

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

Chemische Untersuchungen an Amphiboliten der Glein- und Stubalpe, Steiermark

Von Thilo TEICH

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle (im Text)

Eingelangt am 6. September 1985

Zusammenfassung: An Hand einer chemischen Untersuchung wird gezeigt, daß es sich bei dem im „metablastischen“ Amphibolit (Diorit-Granodiorit) der Gleinalpe (Rachaugraben) auftretenden „verfalteten“ Diorit, der durch das Auftreten von Granat gekennzeichnet ist, ebenfalls um einen metamorphen kalkalkalischen (CA), basaltnahen Andesit (basic high-K Andesit einer CA-Serie) mit hohem Kalium-Gehalt handelt, der von dem unmittelbar daneben liegenden grobkörnigen Diorit, der die gleiche chemische Zusammensetzung aufweist, abgeleitet werden kann. Durch unterschiedliche Metamorphosebedingungen, wahrscheinlich kommt hier dem Wasser eine bedeutende Rolle zu, entsteht unter „nassen“ Bedingungen aus dem Andesit der „verfaltete“ Diorit, während unter „trockenen“ Bedingungen aus dem Andesit der Diorit gebildet wird. Ein genetischer Zusammenhang mit den Augengneisen (kalkalkalische Meta-Rhyolite) erscheint möglich, da ein mit dem Augengneis in Kontakt stehendes feinkörniges Gestein aus dem Bereich westlich von Markt Übelbach in der Gleinalpe ebenfalls die chemische Zusammensetzung eines kalkalkalischen basic high-K Andesites aufweist, bzw. man könnte darin eine ehemalige „Kontinentalrand“-Andesit-Rhyolith-Assoziation sehen, die später einer Metamorphose unterworfen wurde.

Dagegen handelt es sich bei einem in unmittelbarer Nähe zum Augengneis gelegenen Amphibolit aus dem Bereich der Birker Höhe in der Stubalpe chemisch um einen metamorphen, tholeiitischen (TH), sauren Andesit (acid low-K Andesit einer TH-Serie) mit geringem Kalium-Gehalt.

Einleitung

Auf Grund einer chemischen Untersuchung konnte TEICH 1985 den Nachweis erbringen, daß der im Kristallin der Gleinalpe und im Rachaugraben aufgeschlossene, grobkörnig ausgebildete, „metablastische“ Amphibolit (Diorit-Granodiorit des „Kernbereichs“ nach SCHUMACHER 1972) mit großer Wahrscheinlichkeit genetisch als metamorpher kalkalkalischer basischer Andesit mit hohem Kaliumgehalt (basic high-K Andesit) aufzufassen ist.

Ausschlaggebend für diese Deutung war nicht nur die chemische, stark Kalium-betonte andesitische bzw. dioritische Zusammensetzung des Gesteins, sondern auch die Ausbildung der Mineralkomponenten im Handstück bzw. Dünnschliff und nicht zuletzt das geologische Auftreten in Form eines schmalen langgestreckten Bandes. Vor allem im Handstück treten auffällige, an „Einsprenglinge“ erinnernde cm-große Plagioklasaugen auf, die in einer „Grundmasse“, bestehend aus Hornblende und Biotit, liegen.

Außerdem gelang es mit Hilfe von chemischen Analysen nachzuweisen, daß der im Kristallgebiet der Hochalpe schmallinsig vertretene und seinerzeit von STINY 1917 beschriebene Dioritporphyrit (nach ANGEL 1924 augiger Dioritgneis) in allen seinen Parametern mit dem Diorit („metablastischen“ Amphibolit) der Gleinalpe übereinstimmt.

Ein größeres und von TEICH 1985 chemisch belegtes, etwa 100 m mächtiges und gut aufgeschlossenes, grobkörniges Dioritporphyritvorkommen (ANDRAE 1854) liegt am Ostrand der Hochalpe, südlich der Ortschaft Kirchdorf bei Pernegg, entlang des Fußweges nach Untertraföß.

Unter dem Gesichtspunkt der Plattentektonik wurde außerdem die Frage aufgeworfen, ob der kalkalkalische stark K-betonte basische Meta-Andesit („metablastische“ Amphibolit/Dioritporphyrit) mit dem ebenfalls kalkalkalischen Meta-Rhyolith bzw. metamorphen Quarzporphyr (Augengneis) der Gleinalpe in Verbindung gebracht werden kann. Der Meta-Andesit (TEICH 1985) und Meta-Rhyolith (HERITSCH & TEICH 1975, TEICH 1975, 1978, 1979) könnten dadurch als kontinentalrandnahe Kalkalkaligesteinsreihe (Andesit-Rhyolith-Assoziation) aufgefaßt werden.

Dieser Frage und den im Kristallin der Gleinalpe gelegenen „metablastischen“ Amphibolitvorkommen ist die vorliegende Untersuchung gewidmet.

Wie SCHUMACHER 1972 und 1974 zeigen konnte, durchzieht der Diorit-Granodiorit („metablastische“ Amphibolit) weite Teile der Gleinalpe in Form eines etwa 30 m mächtigen Bandes und bildet dabei die Grenze zwischen Gneis und Amphibolitkomplex (bzw. nach BECKER 1980 trennt der „metablastische“ Amphibolitzug den Plagioklasgneis vom vulkanogenen Komplex), wobei das dunkelgrüne, weißgesprenkelte Gestein im Handstück ein dioritisches bis granodioritisches Aussehen aufweist und gelegentlich von unregelmäßig begrenzten Amphibolitlagen durchzogen wird. Außerdem untergliedert SCHUMACHER 1972 den Diorit-Granodioritzug in einen Kernbereich mit mehr oder weniger richtungslosem (grobkörnigem) Gefüge und in einen Randbereich mit deutlich geschiefertem Parallelgefüge.

Im „metablastischen“ Amphibolitzug der Gleinalpe, im Rachaugraben, nordwestlich vom Stelzmüller, wurde nun ein verhältnismäßig grobkörniges Gestein angetroffen, das durch seine Schieferung und Faltung, vor allem aber auf Grund seiner Granatführung, von vornherein nicht eindeutig als „metablastischer“ Amphibolit anzusprechen war. In der vorliegenden Arbeit wird für diesen Gesteinstyp der Ausdruck „verfalteter“ Diorit verwendet. Der Fundpunkt dieses Gesteins liegt nur wenige Meter nordwestlich von jenem Dioritvorkommen entfernt, das von TEICH 1985 (Abb. 1 b) chemisch untersucht worden ist. Im Handstück handelt es sich um ein durch Plagioklas und Quarz grauweiß geflecktes, durch Hornblende und Biotit schwarzgrün gefärbtes, rotbraunen Granat führendes (die bis 6 mm großen Granatidioblasten zeigen häufig die Kristallform des Rhombendodekaeders und sind bevorzugt an die grauweißen Gesteinsanteile gebunden), schwach geschiefertes und leicht verfaltetes Gestein, das unter dem Mikroskop (vgl. dazu SCHUMACHER 1974) aus Plagioklas (Oligoklas), grüner Hornblende (meist umgewandelt in Biotit, Chlorit, Epidot und Klinozoisit), Granat, Quarz, Biotit, Chlorit, Epidot, Klinozoisit, Sericit, Mikroklin, Titanit, Apatit und Erzen besteht.

SCHUMACHER 1972 schreibt über den Diorit-Granodiorit („metablastischen“ Amphibolit): „Die genetische Entwicklung dieses Gesteinstyps läßt sich wie folgt darstellen: die durch die anatektische Wirkung hervorgerufene partielle Mobilisation der leukokraten Anteile des Altbestandes (Amphibolit) führte zu einer Sammelkristallisation und zu einer Plagioklas-Metablastese, wodurch eine Homogenisierung des

Gesteins herbeigeführt wurde. Die metablastische Wirkung war im zentralen Bereich am stärksten, an den Rändern des Gesteinszuges blieb das s-flächige Gefüge des Altbestandes noch erhalten. Diese Vorstellung deckt sich mit Untersuchungen, die von M. OKRUSCH (1963) bei der Bearbeitung dioritartiger Gesteine im südlichen Vorspessart angestellt wurden.“

Geht man davon aus, daß aus dem grobkörnigen Diorit bzw. ehemaligen Andesit im Zuge der Metamorphose der „verfaltete“ Diorit entsteht, so könnte bei zunehmender Auswalzung der Diorit-Plagioklasaugen im Rahmen der Metamorphose eventuell der „Bänderamphibolit“ bzw. der „Aplitamphibolit“ der Gleinalpe entstehen.

Unter diesem Gesichtspunkt und im Hinblick auf den möglichen Zusammenhang des „metablastischen“ Amphibolites mit dem Augengneis wurden daher eine Amphibolitprobe aus der Gleinalpe und eine weitere Amphibolitprobe aus der Stubalpe an Hand der geologischen Karte von BECKER 1979 in unmittelbarer Nachbarschaft zum Augengneis entnommen.

Eine feinkörnige „Amphibolitprobe“ (Aplitamphibolit, Bänderamphibolit des vulkanogenen Komplexes, „Gleinalmkerngesteine“ nach BECKER 1979) aus der Gleinalpe (Fundpunkt: Straße zum Gasthof Gleinalm, westlich Markt Übelbach) wurde am Kontakt zum Augengneis (Augengneisprobe 12, Abb. 1, TEICH 1978) entnommen. Im Handstück handelt es sich um ein dunkelgraues, geschiefertes Gestein, das unter dem Mikroskop aus Quarz, Plagioklas (Oligoklas), Epidot, Klinozoisit, Orthit, Titanit und aus etwas Hornblende und Chlorit besteht. Hervorzuheben ist der große Biotit-Anteil bei Fehlen von Granat. Daher kann dieses Gestein kaum noch als Amphibolit bzw. Aplitamphibolit, Bänderamphibolit angesprochen werden. Oder man setzt voraus, daß die Hornblende in Biotit und Epidot (vgl. dazu ANGEL 1939, HERITSCH 1963) umgewandelt worden ist.

Wie mir dazu Herr Univ.-Prof. Dr. L. P. BECKER mitteilte, könnte es sich dabei um einen „Biotitgneis“ handeln, der gelegentlich in Form von Kleinstvorkommen an den Augengneiszug der Glein- und Stubalpe gebunden ist.

Eine weitere feinkörnige, dunkelgrüne, geschieferte Amphibolitprobe (feingebänderter Amphibolit des Amphibolitkomplexes, „Speikserie“ nach BECKER 1979) aus der Stubalpe (Fundpunkt: Birker Höhe, Gabelstraße) ist nur wenige Meter vom Augengneiszug (Augengneisprobe 23, Abb. 1, TEICH 1978) entfernt aufgesammelt worden.

Im Dünnschliff besteht dieses Gestein aus Quarz, Plagioklas (Oligoklas), Titanit, Erzen und aus etwas Epidot, Klinozoisit und Chlorit. Vor allem aber aus Hornblende und Granat bei Fehlen von Biotit.

Chemismus

Wie aus den in Tab. 1 angeführten chemischen Zusammensetzungen hervorgeht, läßt sich der im Rachaugraben der Gleinalpe vorkommende „verfaltete“ Diorit sehr gut mit dem „metablastischen“ Amphibolit (Diorit) der Glein- und Hochalpe vergleichen. Die gleiche chemische Zusammensetzung besitzt auch ein an den Augengneiszug im Bereich der Gleinalpe angrenzendes Gestein („Aplitamphibolit“, „Bänderamphibolit“, eventuell „Biotitgneis“). Außerdem zeigt ein Vergleich mit den chemischen Durchschnittszusammensetzungen für Diorite und Andesite nach NOCKOLDS et al. 1978, daß die chemische Übereinstimmung mit den oben angeführten

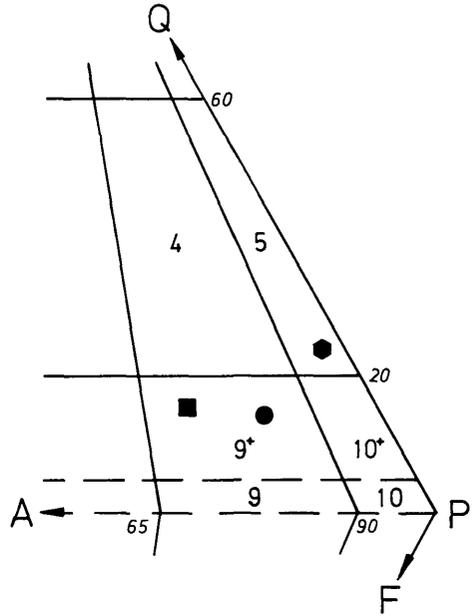
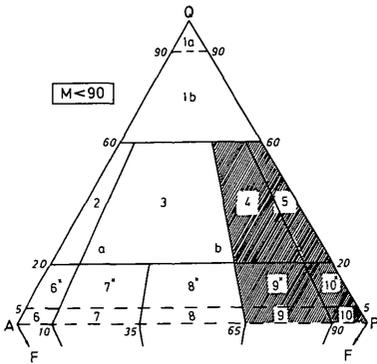


Abb. 1:

Diagramm: Quarz (Q) – Alkalifeldspat (A) – Plagioklas (P) für Plutonite nach STRECKEISEN 1973.

Die eingetragenen Projektionspunkte bedeuten:

- ausgefüllter Kreis – „Metablastischer“ Amphibolit („verfalterter“ Diorit), Rachaugraben, nordwestlich Stelzmüller, Gleinalpe;
- ausgefülltes Quadrat – „Aplitamphibolit“, „Bänderamphibolit“, „Biotitgneis“, Straße zum Gasthof Gleinalm, westlich Markt Übelbach, Gleinalpe;
- ausgefülltes Sechseck – Amphibolit, Birker Höhe, Stubalpe.

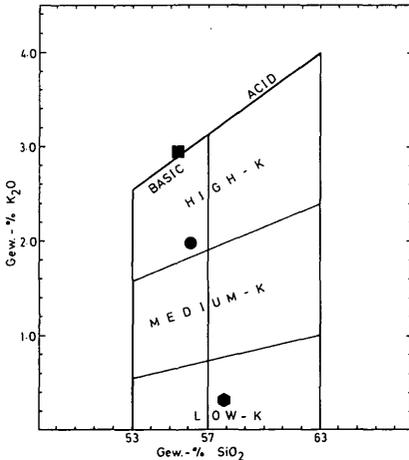


Abb. 2: Diagramm $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ in Gewichtsprozenten für orogene Andesite nach GILL 1981.

Signaturen entsprechend Abb. 1.

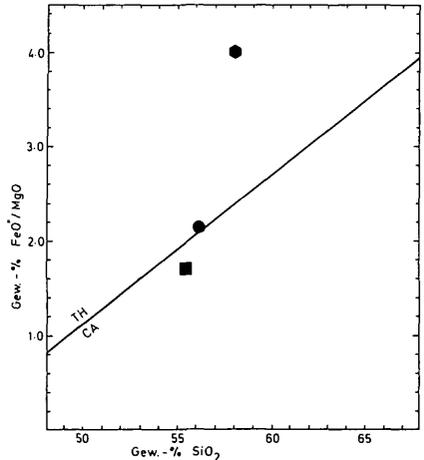


Abb. 3: Diagramm $\text{SiO}_2 - \text{FeO}^{\text{tot.}}/\text{MgO}$ in Gewichtsprozenten zur Unterscheidung von Tholeiit (TH) – und Kalkalkali (CA) – Gesteinsserien nach MIYASHIRO 1974.

Signaturen entsprechend Abb. 1.

Gesteinen durchaus gegeben ist. Trägt man die aus den chemischen Analysen berechneten normativen Mineralbestände der untersuchten Gesteine in das Diagramm für Plutonite (Abb. 1) nach STRECKEISEN 1973 ein, so sind der „verfaltete“ Diorit und das in der Gleinalpe mit dem Augengneis in Verbindung stehende Gestein als Quarzmonzodiorit zu bezeichnen, bzw. beide Gesteine liegen im hier nicht ausgeführten Diagramm für Vulkanite nach STECKEISEN 1978 im Feld für Andesite. Unter Verwendung der Nomenklatur nach GILL 1981 für orogene Andesite (Abb. 2) können beide Gesteine als basische Andesite mit hohem Kalium-Gehalt identifiziert werden, die bei Anwendung eines weiteres Diagramms (Abb. 3) nach MIYASHIRO 1974 einer Kalkalkali-Reihe angehören.

Der aus dem Bereich der Stubalpe nahe dem Augengneiszug aufgesammelte Amphibolit von der Birker Höhe nimmt dagegen, wie aus Tab. 1 zu entnehmen ist, eine chemische Stellung ein, die in der Nähe von Tonaliten bzw. Daziten (vgl. chemische Mittelwerte nach NOCKOLDS et al. 1978 für Tonalite und Dazite in Tab. 1) liegt. Dies geht auch aus Abb. 2 hervor. Im STRECKEISEN-Diagramm für Plutonite liegt der Projektionspunkt des Amphibolites im Tonalitfeld bzw. bei Verwendung des entsprechenden Diagramms für Vulkanite im Dazitfeld. Zieht man die Abb. 2 und 3

Tab. 1: Chemische Analysen der untersuchten Gesteine und Vergleich mit chemisch entsprechend zusammengesetzten Gesteinen. Analytiker: T. TEICH.

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	56,16	58,06	55,55	54,92	54,90	51,86	62,68	66,15
TiO ₂	0,64	1,03	1,36	1,04	1,02	1,50	0,57	0,62
Al ₂ O ₃	18,01	15,19	16,26	17,02	17,73	16,40	17,07	15,56
Fe ₂ O ₃	4,22	3,52	4,57	3,37	2,36	2,73	2,31	1,36
FeO	4,17	8,37	3,38	4,53	5,56	6,97	3,01	3,42
MnO	0,12	0,28	0,08	0,12	0,15	0,18	0,12	0,08
MgO	3,69	2,86	4,39	4,96	4,93	6,12	2,44	1,94
CaO	5,76	6,26	6,45	6,54	7,88	8,40	6,14	4,65
Na ₂ O	3,17	3,08	2,40	3,28	3,70	3,36	3,82	3,90
K ₂ O	1,97	0,36	3,01	2,26	1,11	1,33	1,21	1,42
P ₂ O ₅	0,06	0,10	0,22	0,29	0,39	0,35	0,16	0,21
H ₂ O ⁺	1,77	1,23	1,91	1,56	0,26	0,80	0,46	0,69
H ₂ O ⁻	0,29	0,07	0,43	0,24	-	-	-	-
Σ Gew.-%	100,03	100,41	100,01	100,13	100,00	100,00	100,00	100,00

1 „Metablastischer“ Amphibolit („verfalteter“ Diorit), Rachaugraben, nordwestlich Stelmüller, Gleinalpe

2 Amphibolit, Birker Höhe, Gablerstraße, Stubalpe

3 „Aplitamphibolit“, „Bänderamphibolit“, „Biotitgneis“, Straße zum Gasthof Gleinalm, westlich Markt Übelbach, Gleinalpe

4 „Metablastische“ Amphibolite (Diorite) der Glein- und Hochalpe, Mittelwert aus 3 chemischen Analysen (TEICH 1985)

Chemische Durchschnittszusammensetzungen nach NOCKOLDS et al. 1978 für:

5 Andesite

6 Diorite

7 Dazite und Dazite – Obsidiane

8 Tonalite

heran, so wird der Amphibolit der Stubalpe als saurer Andesit mit niedrigem Kalium-Gehalt einer Tholeiit-Serie ausgewiesen.

Zusammenfassung

Der im „metablastischen“ Amphibolitzug (Diorit-Granodiorit) der Gleinalpe gelegene und im Rachaugraben aufgeschlossene „verfaltete“ Diorit kann von dem daran angrenzenden Diorit (nach TEICH 1985 handelt es sich um einen metamorphen kalkalkalischen, basischen high-K Andesit) abgeleitet werden, da beide Gesteine den gleichen Magmentyp aufweisen. Die Ursache für die Entstehung des „verfalteten“ Diorites könnte dabei in den Metamorphosebedingungen gesehen werden. Zumal Diorit und „verfalteter“ Diorit nur wenige Meter voneinander entfernt liegen, woraus geschlossen werden kann, daß die Metamorphose in diesen Gesteinen wahrscheinlich bei annähernd gleichen Druck- und Temperaturbedingungen abgelaufen ist. Daher kann angenommen werden, daß die Anwesenheit von Gasphasen, insbesondere von Wasser, bei der Metamorphose dazu führt, daß aus dem Andesit der „verfaltete“ Diorit gebildet wird, wohingegen bei Fehlen von größeren Wassermengen aus dem Andesit der Diorit entsteht.

Einen ersten Hinweis auf die Frage, ob im Stub- und Gleinalpengebiet aus dem kalkalkalischen Andesit (Diorit/„verfalteter“ Diorit) durch fraktionierte Kristallisation der kalkalkalische Rhyolith (Augengneis) entstanden sein könnte bzw. ob diese Gesteine vor Einsetzen der Metamorphose als kalkalkalische („Kontinentalrand-Typ“) Andesit-Rhyolith-Assoziation (vgl. TEICH 1986 b) vorgelegen sind, liefert ein in der Gleinalpe mit dem Augengneis in Kontakt stehendes Gestein, das vom Chemismus her ebenfalls als metamorpher, kalkalkalischer, basischer high-K Andesit angesprochen werden kann.

Diese Tatsache liefert außerdem ein weiteres wichtiges Argument für die vulkanische Entstehung der Augengneise, die seinerzeit von HERITSCH & TEICH 1975 genetisch als Meta-Rhyolithe (metamorphe Quarzporphyre) interpretiert worden sind.

Der Amphibolit von der Birker Höhe in der Stubalpe dagegen kann vom Chemismus her als ehemaliger acid low-K Kalkalkali-Andesit aufgefaßt werden, der in Verbindung mit dem Plagioklasgneis von Kleinlobming in der nördlichen Stubalpe (nach TEICH 1986 a handelt es sich bei diesem Plagioklasgneis um einen metamorphen, low-K nahen, medium-K Kalkalkali-Rhyolith) als low-K kalkalkalische (Inselbogen-tholeiitische) Andesit-Rhyolith-Assoziation (vgl. TEICH 1986 b) angesehen werden kann.

Faßt man das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung zusammen, so zeigt sich, daß im Gebiet der Glein- und Stubalpe chemisch eine Kalium-betonte Gesteinsassoziation von einer Kalium-armen Gesteinsreihe abgetrennt werden kann. Bemerkenswerterweise stimmt dieses Ergebnis mit den von PROSSNIGG 1969 an hellen und dunklen Lagen von Aplitamphiboliten der Gleinalpe (Humpelgraben, Kalium-reich und Mikroklin-führend; Laufnitzgraben, Kalium-arm bzw. Mikroklin-Mangel) vorgenommenen chemischen Untersuchungen weitgehend überein.

Dank

Zur Ausführung dieser Arbeit standen mir die Mittel und Einrichtungen des Institutes für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie der Karl-Franzens-Universi-

sität Graz, Vorstand Univ.-Prof. Dr. E. M. WALITZI, zur Verfügung. Mein Dank gilt an dieser Stelle auch Herrn Univ.-Prof. Dr. L. P. BECKER für die wertvollen Mitteilungen zur geologischen Lage der bearbeiteten Gesteine im Gelände.

Literatur

- ANDRAE, C. J. (1854): Bericht über die Ergebnisse geognostischer Forschungen im Gebiet der 9. Sektion der Generalquartiermeisterstabs-Karte von Steiermark und Illyrien während des Sommers 1853. – Jb. R. A., 5, Wien 1854.
- ANGEL, F. (1924): Gesteine der Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 60, Graz 1924.
- ANGEL, F. (1939): Der Kraubather Olivinfels- bis Serpentin Körper als Glied der metamorphen Einheit der Gleinalpe. – Fortschr. Min. Krist. Petr., 23: XC–CIV, Jena 1939.
- 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.
- GILL, J. B. (1981): Orogenic Andesites and Plate Tectonics. – Minerals and Rocks, 16, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York 1981.
- HERITSCH, H. (1963): Exkursion in das Kristallengebiet der Gleinalpe, Fensteralpen-Humpelgraben, Kleinthal. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 93: 159–177, Graz 1963.
- HERITSCH, H. & TEICH, T. (1975): Zur Genese des Augengneiszuges von der östlichen Gleinalpe in die westliche Stubalpe. – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Jg. 1975/9: 115–119, Wien 1975.
- 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. 435 S. – Cambridge University Press, Cambridge 1978.
- 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. – Joanneum Min. Mitt.-Bl., 41: 12–36, Graz 1974.
- STINY, J. (1917): Gesteine aus der Umgebung von Bruck a. d. Mur (Eine vorläufige Mitteilung zur Kenntnis der Gesteine der Umgebung von Bruck a. d. Mur). – Im Selbstverlag des Verfassers, Feldbach 1917.
- STRECKEISEN, A. (1973): Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendations. – By the IUGS Subcommission 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. (1975): Petrologische Untersuchungen an granitischen Gesteinen der Stubalpe, Gleinalpe und des Semmering (Kärnten-Steiermark). – Diss. Univ. Graz, 115 S., Graz 1975.

- TEICH, T. (1978): Die Genese des Augengneiszuges in der Gleinalpe-Stubalpe, Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **108**: 55–69, Graz 1978.
- TEICH, T. (1979): Die Genese des Augengneiszuges in der zentralen und südlichen Stubalpe mit einer Zusammenfassung über den Augengneiszug der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe, Steiermark-Kärnten. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **109**: 39–54, Graz 1979.
- 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. (1986 a): Zum Chemismus eines Plagioklasgneises aus dem Bereich der Stub-/Gleinalpe in der Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **116**: 57–61, Graz 1986.
- TEICH T. (1986 b): „Gesteinsassoziationen“ im Stub- und Gleinalpengebiet. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **116**: 71–77, Graz 1986.

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