gleinalpe, Rachaugraben
B Bänderamphibolit (feingebändert), Gleinalpe, Rachaugraben

Dieser Vorgangsweise liegt die Beobachtung zugrunde, daß der „metablastische“ Amphibolitzug, der im Rachaugraben den gebänderten Plagioklasgneis vom Bänderamphibolit trennt, aus drei verschiedenen Gesteinstypen aufgebaut wird, die im Handstück auf Grund ihrer Gefügemerkmale deutlich voneinander zu unterscheiden sind. Neben einem mehr oder weniger richtungslos grobkörnigen „metablastischen“ Amphibolit-Typ kann mit freiem Auge auch noch zwischen einem schwach gebänderten und leicht verfalteten und einem stark gebänderten und intensiv kleinverfalteten (vgl. dazu auch SCHUMACHER 1972) Gesteinstyp unterschieden werden. Die chemische Untersuchung der „metablastischen“ Amphibolit-Typen (TEICH 1985, 1986a, 1987) belegt nun einen einheitlichen dioritischen bzw. andesitischen Magmentyp, was bedeutet, daß die zunehmende Bänderung und Verfaltung des „metablastischen“ Amphibolites nur im Rahmen einer isochemischen Metamorphose bei gleichzeitiger Deformation des Gesteins erfolgt sein kann und der Anlaß war, die chemische Durchschnittszusammensetzung des gebänderten Plagioklasgneises und Bänderamphibolites zu bestimmen.

Wie ein ebenfalls in Tab. 1 ausgewiesener Vergleich mit den chemisch entsprechenden Durchschnittszusammensetzungen nach NOCKOLDS et al. 1978 zeigt, weist der gebänderte Plagioklasgneis eine chemische Zusammensetzung auf, die einem granodioritischen bzw. rhyodazitischen Magma entspricht, wohingegen der Bänderamphibolit vom Magmentyp her als Tonalit bzw. Dazit zu bezeichnen ist.

Das gleiche Ergebnis erhält man, wenn man die aus den chemischen Analysen berechneten Normzusammensetzungen der Gesteine in die hier nicht ausgeführten

Tab. 1: Chemische Zusammensetzungen und C.I.P.W.-Normen der untersuchten Gesteine und Vergleich mit den entsprechenden chemischen und normativen Durchschnittszusammensetzungen nach NOCKOLDS et al. 1978. Analytiker: T. TEICH.

	1	2	3	4	5	6	
SiO ₂	65,02	66,75	66,15	66,88	62,68	66,27	
TiO ₂	0,78	0,84	0,62	0,57	0,57	0,66	
Al ₂ O ₃	16,02	13,30	15,56	15,66	17,07	15,39	
Fe ₂ O ₃	1,66	2,62	1,36	1,33	2,31	2,14	
FeO	4,55	3,86	3,42	2,59	3,01	2,23	
MnO	0,10	0,11	0,08	0,07	0,12	0,07	
MgO	2,75	2,58	1,94	1,57	2,44	1,57	
CaO	2,56	4,14	4,65	3,56	6,14	3,68	
Na ₂ O	3,76	3,99	3,90	3,84	3,82	4,13	
K ₂ O	2,17	0,63	1,42	3,07	1,21	3,01	
P ₂ O ₅	0,14	0,11	0,21	0,21	0,16	0,17	
H ₂ O ⁺	1,20	0,96	0,69	0,65	0,46	0,68	
H ₂ O ⁻	0,19	0,10	-	-	-	-	
Σ Gew.-%	100,90	99,99	100,00	100,00	99,99	100,00	
Qu	23,00	27,73	24,2	22,0	19,0	20,8	
Or	12,81	3,72	8,3	18,4	7,2	17,8	
Ab	31,83	33,78	33,0	32,5	32,0	35,1	
An	11,76	16,51	20,9	16,4	26,1	14,5	
C	3,17	-	-	-	-	-	
Di	{ Wo	-	1,37	0,4	-	1,5	1,3
	{ En	-	0,82	0,2	-	1,0	0,9
	{ Fs	-	0,48	0,1	-	0,4	0,3
Hy	{ En	6,85	5,60	4,6	3,9	5,1	3,0
	{ Fs	5,87	3,27	4,0	2,9	2,5	1,0
Mt	2,41	3,80	2,1	1,9	3,3	3,0	
Il	1,48	1,59	1,2	1,1	1,1	1,4	
Ap	0,33	0,26	0,5	0,5	0,3	0,4	

1 Gebänderter Plagioklasgneis, Rachaugraben, Gleinalpe

2 Bänderamphibolit (feingebändert), Rachaugraben, Gleinalpe

Chemische Durchschnittszusammensetzungen nach NOCKOLDS et al. 1978 für:

3 Tonalite

5 Dazitite und Dazitite-Obsidiane

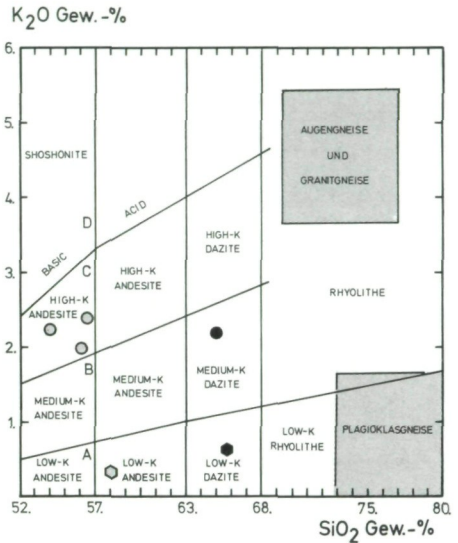
4 Granodiorite

6 Rhyodazitite und Rhyodazitite-Obsidiane

STRECKEISEN-Diagramme: Quarz (Q) – Alkalifeldspat (A) – Plagioklas (P) für Plutonite (STRECKEISEN 1973) und Vulkanite (STRECKEISEN 1978) einträgt. Der Projektionspunkt des gebänderten Plagioklasgneises (mit der Normzusammensetzung $Q = 29 - A = 16 - P = 55$) liegt im Diagramm für plutonische Gesteine im Grandioritfeld 4 bzw. im Diagramm für vulkanische Gesteine im Rhyodazitfeld 4, und der darstellende Punkt des Bänderamphibolites (mit der Normzusammensetzung $Q = 34 - A = 5 - P = 61$) befindet sich im Diagramm für Plutonite im Tonalitfeld 5 bzw. im Diagramm für Vulkanite im Dazitfeld 5.

Zieht man für die Deutung der untersuchten Gesteine das Gedankengut der Plattentektonik heran und setzt voraus, daß es sich beim gebänderten Plagioklasgneis und Bänderamphibolit um ehemalige Vulkanite handelt und trägt die chemischen Daten der bearbeiteten Gesteine in das gewichtsprozentische Variationsdiagramm $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ für Vulkanite (Abb. 3) nach PECCERILLO & TAYLOR 1976 ein, so kann der gebänderte Plagioklasgneis als kalkalkalischer Dazit mit mittlerem Kaliumgehalt und der Bänderamphibolit als kalkalkalischer Dazit mit niedrigem Kaliumgehalt bezeichnet werden.

Abb. 3: Variationsdiagramm $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ in Gewichtsprozent für Vulkanite nach PECCERILLO & TAYLOR 1976 zur Unterscheidung von Gesteinsreihen; A = low-K-kalkalkalische, bzw. Inselbogentholeiitische, B = medium-K-kalkalkalische, C = high-K-kalkalkalische und D = shoshonitische Reihe. Folgende Gesteine sind mit entsprechenden Signaturen versehen in das Diagramm eingetragen: Bänderamphibolit, Rauchaugraben, Gleinalpe – schwarz ausgefülltes Sechseck; gebänderter Plagioklasgneis, Rauchaugraben, Gleinalpe – schwarz ausgefüllter Kreis; feingebänderter Amphibolit, Birker Höhe, Gabelstraße, Gleinalpe (TEICH 1986a) – grau ausgefülltes Sechseck; 3 metablastische Amphibolite, Rauchaugraben, Gleinalpe (TEICH 1985, 1986a und 1987) – grau ausgefüllte Kreise; maximale Variationsbreite der Augengneise und Granitgneise bzw. Plagioklasgneise im Stub- und Gleinalmgebiet (vgl. TEICH 1986b) – große grau ausgefüllte Rechtecke.



Mit Hilfe der Abb. 3 kann aber auch eventuell die genetische Stellung des gebänderten Plagioklasgneises und Bänderamphibolites zu den umliegenden Gesteinen abgelesen werden. Im Sinne von TEICH 1986b, wobei der Versuch unternommen wurde, die chemisch bekannten „magmatischen“ Gesteine der Glein- und Stubalpe schematisch zu Vulkanitreihen zusammenzufassen und in die plattentektonischen Modellvorstellungen einzubauen, könnte der Bänderamphibolit (feingebändert) als Dazit einer ehemaligen kalkalkalischen low-K-Vulkanitassoziation interpretiert werden. Dies würde bedeuten, daß der feingebänderte Amphibolit vom Gabel (TEICH 1986a) und der Bänderamphibolit (feingebändert) aus dem Rauchaugraben in Verbindung mit den Plagioklasgneisen der Gleinalpe zu einer metamorphen kalkalkalischen Andesit-Dazit-Rhyolith-Assoziation mit niedrigem Kaliumgehalt zusammengefaßt werden könnten, wie sie für „Inselbogensysteme“ oder für die „ozeanische Kruste“ charakteristisch ist. Sofern man für letztere eine entsprechende plutonische bis subvulkanische Differentiationsabfolge (z. B.: Troodos – Ophiolithkomplex, Zypern, COLEMANN 1977) annimmt.

Der gebänderte Plagioklasgneis aus dem Rauchaugraben nimmt bei dieser Betrachtungsweise dagegen eine isolierte Position ein, die wohl zwischen den „metablastischen“ Amphiboliten aus dem Rauchaugraben und den Augengneisen bzw. Granitgneisen der

Glein- und Stubalpe (metamorphe high-K-kalkalkalische Andesit-Rhyolith-Assoziation eines „Kontinentalrandes“) liegt, andererseits aber doch deutlich davon abstehend, kann der mit einer chemischen Analyse belegte gebänderte Plagioklasgneis (metamorpher kalkalkalischer Dazit mit mittlerem Kaliumgehalt) einstweilen nicht eindeutig einer bestimmten „Gesteinsabfolge“ zugeordnet werden. Es ergeben sich daher mehrere Deutungsmöglichkeiten, das heißt, man kann den gebänderten Plagioklasgneis als „Inselbogenvulkanit“, ebenso aber auch als „Ozeanrückenvulkanit“ auffassen.

Außerdem besteht die Möglichkeit, im gebänderten Plagioklasgneis einen „Inselbogeninnenrandvulkanit“ zu sehen, wodurch eine Verbindung zu den Plagioklasgneisen hergestellt werden kann. Diese Deutungsvariante ergibt sich aus der Beobachtung, daß die Vulkanitabfolgen am inneren Inselbogenrand, gegenüber den Differenzationsabfolgen am äußeren Inselbogenrand, deutlich höhere Kaliumwerte aufweisen, wofür MIYASHIRO 1974 den Begriff „Zonierung der Inselbögen“ eingeführt hat.

Als wesentliches Ergebnis der chemischen Untersuchung ist festzuhalten, daß der gebänderte Plagioklasgneis die durchschnittliche chemische Zusammensetzung eines Grandiorites bzw. Rhodazites und der Bänderamphibolit (feingebändert) die durchschnittliche chemische Zusammensetzung eines Tonalites bzw. Dazites aufweist.

Vom Chemismus her entsprechen beide Gesteine eindeutig definierbaren Magmentypen, die unter dem Gesichtspunkt der Plattentektonik mit anderen im Gebiet der Gleinalpe auftretenden „magmatischen“ Gesteinen in Form von „Vulkanitabfolgen“ in Verbindung gebracht werden können. Das heißt, man könnte im gebänderten Plagioklasgneis einen metamorphen medium-K-kalkalkalischen Dazit und im Bänderamphibolit (feingebändert) einen metamorphen low-K-kalkalkalischen Dazit sehen. In Anlehnung an den „metablastischen“ Amphibolit (TEICH 1987) könnte man die Bänderung der Gesteine, ganz allgemein gesprochen, in folgender Weise interpretieren: Im Rahmen sich ändernder Metamorphosebedingungen werden die hell- und dunkelgefärbten Einsprenglinge in einem porphyrisch texturierten vulkanischen Ausgangsgestein zuerst durch Deformationsvorgänge ausgewalzt. Dadurch entstehen helle und dunkle Lagen. Chemisch gesehen bedeutet das, daß die chemische Zusammensetzung der hellen und dunklen Gesteinslagen zusammengenommen wiederum die chemische Ausgangszusammensetzung eines solchen Vulkanites ergibt. Ändert sich daher die Ausgangszusammensetzung, so ändert sich auch die Zusammensetzung der hellen und dunklen Gesteinslagen. Die weitere Bänderung der Gesteine wird, sofern die Metamorphosebedingungen an Ort und Stelle dies erlauben, durch die Bildung von Teilschmelzen in den Gesteinen bewirkt, wobei die gebildeten Teilschmelzmengen, die wiederum von den Metamorphosefaktoren abhängig sind, den Bänderungsgrad der Gesteine bestimmen.

Zur Ausführung dieser Arbeit standen mir die Mittel und Einrichtungen des Institutes für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie der Karl-Franzens-Universität Graz, Vorstand Univ.-Prof. Dr. E. M. WALITZI, zur Verfügung.

Literatur

- BECKER, L. P. (1973): Beiträge zur Gesteinskunde des Stub-/Gleinalpenzuges, Steiermark I. – Mitt. Joanneum, 1: 51–81, Graz 1973.
- BECKER, L. P. (1979): Geologische Karte der Republik Österreich, 1:50.000, Blatt 162, Köflach (mit Erläuterungen). Geol. B.-A., Wien 1979.

- BECKER, L. P. (1980): Erläuterungen zur Geologischen Karte, Blatt 162, Köflach. – Geol. B.-A., 57 S. Wien 1980.
- BECKER, L. P. & SCHUMACHER, R. (1972): Metamorphose und Tektonik in dem Gebiet zwischen Stub- und Gleinalpe, Steiermark. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 65: 1–31, Wien 1973.
- COLEMAN, R. G. (1977): Ophiolites. – Minerals and Rocks, 12, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York 1977.
- FLÜGEL, H. W. & NEUBAUER, F. (1984): Steiermark (Erläuterungen zur Geologischen Karte der Steiermark, 1:200.000). – Hrsgg. v. Geol. B.-A., 127 S., Wien 1984.
- FRANK, W., KLEIN, P., NOWY, W. & SCHARBERT, S. (1976): Die Datierung geologischer Ereignisse im Altkristallin der Gleinalpe (Steiermark) mit der Rb/Sr-Methode. – TMPM, 23: 191–203, Wien 1976.
- HERITSCH, H. (1963): Exkursion in das Kristallingebiet der Gleinalpe, Fensteralpen-Humpelgraben, Kleinthal. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 93: 159–177, Graz 1963.
- MIYASHIRO, A. (1974): Volcanic Rock Series in Island Arcs and Active Continental Margins. – Amer. J. Sc., 274: 321–355, New Haven/Connecticut 1974.
- NOCKOLDS, S. R., KNOX, R. W. O. B. & CHINNER, G. A. (1978): Petrology for Students. – Cambridge University Press, Cambridge 1978.
- PECCERILLO, A. & TAYLOR, S. R. (1976): Geochemistry of Eocene calcalkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. – Contrib. Mineral. Petrol., 58: 63–81, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York 1976.
- PROSSNIGG, W. (1969): Untersuchungen an granitoiden Gesteinen und Amphiboliten der Gleinalpe (Steiermark). – Diss. Univ. Graz, 244 S., Graz 1969.
- SCHUMACHER, R. (1972): Die Geologie des Südwest-Randes des Gleinalm-Massivs. – Diss. Univ. Graz, 181 S., Graz 1972.
- SCHUMACHER, R. (1974): Beiträge zur Gesteinskunde des Stub-/Gleinalpenzuges, Steiermark II. – Min. Mitt. Joanneum, 41: 12–36, Graz 1974.
- STRECKEISEN, A. (1973): Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendations. – By the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. – N. Jb. Miner. Mh., 4: 149–164, Stuttgart 1973.
- STRECKEISEN, A. (1978): Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic Rocks. Recommendations and Suggestions. – N. Jb. Miner. Abh., 134/1: 1–14, Stuttgart 1978.
- TEICH, T. (1985): Genetische Überlegungen zum metablastischen Amphibolit der Gleinalpe und Dioritporphyrit der Hochalpe in der Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 115: 37–45, Graz 1985.
- TEICH, T. (1986a): Chemische Untersuchungen an Amphiboliten der Glein- und Stubalpe, Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 116: 63–70, Graz 1986.
- TEICH, T. (1986b): „Gesteinsassoziationen“ im Stub- und Gleinalpengebiet. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 116: 71–77, Graz 1986.
- TEICH, T. (1987): Die „metablastischen“ Amphibolit-Typen im Rachaugraben der Gleinalpe, Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 117: 35–38, Graz 1987.

Anschrift des Verfassers: Dr. Thilo TEICH, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie der Karl-Franzens-Universität Graz, Universitätsplatz 2, A-8010 Graz, Österreich.