

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

Zur Genese der Augengneise im Kristallin des Gailtales von Kärnten

Von Thilo TEICH

(Mit 7 Abbildungen und 6 Tabellen)

ZUSAMMENFASSUNG

Aus dem Kristallin des Gailtals in Kärnten werden einige chemische Analysen von Augengneisen bekanntgegeben. Chemismus und Variationsbreite der Augengneise entsprechen einem von Rhyodazit zu Rhyolith differenzierten Magma. Gleiche Mineralbestände und gleiche rhyodazitische bis rhyolithische Zusammensetzungen zeigen die zum Vergleich herangezogenen Augengneise von der Hochalpe, Gleinalpe, Stubalpe und Koralpe (Steiermark-Kärnten). Gleiche rhyodazitische bis rhyolithische Zusammensetzungen weisen auch die nahegelegenen südalpinen Porphyroide des Comelico (Westliche Karnische Alpen, Norditalien) bzw. die Bozener und Trientiner Quarzporphyre auf. An Hand dieser Ergebnisse werden die untersuchten Augengneise des Gailtales als metamorphe, von Rhyodazit zu Rhyolith differenzierte Quarzporphyre interpretiert.

EINLEITUNG

Die Kristallingebiete der Glein- und der Stubalpe (Steiermark-Kärnten) werden, wie BECKER u. SCHUMACHER, 1972, bzw. BECKER, 1977, im Rahmen einer Neukartierung dieses Gebietes darlegen konnten, von einem 200 bis 500 Meter mächtigen und in direkter Entfernung etwa 60 Kilometer langen Gesteinszug aus Augengneis durchzogen.

Der schon lange bekannte Augengneis der Gleinalpe ist von ANGEL, 1923, in Anlehnung an die Vorstellungen von GOLDSCHMIDT, 1921, als Wirkung einer Kalimetasomatose im Zusammenhang mit dem im Gleinalpenkern entstandenen Granodiorit erklärt worden.

Nach BECKER u. SCHUMACHER, 1972, unterlag der auskartierte Amphibolit-Komplex der Gleinalpe und der Stubalpe der Migmatitose und führte zur Bildung von Aplit, Amphibolit, Hornblende-Biotit-Aplitgneis und dem Augengneis.

Fußend auf der Vorstellung von H. HERITSCH, daß es sich bei dem Augengneiszug der Gleinalpe um metamorphen Quarzporphyr handelt, haben dann HERITSCH u. TEICH, 1975, in einem Vergleich von Augengneisen der Gleinalpe mit dem Porphyroid des Hasental (Semmering), den Augengneiszug der Gleinalpe auf Grund seines geologischen Auftretens als geringmächtige Platte und auf Grund seiner weitgehend uniformen granitischen bzw. rhyolithischen Zusammensetzung als metamorphen Quarzporphyr gedeutet.

In Weiterführung der als Dissertation begonnenen Untersuchungen an Augengneisen der Gleinalpe und der Stubalpe hat TEICH, 1978 und 1979, den rhyodazitischen bis rhyolithischen Chemismus des Augengneiszuges, der von der Hochalpe entlang der südlichen Gleinalpe, fast ohne Unterbrechung, bis in die südliche Stubalpe durchstreicht bzw. unter Einbeziehung des am Fuße der Koralpe gelegenen Wolfsberger Augengneises, mit 43 chemischen Analysen durchgehend belegt und wegen deren Übereinstimmung mit der chemischen Zusammensetzung von südalpinen Porphyroiden und Quarzporphyren, als metamorphe, von Rhyodazit zu Rhyolith differenzierte Quarzporphyrplatte interpretiert.

Herrn Prof. Dr. H. HERITSCH verdanke ich die Anregung, die Augengneise des Kristallinzuges des Gailtales ebenfalls von dem Gesichtspunkt einer Deutung als metamorphe Quarzporphyre analog zu untersuchen, da er auf Grund der oben angeführten Erkenntnisse die seinerzeit von ihm, den damaligen Anschauungen entsprechend, gegebene Deutung (HERITSCH 1949:85 ff.: Mikroklinaugenbildung in einem Schiefergneis unter Stoffzufuhr) für unwahrscheinlich hielt. Wie der Kartierung nach HERITSCH u. PAULITSCH, 1958, bzw. HERITSCH et al., 1953, zu entnehmen ist, enthält der Kristallinzug zwischen Birnbaum und dem Pressegger See, auf eine Entfernung von etwa 40 Kilometer, zahlreiche geringmächtige Einschaltungen von Augengneis in linsenförmiger Ausbildung. Eine ausführliche Handstück- und Dünnschliffbeschreibung der im Gailtalkristallin vertretenen Augengneise und sonstigen Gesteine wurde von HERITSCH, 1949, publiziert; eine umfassende Literaturzusammenstellung darüber findet sich auch bei TOLLMANN, 1977.

Wesentliche Zielsetzung der vorgenommenen Untersuchung ist es festzustellen, ob die chemische Zusammensetzung der Augengneise des Gailtales merkbare Unterschiede zum Chemismus des schmalen Augengneisbandes der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe aufweist. Bedingt durch die zahlreichen linsenförmigen Einschaltungen der Augengneise im Kristallin des Gailtales, wurden schwerpunktmäßig aus zwei größeren Vorkommen (Dellach im Gailtal und Mösel bei Weißbriach) mehrere Proben entnom-

men. Kleinere Augengneislinsen wurden gelegentlich überprüft, wobei größere Vorkommen repräsentativ für kleinere Einschaltungen sind. Entsprechend der Gesteinsseriengliederung des Gailtalkomplexes nach HERITSCH u. PAULITSCH, 1958, sind die Augengneisproben 1 bis 18 der Serie mit vorherrschend Granatglimmerschiefer bzw. der Serie mit überwiegend Phyllit zugehörig, wohingegen Probe Nr. 19 aus der Serie mit Staurolith und Granat führenden Gneisen und Glimmerschiefern entommen ist. Die Entnahmepunkte sind mit Nummern in die Tab. 1 und in die erheblich vereinfachte geologische Karte (Abb. 1) nach HERITSCH u. PAULITSCH 1958 eingetragen.

CHEMISMUS UND VARIATIONSBREITE DER AUGENGNEISE DES GAILTALES

Die in Tab. 2 ausgewiesenen chemischen Analysen der Augengneise des Gailtales zeigen überwiegend granitische bzw. rhyolithische Zusammensetzungen. Dies wird auch dadurch dokumentiert, daß das Gesamtmittel

Tab. 1 : Entnahmepunkte von Augengneisproben aus dem Kristallin des Gailtales in Kärnten. Die Nummern sind in der Karte Abb. 1 eingetragen.

Proben-Nr.	Seehöhe in m	
1	800	Passau, östlich St.Jakob / Lesachtal
2	805	Passau, östlich St.Jakob / Lesachtal
3	770	Monsell, nordöstlich St.Daniel
4	705	Dellach / Gailtal, Nordrand der Ortschaft Dellach
5	710	Steinbruch Gurina, nordöstlich Dellach / Gailtal
6	715	Steinbruch Gurina, nordöstlich Dellach / Gailtal
7	720	Steinbruch Gurina, nordöstlich Dellach / Gailtal
8	800	Straße zum Wieserberg, nördlich Leifling
9	889	Kirche Wieserberg, Südseite
10	891	Kirche Wieserberg, Nordseite
11	1200	westlich Satele, westlich Weißbriach
12	1201	westlich Satele, westlich Weißbriach
13	1195	Mösel, westlich Weißbriach
14	1205	Mösel, westlich Weißbriach (Rollstück)
15	1235	Mösel, westlich Weißbriach
16	875	Mocnikgraben, Weißbriach
17	760	südlich Cote 795, südöstlich Weißbriach
18	719	Jos, Radnig
19	710	östlich Wetzmann

GEOLOGISCHE ÜBERSICHTSKARTE DER AUGENGNEISE IM KRISTALLIN DES GAILTALES

NACH HERITSCH U. PAULITSCH 1958

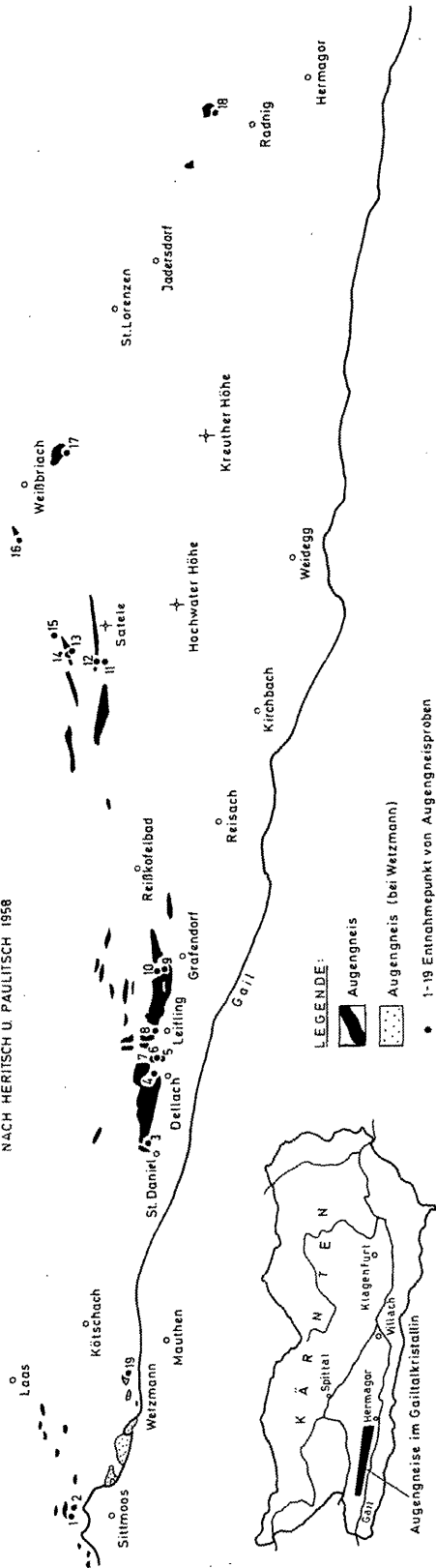


Abb. 1: Entnahmepunkte der 19 Augengneissproben aus dem Kristallin des Gailtales in Kärnten. Die Probennummern entsprechen Tab. 1.

Tab. 2 : Chemische Analysen von 19 Augengneisproben aus dem Kristallin des Gailtales in Kärnten. Die Nummern sind in der Karte Abb. 1 und Tab. 1 enthalten. Analytiker : Nr. 6 W.BECKE, Nr. 1 - 5 bzw. 7 - 19 T.TEICH

Seehöhe (m)	800	865	770	705	710	715	720	800	889	891	1200	1201	1195	1235	875	760	719	710	
Proben - Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SiO ₂	68,92	67,89	74,84	70,88	72,33	74,58	76,78	78,56	73,38	73,73	70,82	71,36	70,91	75,60	71,34	65,84	73,81	70,31	69,03
TiO ₂	0,51	0,67	0,18	0,38	0,30	0,23	0,05	0,08	0,27	0,31	0,50	0,50	0,48	0,08	0,47	0,61	0,27	0,56	0,53
Al ₂ O ₃	14,23	14,35	12,43	14,75	13,41	13,10	12,84	11,68	14,16	14,11	13,71	14,27	14,30	13,40	14,76	15,02	13,64	14,21	13,94
Fe ₂ O ₃	2,62	2,90	0,94	2,09	2,51	1,19	0,61	0,88	1,61	2,04	2,72	2,63	2,32	1,32	2,40	2,59	2,29	3,63	1,14
FeO	1,54	1,94	0,50	0,97	0,43	0,36	0,20	0,18	0,68	0,72	1,29	0,75	1,76	0,22	0,40	2,44	0,41	0,61	2,59
MnO	0,11	0,11	0,08	0,06	Sp.	0,08	0,00	0,04	0,05	0,07	0,10	0,09	0,04	0,06	0,06	0,12	0,09	0,06	0,10
MgO	1,02	1,39	0,73	1,14	1,73	0,51	0,14	0,23	0,52	0,61	0,92	0,64	0,88	0,17	0,24	1,40	0,18	0,93	1,36
CaO	1,40	1,59	0,49	0,60	0,74	0,65	0,25	0,21	0,14	0,11	1,06	0,69	0,24	0,18	0,43	1,18	0,23	0,38	2,03
Na ₂ O	3,58	3,26	2,86	3,60	3,15	3,08	3,03	3,00	3,20	3,34	3,71	3,33	3,19	3,31	3,03	2,44	2,83	3,27	4,35
K ₂ O	4,57	4,22	4,70	3,76	4,32	4,50	5,24	4,06	4,55	3,83	3,12	4,40	4,47	4,72	5,46	4,79	4,57	4,32	2,95
P ₂ O ₅	0,17	0,23	0,12	0,19	0,14	0,19	0,15	0,16	0,18	0,18	0,18	0,16	0,16	0,16	0,17	0,19	0,16	0,17	0,19
H ₂ O †	1,83	1,79	1,70	1,57	1,17	1,40	0,59	0,73	1,18	1,45	2,21	1,63	1,56	0,87	1,41	3,49	1,27	1,70	1,53
H ₂ O -	0,09	0,11	0,19	0,20	0,16	0,32	0,19	0,12	0,12	0,14	0,20	0,18	0,18	0,21	0,27	0,18	0,19	0,22	0,16

100,59 100,45 99,76 100,19 100,39 100,19 100,07 99,93 100,04 100,64 100,54 100,63 100,49 100,30 100,44 100,29 99,94 100,37 99,90

Tab. 3 : Vergleich des Mittels der untersuchten Augengneisproben mit den Mittelwerten nach NOCKOLDS 1954 bzw. mit dem Augengneismittel der Hochalpe - Gleinalpe - Stubalpe nach TEICH 1978 und 1979.

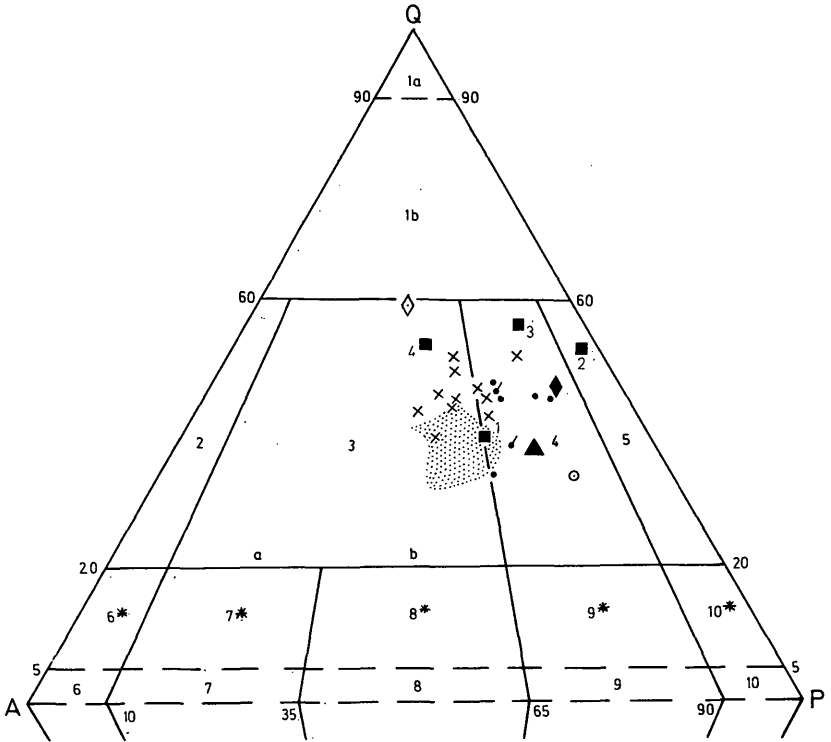
	Mittel, Standard Deviation und Schwankungen von 18 chemischen Analysen der Augengneisproben des Galltales.		Mittelwerte nach NOCKOLDS 1954 Kalkalkali Rhyolith und Rhyolith bis Obsidian		Mittelwert gebildet aus 41 chemischen Analysen von Augengneisproben der Hochalpe - Gleinalpe - Stubalpe nach TEICH 1978 und 1979.		
	Mittel	S.D.	Schwankung		Mittel	S.D.	Schwankung
SiO ₂	72,1	3,1	± 6,4	72,1	73,7	72,8	1,8 ± 3,9
TiO ₂	0,4	0,2	± 0,3	0,4	0,2	0,3	0,1 ± 0,2
Al ₂ O ₃	13,7	0,8	± 1,7	13,9	13,5	13,5	0,7 ± 1,9
Fe ₂ O ₃	2,1	0,8	± 1,5	0,8	1,2	1,8	0,8 ± 1,6
FeO	0,8	0,6	± 1,1	1,7	0,8	0,7	0,6 ± 1,3
MnO	0,1	0,0	± 0,1	0,1	0,0	0,1	0,0 ± 0,1
MgO	0,7	0,5	± 0,8	0,5	0,3	0,5	0,2 ± 0,4
CaO	0,6	0,4	± 0,7	1,3	1,1	1,1	0,4 ± 0,7
Na ₂ O	3,2	0,3	± 0,6	3,1	3,0	3,3	0,3 ± 0,7
K ₂ O	4,4	0,5	± 1,2	5,4	5,3	4,8	0,3 ± 0,9
P ₂ O ₅	0,2	0,0	± 0,1	0,2	0,1	0,1	0,1 ± 0,2
H ₂ O +	1,5	0,6	± 1,5	0,5	0,8	0,8	0,2 ± 0,4
H ₂ O -	0,2	0,1	± 0,1			0,2	0,1 ± 0,2
	100,0			100,0	100,0	100,0	

aller untersuchten Augengneise des Gailtales (vgl. Tab. 3) die ausgezeichnete Vergleichsmöglichkeit mit den Mittelwerten für Kalkalkali-Granit und Kalkalkali-Rhyolith und Rhyolith bis Obsidian nach NOCKOLDS et al., 1978, bietet. Ebenso entspricht die mittlere Zusammensetzung der Augengneise des Gailtales dem engadinitgranitischen Magmentyp der Kalkalkali-Reihe nach BURRI, 1959. Ferner bringt Tab. 3 einen Vergleich mit dem Augengneismittel, gebildet aus 41 chemischen Analysen, der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe nach TEICH, 1978 und 1979, wobei wesentliche chemische Unterschiede zwischen den beiden Augengneisvorkommen nicht feststellbar sind. So zeigen alle chemischen Daten in Tab. 3, mit Ausnahme des etwas variableren SiO_2 -Wertes der Augengneise des Gailtales, niedrige Standard-Deviation und geringfügige Schwankungen.

Auf Grund der Metamorphosebedingungen liegt, wie das Dünnschliffbild zeigt, etwa der Mineralbestand eines Granites vor. Eine wie bei TEICH, 1978, gleichlautend vorgenommene Berechnung der modalen Mineralbestände der Augengneise zeigt, daß bei Quarzzunahme die Projektionspunkte der Augengneise aus dem Gailtal im Diagramm für Plutonite (Abb. 2) nach STRECKEISEN, 1973, aus dem Granodioritfeld heraus in das Granitfeld bzw. im Diagramm für Vulkanite nach STRECKEISEN, 1967, vom Rhyodazit- in das Rhyolithfeld wandern.

Weiterhin ermöglicht die chemische Zusammensetzung der Augengneise des Gailtales die Anwendung der Systeme Q-Ab-Or nach TUTTLE u. BOWEN, 1958, für Vulkanite (Abb. 3) sowie für Plutonite (Abb. 4) nach WINKLER 1976.

Generell kann festgehalten werden: In beiden Diagrammen fallen die Projektionspunkte der Augengneise in die Nähe des Maximums und in das Maximum der normativen Häufigkeitsverteilung für saure Ergußgesteine und für granitische Gesteine; die Anwesenheit der Anorthitkomponente, der Einfluß von flüchtigen Substanzen und die Wirkung des Druckes (vgl. WINKLER, 1976) ist dabei schwer abzuschätzen; die Zufuhr von Alkalien im Sinne von GOLDSCHMIDT, 1921, und ANGEL, 1923, kann nicht die gleichmäßig granitische bzw. rhyolithische Zusammensetzung der geologisch so weiträumig verteilten, schmalen Augengneislinsen bewirken, ohne die angrenzenden Gesteine mitzuverändern; die gleiche Frage erhebt sich auch bei Annahme einer anatektischen, in situ-Entstehung der Augengneise; d. h. bei einer migmatitischen Bildung der Augengneise nach WINKLER, 1974, müßten auch erhebliche Restit-Mengen gebildet werden. Fehlende Restit-Partien sowie die Argumentation von WINKLER, 1967:222, wieso die Umwandlung gerade nach Erreichen einer granitischen Zusammensetzung überall gleichmäßig aufhört, bestätigen die bereits bei HERITSCH u. TEICH, 1975, vertretene Ansicht, daß auch die Augengneise des Gailtales schon vor der Metamorphose ihre einheitliche chemische Zusammensetzung gehabt haben; die vorliegenden Argumente sprechen daher eher dafür, daß das Ausgangsmaterial des Augengneises anatektisch gebildet und als rhyolithi-



Augengneisproben des Gailtales

- ✓ Proben-Nr. 2/16
- Proben-Nr. 1/4/11/13/18
- × Proben-Nr. 3/5/6/7/8/9/10/12/14/15/17
- Proben-Nr. 19

⊞ Verteilung von 41 Augengneisproben der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe nach TEICH 1978 u. 1979

- 1/2/3/4 Porphyroide, Comelico, Nord-Italien nach SASSI u. ZIRPOLI 1965 bzw. TEICH 1978, (1-4 geordnet nach steigenden SiO_2 -Werten)
- ◇ Rhyolithe, Trentino-Süd-Tirol, Mittel aus 4 Analysen nach MITTEMPERGER 1958
- ◆ Quarzlatite, Trentino-Süd-Tirol, Mittel aus 6 Analysen nach MITTEMPERGER 1958
- ▲ Rhyodazite, Trentino, Mittel aus 15 Analysen nach GHEZZO 1967

Abb. 2: Die Augengneisproben des Gailtales im Diagramm Q-A-P nach STRECKEISEN, 1973, für Plutonite. Zum Vergleich sind die Verteilung von 41 Augengneisproben der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe nach TEICH, 1978 und 1979, 4 Porphyroide des Comelico nach SASSI u. ZIRPOLI, 1965, bzw. TEICH, 1978, ferner die Mittelwerte von Rhyodaziten des Trentino nach GHEZZO, 1967, sowie von Quarzlatiten und Rhyolithen des Trentino/Südtirol nach MITTEMPERGER, 1958, siehe Text, eingetragen.

scher Vulkanit in ein vorhandenes Sedimentationsgebiet eingebettet wurde.

Wie eingangs bereits erwähnt, zeichnen sich die Augengneise des Gailtales im Gegensatz zu den Augengneisen der Hochalpe–Gleinalpe–Stubalpe durch die etwas breiter angelegte Variationsbreite der SiO_2 -Werte (vgl. Tab. 3) aus. Die SiO_2 -Werte liegen zwischen 65 bis 78% und ergeben 27 bis 45% Quarz.

Quarzärmere Proben (etwa 1, 2 und 16) weisen rhyodazitische bzw. granodioritische Zusammensetzungen auf; quarzreichere Augengneisproben (wie etwa 3, 7, 8 und 14) demonstrieren ein über die rhyolithische bzw. granitische Zusammensetzung hinausgehendes wesentlich saureres Verhalten.

Der Gesamteisengehalt (Summe der Oxyde des 2- und 3wertigen Eisens) schwankt zwischen 1 bis 5%, d. h. Proben mit niedrigem Quarzanteil haben höheren Biotitgehalt. Der Gehalt an Na_2O liegt zwischen 2,4 und 3,7%,

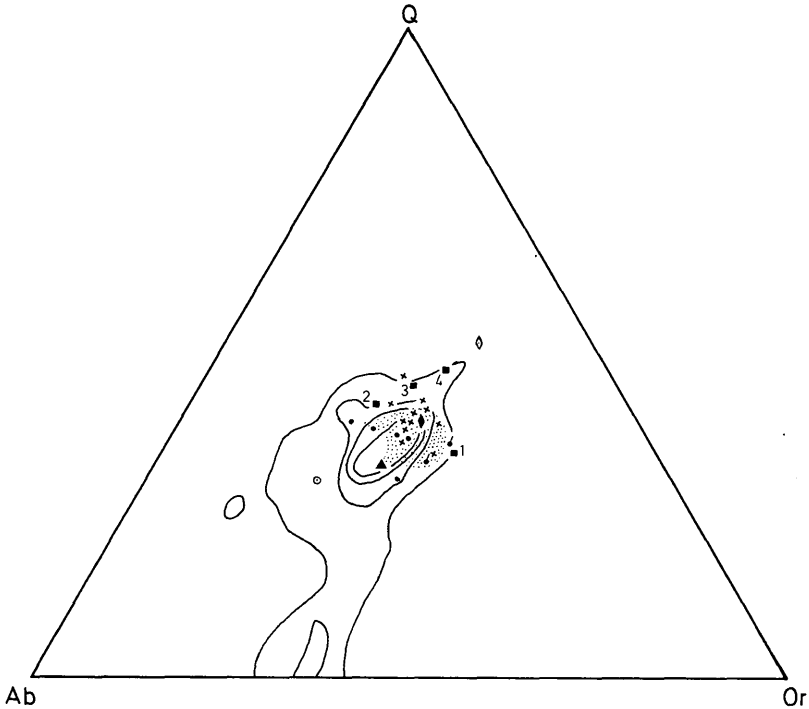


Abb. 3: Die Augengneisproben des Gailtales im Diagramm Q-Ab-Or nach TUTTLE u. BOWEN, 1958, für Vulkanite. Zum Vergleich sind... (siehe Abb. 2). Die Signaturen sind dieselben wie in Abb. 2.

entsprechend 21 bis 32% Albit. Die K_2O -Werte ergeben 3,1 bis 5,5%; dies entspricht 19 bis 33% Kalifeldspat. Schwankend ist der CaO -Anteil mit 0,1 bis 1,6%, der einen Anorthitgehalt von 0 bis 7% erbringt.

Die chemische Analyse Nr. 19 weist bei deutlichem Überwiegen von Na_2O gegenüber von K_2O die Zusammensetzung von 26% Quarz, 38% Albit, 18% Kalifeldspat und 9% Anorthit auf und steht somit von den übrigen Augengneisen, worauf schon HERITSCH, 1949, hingewiesen hat (vgl. auch die Abb. 2, 3 und 4), klar ab.

Daneben zeigen einzelne Augengneisproben, wie Nr. 4, 10 und 11, auch erhöhte Na_2O - bzw. erniedrigte K_2O -Werte. Ein chemisch ähnliches Verhalten weist auch eine Augengneisanalyse (vgl. Probe Nr. 24 nach TEICH 1978) aus der nordwestlichen Stubalpe auf.

Zur näheren Erläuterung der Variationsbreite können drei aus dem Steinbruch bei Dellach/Gailtal im Abstand von ca. 5 Meter entnommene

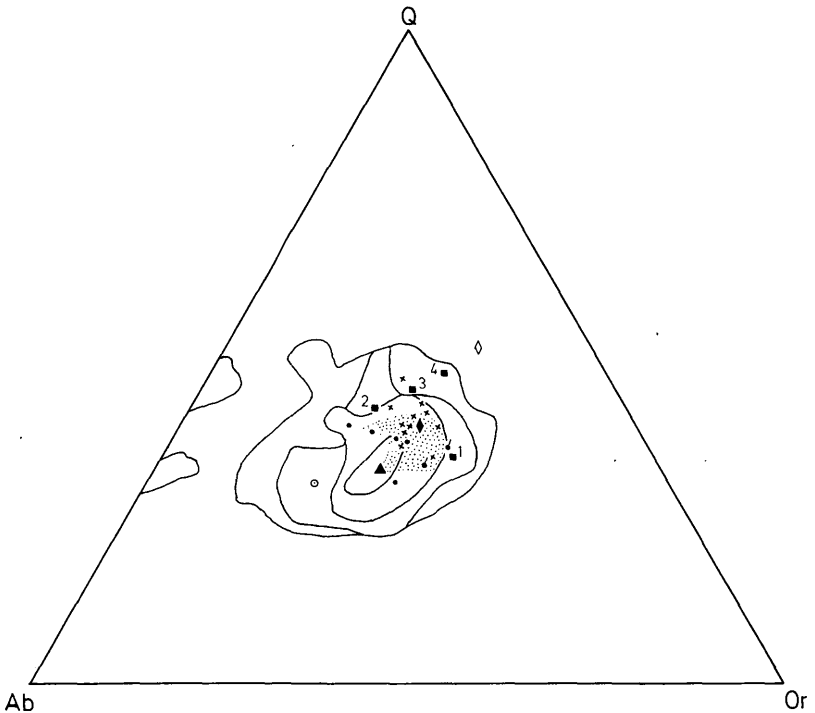


Abb. 4: Die Augengneisproben des Gailtales im Diagramm Q-Ab-Or nach WINKLER, 1976, für Granite. Zum Vergleich sind... (siehe Abb. 2). Die Signaturen sind dieselben wie in Abb. 2.

Augengneisproben (Proben Nr. 5, 6 und 7) als repräsentativ herangezogen werden. Die dem Augengneis-Schichtpaket zu unterst entnommene Probe Nr. 5 gestattet es, im Handstück die hellen Kalifeldspateinsprenglinge von der dunklen biotitreichen Grundmasse deutlich zu unterscheiden. Eine darüber entnommene Probe Nr. 6 zeigt im Handstück die Aufhellung des Biotits durch die Oxydation des 2wertigen Eisens, wohingegen im obersten Bereich des Steinbruches die Probe Nr. 7 als makroskopisch homogenes hellgraues Gestein vorliegt. Wie aus den dazu ausgeführten chemischen Analysen 5, 6 und 7 ersichtlich ist, besteht in der Augengneisschicht von unten nach oben die Tendenz, daß bei Zunahme von Quarz und Kalifeldspat im gleichen Maße Albit und Anorthit abnimmt.

Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, daß Porphyre (vgl. HERITSCH u. TEICH, 1975, bzw. TEICH, 1978) und Quarzporphyre (MITTEMPERGER, 1958) in Folge von Oberflächenverwitterung und Metamorphose unter hydrothermalen Bedingungen (Sericitisierung von Plagioklas und Kalifeldspat bzw. Chloritisierung von Biotit oder durch Verluste von Na_2O , K_2O und CaO) in ihrer chemischen Zusammensetzung leicht verändert werden. Als ein Beispiel kann die im Dünnschliff bereits stark umgewandelte Probe Nr. 8 herangezogen werden, die chemisch bei stark erhöhtem SiO_2 -Anteil erniedrigte CaO - und Alkaliwerte aufweist.

Eine zufriedenstellende Erklärung für die gelegentlich nicht unerhebliche Variationsbreite der Augengneise ist mit Hilfe der vorhin ausgeführten stofflichen Veränderung durch hydrothermale Verwitterungsprozesse sicher nicht gegeben. Wie bereits bei TEICH, 1978 und 1979, am schmalen Augengneisband der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe wahrscheinlich gemacht, kann zur Deutung der Variationsbreite eventuell eine Differentiationsabfolge herangezogen werden. Wie aus den Tab. 4, 5 und 6 hervorgeht, erbringt eine, nach steigenden SiO_2 -Werten vorgenommene Mittelbildung die hervorragende Vergleichsmöglichkeit mit den Mittelwerten nach NOCKOLDS, 1954, für Rhyodazit und Granodiorit in Tab. 4, sowie für Dellenit und Adamellit in Tab. 5 bzw. für Kalkalkali-Rhyolith und Kalkalkali-Granit in Tab. 6. Ebenso ist in den Tab. 4, 5 und 6 ein Vergleich mit den Magmentypen der Kalkalkali-Reihe nach BURRI, 1959, vorgenommen, wobei die Tendenz der magmatischen Entwicklung von tasnagrinitischer – adamellitischer – yosemitgranitischer – engadinitgranitischer zu aplitgranitischer Zusammensetzung erkennbar wird.

Der Differentiations-Index (D.-I.) als Maß für die Basizität eines Gesteins nach THORNTON u. TUTTLE, 1960, in Abb. 5, verdeutlicht genauso wie im Variationsdiagramm $(\text{FeO}) + (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) + (\text{MgO}) = (100 \text{ Gew.-%})$ nach NOCKOLDS u. ALLEN, 1954, in Abb. 6, die Differentiation der Augengneise des Gailtales (aber auch der Vergleichsgesteine) von rhyodazitischer zu rhyolithischer Zusammensetzung. Ein weiterer Hinweis kann aus dem Diagramm nach LUTH et al., 1964, in Abb. 7 entnommen werden.

Tab. 4: Vergleich der aus untersuchten Augengneisproben des Gailtales gebildeten Mittelwerte mit den Mittelwerten nach NOCKOLDS 1954 bzw. mit den NIGGLI - Werten der Kalkkali Reihe nach BURRI 1959. Zum Vergleich sind die nach steigenden SiO₂ - Werten gebildeten Mittelwerte der Porphyroide des Comelico (westliche Karnische Alpen) nach SASSI und ZIRPOLI 1965, der Quarzlatite von Trentino - Südtirol nach MITTEMERGER 1958, der Rhyodazite von Trentino nach CHEZZO 1967 sowie die Augengneise der Hochalpe - Gleinalpe - Stubalpe nach TEICH 1979, siehe Text, eingetragen.

Mittelwert der Augengneisproben - Nr.:	Mittelwerte NOCKOLDS 1954		1 Analyse, 6 Analysen, 15 Analysen, 3 Augengneis- untersuchten Porphyroid Quarzlatite, Rhyodazite, analysen der Augengneisproben - Nr.:		Hochalpe-Glein- alpe-Stubalpe nach TEICH 1979		
	SiO ₂	Rhyodazit	ZIRPOLI 1965	MITEMPER- GHER 1958	ZIRPOLI 1967	GHEZZO 1967	TEICH 1979
66,60	66,88	66,27	65,49	65,70	65,39	65,37	69,37
0,64	0,57	0,66	0,70	0,62	0,58	0,49	0,49
14,63	15,66	15,39	15,83	15,97	15,55	14,09	14,09
2,74	1,33	2,14	1,98	3,02	3,04	2,97	2,97
2,18	2,59	2,23	1,63	0,95	1,21	1,40	1,40
0,12	0,07	0,07	Sp.	0,08	0,05	0,10	0,10
1,39	1,57	1,57	1,26	1,98	1,39	0,63	0,63
1,38	3,56	3,68	1,92	2,25	2,09	1,62	1,62
2,84	3,84	4,13	2,44	2,46	3,04	2,93	2,93
4,49	3,07	3,01	4,87	3,72	4,00	4,87	4,87
0,21	0,21	0,17	0,21	0,12	0,14	0,26	0,26
2,63	0,65	0,68	3,49	2,16	2,70	1,00	1,00
0,15			0,18	0,97	0,82	0,27	0,27
100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
306	275	267	303,5	290	293	340	300
40	38	36,5	43	41,5	41	40,5	36
27	23	23,5	22	27	24,5	21,5	22,5
7	16	16	9,5	10,5	10	8,5	9
26	23	24	25,5	21	24,5	29	27
0,51	0,34	0,32	0,57	0,50	0,46	0,52	0,45
0,35	0,42	0,40	0,40	0,49	0,38	0,21	0,35
si							
al							
fm							
c							
alk							
k							
mg							

Kalkkali Reihe BURRI 1959

tsarna-granitisch adamellitisch

Tab. 5: Vergleich der aus untersuchten Augengneisproben des Gailtales gebildeten Mittelwerte mit den Mittelwerten nach NOCKOLDS 1954 bzw. mit den NIGGLI - Werten der Kalkalkali Reihe nach BURRI 1959. Zum Vergleich sind die nach steigenden SiO_2 - Werten gebildeten Mittelwerte der Porphyroide des Comelico (westliche Karnische Alpen) nach SASSI und ZIRPOLI 1965 sowie die Augengneise der Hochalpe - Gleinalpe - Stubalpe nach TEICH 1979, siehe Text, eingetragen.

	Mittelwerte nach NOCKOLDS 1954		1 Analyse, Porphyroid, 4 Augengneisanalysen Comelico (Cadore), der Hochalpe - Gleinalpe - Stubalpe nach Nord-Italien, nach SASSI u. ZIRPOLI 1965 TEICH 1979		70,38
	70,06	69,15	70,15	69,88	
SiO_2					
TiO_2	0,49	0,56	0,42	0,38	0,40
Al_2O_3	14,18	14,63	14,41	15,43	14,13
Fe_2O_3	2,67	1,22	1,68	0,64	3,44
FeO	1,22	2,27	1,55	1,91	0,28
MnO	0,07	0,06	0,06	Sp.	0,09
MgO	0,98	0,99	0,63	1,20	0,55
CaO	0,74	2,45	2,15	1,28	1,37
Na_2O	3,45	3,35	3,65	3,11	3,12
K_2O	4,03	4,58	4,50	3,27	4,99
P_2O_5	0,17	0,20	0,12	0,14	0,06
$H_2O +$	1,76	0,54	0,68	2,64	0,89
$H_2O -$	0,18			0,12	0,30

si	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
al	361	318	340	360	358
fm	42	40	41	47	42,5
c	23	20	17	20	14
atk	4	12	11	7	13
k	31	28	31	26	30
mg	0,44	0,47	0,45	0,41	0,45
	0,30	0,34	0,27	0,46	0,30

			yosemitit- granitisch		engadinit- granitisch
			350		380
			43		43
			14		13
			13		8
			30		36

Kalkalkali Reihe BURRI 1959					

Tab. 6: Vergleich der aus untersuchten Augengneisproben des Gailtales gebildeten Mittelwerte mit den Mittelwerten nach NOCKOLDS 1954 bzw. mit den NIGGLI - Werten der Kalkkali Reihe nach BURRI 1959. Zum Vergleich sind die nach steigenden SiO₂ - Werten gebildeten Mittelwerte der Porphyroide des Comelico (westliche Karnische Alpen) nach SASSI und ZIRPOLI 1965 bzw. TEICH 1978, der Rhyolithe von Trentino - Südtirol nach MITTEMPERGER 1958 sowie die Augengneise der Hochalpe - Gleinalpe - Stubalpe nach TEICH 1979, siehe Text, eingetragen.

	Mittelwert der untersuchten Augengneisproben - Nr.: 3/5 6/7/8/9/10/12 14/15/17		Mittelwerte NOCKOLDS 1954		2 Analysen, Porphyroide, Comelico, SASSI und ZIRPOLI 1965, TEICH 1978		4 Analysen, Rhyolithe, Trentino-S-Tirol nach alpe-Stubalpe MITTEMPERGER 1958		23 Augengneisanalysen der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe nach TEICH 1979		11 Augengneisanalysen der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe nach TEICH 1979	
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SiO ₂	74,04	72,08	73,66	74,11	76,43	72,73	74,89					
TiO ₂	0,25	0,37	0,22	0,22	0,13	0,29	0,23					
Al ₂ O ₃	13,41	13,86	13,45	13,87	13,64	13,62	12,75					
Fe ₂ O ₃	1,67	0,86	1,25	1,42	0,76	1,64	1,37					
FeO	0,44	1,67	0,75	0,56	0,26	0,70	0,73					
MnO	0,06	0,06	0,03	0,01	0,04	0,09	0,05					
MgO	0,52	0,52	0,32	0,50	0,16	0,54	0,34					
CaO	0,37	1,33	1,13	0,33	0,48	1,11	0,83					
Na ₂ O	3,10	3,08	2,99	2,54	1,61	3,34	3,28					
K ₂ O	4,57	5,46	5,35	4,36	4,98	4,86	4,61					
P ₂ O ₅	0,16	0,18	0,07	0,15	0,06	0,10	0,08					
H ₂ O +	1,22	0,53	0,76	1,71	0,95	0,79	0,68					
H ₂ O -	0,19		0,22	0,22	0,50	0,19	0,16					
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
si	450	381	421,5	468	532	399	449					
al	48	43	45,5	51	56	44	45					460
fm	14	15	11,5	14	7,5	15	13					47
c	2	8	7	2	3,5	6,5	5					8
alk	36	34	36	33	33	34,5	36,5					5
k	0,49	0,54	0,54	0,53	0,67	0,49	0,47					40
mg	0,27	0,27	0,23	0,32	0,22	0,30	0,23					40
												0,45
												0,23
												0,25

Kalkkali Reihe

nach

BURRI 1959

apitgranitisch

Hier streben nicht nur die nach steigenden SiO_2 -Werten gemittelten Augengneisproben des Gailtales, sondern auch die zum Vergleich herangezogenen Gesteine dem kotektischen Minimum von 0,5 Kilobar zu. Ähnliche Beobachtungen und Verhältnisse schildert LIPMAN, 1966, von tertiären rhyolithischen Magmen in Nevada und deutet sie als Beweis für eine Differentiation.

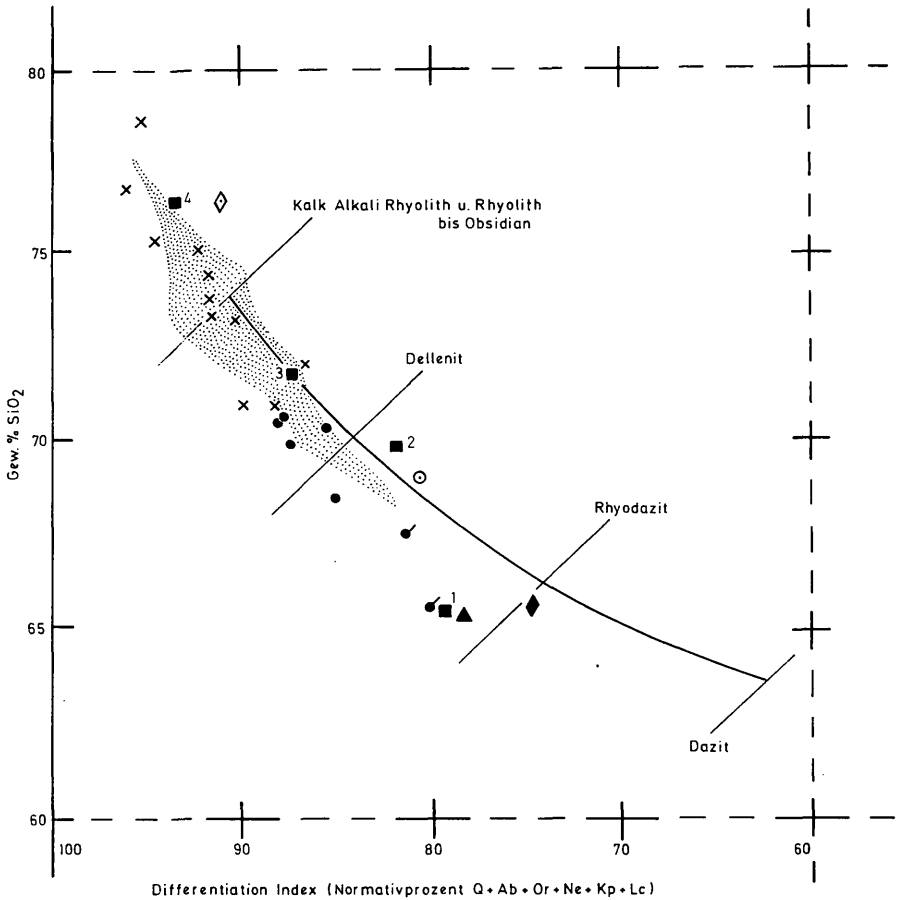


Abb. 5: Die Augengneisproben des Gailtales im SiO_2 -Differentiations-Indexdiagramm nach THORNTON u. TUTTLE, 1960. Zum Vergleich sind... (siehe Abb. 2) aber auch für Dazit-Rhyodazit-Dellenit-Kalkalkali Rhyolith und Rhyolith bis Obsidian nach NOCKOLDS, 1954, siehe Text, eingetragen. Die Signaturen sind dieselben wie in Abb. 2.

VERGLEICH MIT STEIRISCHEN AUGENGNEISEN, SÜDALPINEN PORPHYROI- DEN UND QUARZPORPHYREN

1. Steirische Augengneise

Wie aus den Untersuchungen an Augengneisen aus dem Kristallin der Hochalpe-Gleinalpe-Stupalpe nach HERITSCH u. TEICH, 1975, TEICH, 1978

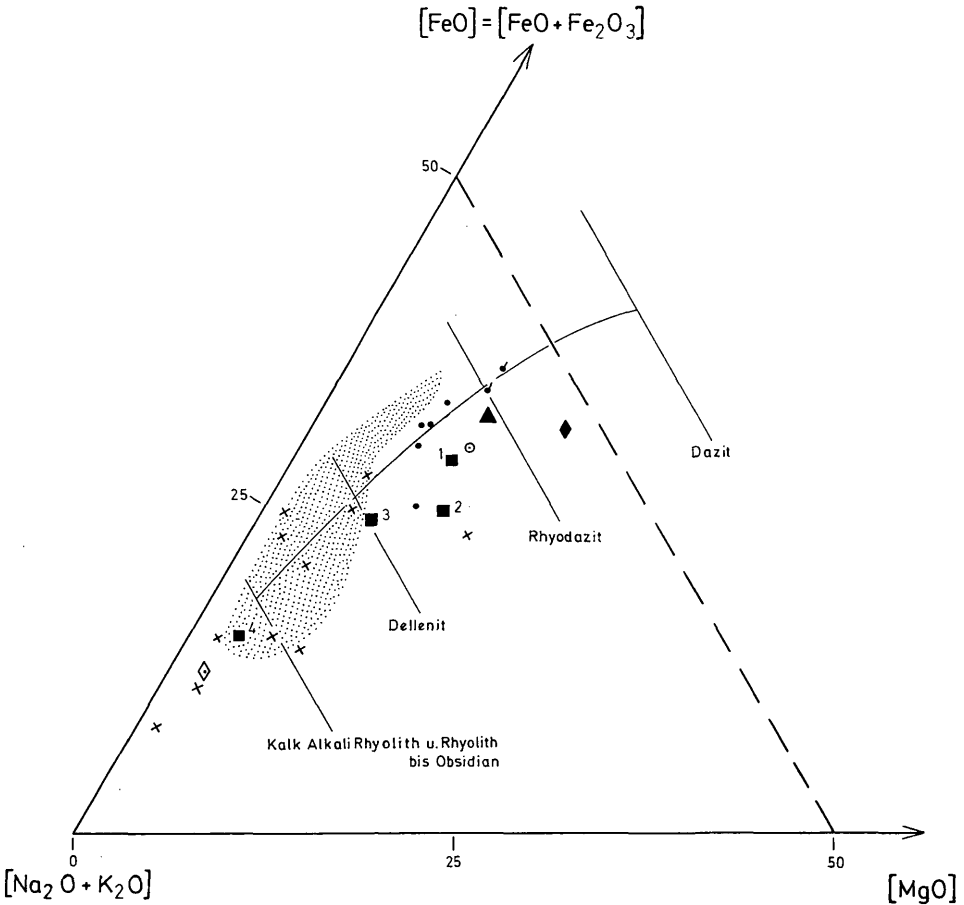


Abb. 6: Die Augengneisproben des Gailtales im Variationsdiagramm (FeO) - (Na₂O + K₂O) - (MgO) nach NOCKOLDS u. ALLEN, 1954. Zum Vergleich sind... (siehe Abb. 2), aber auch für Dazit-Rhyodazit-Dellenit-Kalkalkali Rhyolith und Rhyolith bis Obsidian nach NOCKOLDS, 1954, siehe Text, eingetragen. Die Signaturen sind dieselben wie in Abb. 2.

und 1979, hervorgeht, ist ein Vergleich mit den im Gailtal gelegenen Augengneisen auf Grund gleicher chemischer Zusammensetzung bzw. Variationsbreite und gleicher Mineralbestände durchaus gegeben. Vgl. dazu die Tab. 3, 4, 5 und 6 bzw. die Abb. 2, 3, 4, 5, 6 und 7.

2. Südalpine Porphyroide

Die den Augengneisen des Gailtales geographisch nahe gelegenen Porphyroide des Comelico in den westlichen Karnischen Alpen trennen nach SASSI u. ZIRPOLI, 1965, den kristallinen Unterbau von den paläozoischen Sedimenten. Wie aus den Tab. 4, 5 und 6 bzw. den Abb. 2, 3, 4, 5, 6 und 7 ersichtlich wird, sind die Gailtalaugengneise und die Porphyroide des Comelico gekennzeichnet durch gleiche chemische Zusammensetzungen, Variationsbereiten und Mineralbestände. Vgl. dazu SASSI u. ZIRPOLI, 1965, bzw. TEICH, 1978.

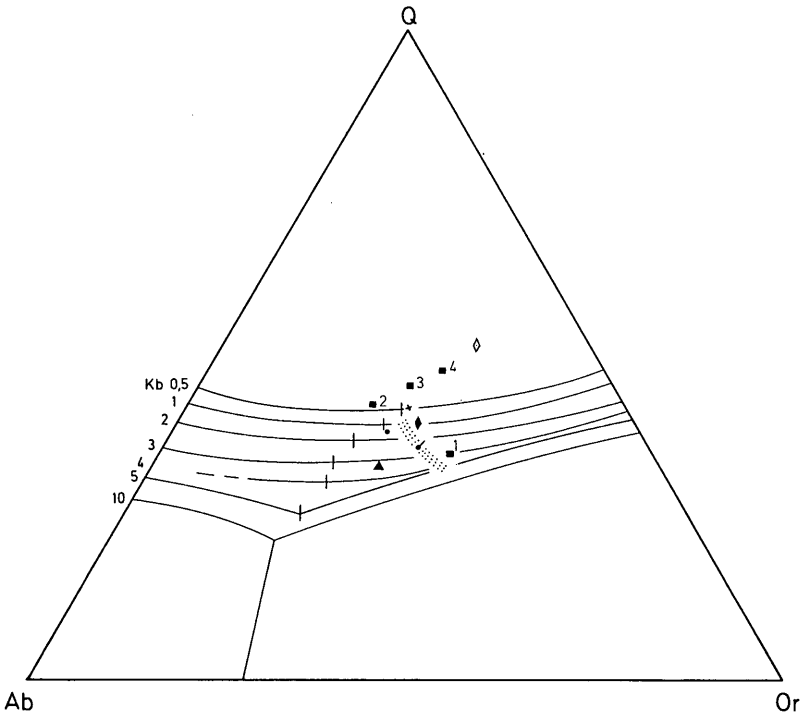


Abb. 7: Die Mittelwerte der nach steigenden SiO_2 -Werten gemittelten Augengneisproben des Gailtales, der Hochalpe usw. (siehe Abb. 2) sind im Diagramm Q-A-b-Or nach LUTH et al. 1964, siehe Text, eingetragen. Die Signaturen sind dieselben wie in Abb. 2.

3. Bozener und Trientiner Quarzporphyre

Im paläozoisch-vulkanischen Komplex von Trentino-Südtirol unterscheidet MITTEMPERGHER, 1958, eine untere Gesteinsserie, bestehend aus trachyandesitischen Laven und Tuffen, von einer mittleren Serie aus quarzlatitischen Tuffen und einer oberen Serie von Ignimbriten, wobei die älteren (nach GHEZZO, 1967, handelt es sich um Rhyodazite) quarzlatitische bzw. die jüngeren rhyolithische Zusammensetzung aufweisen.

In weiterer Folge kommt dieser oberen, ignimbritischen Serie besondere Bedeutung zu, da deren chemische Zusammensetzung und Variationsbreite mit den Porphyroiden des Comelico, den Augengneisen des Gailtales und dem Augengneiszug der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe im Einklang steht. Vgl. dazu die entsprechenden Tab. 4, 5 und 6 bzw. die Abb. 2, 3, 4, 5, 6 und 7.

ZUSAMMENFASSUNG

Wie oben auseinandergesetzt, weisen die in den Kristallingebieten gelegenen Augengneise des Gailtales, der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe und der Koralpe mit den südalpinen Porphyroiden (genauso wie mit dem Porphyroid des Hasentalles bei Spital/Semmering in der Steiermark nach HERITSCH u. TEICH, 1975, bzw. TEICH, 1978) und mit den Bozener und Trientiner Quarzporphyren eine Reihe gemeinsamer Merkmale auf: Die maximale Mächtigkeit erreicht etwa 700 Meter; ähnliche bzw. gleiche Mineralbestände und übereinstimmende chemische Zusammensetzungen und Variationsbreiten bedeuten rhyodazitischen (granodioritischen) bis rhyolithischen (granitischen) Magmentypus, wobei in den einzelnen chemischen Parametern, infolge von hydrothermalen Phasen, gelegentlich Veränderungen bewirkt werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die von HERITSCH u. TEICH, 1975, vorgeschlagene und von TEICH, 1978 und 1979, weiter erhärtete Deutung der Augengneise aus der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe auch für die Genese der Gailtalaugengneise anwendbar und wahrscheinlich ist. Durch Kalimetasomatose bzw. Injektionsmetamorphose eines Schiefergneises, d. h. durch Zufuhr von granitisch-pegmatitischen Lösungen, aber auch durch anatektische Vorgänge an Ort und Stelle, kann, wie vorhin auseinandergesetzt, in den geringmächtigen und weit auseinanderliegenden Augengneisen nicht die weitgehend einheitliche granodioritische bis granitische Zusammensetzung erzeugt werden. Vielmehr dürften die Augengneise schon vor der Metamorphose ihren Chemismus besessen haben, da es eher unwahrscheinlich ist, daß nur so schmale Zonen der Imprägnation und Umwandlung unterliegen, ohne daß die umliegenden Gesteine miteinbezogen werden. Die Übereinstimmung der Augengneise des Gailtales, der Hochalpe-Gleinalpe-Stubalpe und der Porphyroide des Comelico mit der oberen Serie des Bozener und Trientiner Quarzporphyrgebietes

ist besonders hervorstechend. Die im Zuge der metamorphen Umprägung der Gailtaugengneise aufgetretenen Phasen und Lösungen könnten nicht nur die Unterscheidung der rhyodazitischen von der rhyolithischen Formation verwischt haben, sondern auch verantwortlich sein für die zum Teil nicht unerhebliche Variationsbreite und gelegentlich saureren Augengneise, die über die durchschnittliche granitische bzw. rhyolithische Zusammensetzung hinausgeht.

Unter der Voraussetzung, daß die Projektionspunkte der Augengneise im Diagramm nach LUTH et al., 1964, in Abb. 7 eutektische Zusammensetzungen abbilden, können die Ausgangsbildungsbedingungen für die rhyodazitisch zusammengesetzten Augengneise mit etwa 4 bis 5 Kilobar bei 640° C bzw. für die rhyolithische Formation mit etwa 0,5 Kilobar und 760° C angesetzt werden.

Die angeführten Argumente lassen folgende Genese der Augengneise als wahrscheinlich erscheinen: Im Zuge des Absatzes der Gailtalsedimente erfolgte die Einlagerung der von Rhyodazit zu Rhyolith differenzierten Quarzporphyrplatte; die gebirgsbildenden Kräfte bewirkten die heute linsig vorliegende Anordnung der Augengneise; durch die Metamorphose erfolgt die Umwandlung des Quarzporphyrs zum Augengneis, wobei die ursprünglichen Sanidineinsprenglinge als Ansatzpunkte für die Mikroklinaugen dienen.

DANK

Herrn Univ.-Prof. Dr. Haymo HERITSCH, Vorstand des Institutes für Mineralogie – Kristallographie und Petrologie der Universität Graz, danke ich auch an dieser Stelle nicht nur für die Problemstellung, sondern ebenso dafür, daß er mir in den Sommern 1977 und 1978 in seinem ehemaligen Kartierungsgebiet eine größere Zahl von Augengneisvorkommen zur Probenentnahme an Ort und Stelle gezeigt hat, sowie für sein Interesse an dieser Arbeit.

Zur Ausführung der Arbeit standen mir die Mittel des Institutes für Mineralogie – Kristallographie und Petrologie der Universität Graz zur Verfügung.

LITERATUR

- ANGEL, F. (1923): Petrographisch-geologische Studien im Gebiet der Gleinalpe. – Jb. Geol. B.-A. Wien, 73:63–98.
- BECKER, L. P. (1977): Zum geologischen und tektonischen Aufbau des Stubalpenzuges (Steiermark) mit einem Vergleich seiner Position zur nordöstlichen Saualpe (Kärnten). – Carinthia II. 167/87:113–125.
- BECKER, L. P., u. SCHUMACHER, R. (1972): Metamorphose und Tektonik in dem Gebiet zwischen Stub- und Gleinalpe, Steiermark. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 65:1–31.
- BURRI, C. (1959): Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage. – Birkhäuser Verlag, Basel-Stuttgart.
- GHEZZO, C. (1967): Le vulcaniti paleozoiche nell'area centro-orientale del complesso effusivo atesino. – Miner. Petrogr. Acta, 13:339–408.

- GOLDSCHMIDT, V. L. (1921): Die Injektionsmetamorphose im Stavanger Gebiet. – Krist. Vid. Skr., Math. Nat. Kl. 10.
- HERITSCH, H. (1949): Die Gesteine des Gailtaler Kristallinzuges zwischen Birnbaum und Dellach im Gailtal. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 77/78:61–92.
- HERITSCH, H., KÄHLER, F., u. PAULITSCH, P. (1953): Exkursion ins Gailtal. – Fortschr. Min. 32:94–97.
- HERITSCH, H., u. PAULITSCH, P. (1958): Erläuterungen zur Karte des Kristallins zwischen Birnbaum und Pressegger See, Gailtal. – Jb. Geol. B.-A. Wien. 101:191–200.
- HERITSCH, H., u. TEICH, T. (1975): Zur Genese des Augengneisuzuges von der östlichen Gleinalpe in die westliche Stubalpe. – Anz. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl. 1975/9:115–119.
- LIPMAN, P. W. (1966): Water pressures during differentiation and crystallization of some ash-flow magmas from southern Nevada. – Am. J. Sc. 264:810–826.
- LUTH, W. C., JAHNS, R. H., u. TUTTLE, F. O. (1964): The granite systems at pressure of 4 to 10 kb. – Geophys. Res. 69, No. 4.
- MITTEMPERGER, M. (1958): La serie effusiva paleozoica del Trentino – Alto Adige. – Com. Naz. Ric. Nucleari Stud. Ric., Div. Geodmineria, Roma 1958, Vol. I. Parte I:61–145.
- NOCKOLDS, S. R. (1954): Average chemical compositions of some igneous rocks. – Bull. Geol. Soc. Amer. 65:1007–1032.
- NOCKOLDS, S. R., u. ALLEN, R. (1954): The geochemistry of some igneous rock series, Part. II. – Geochim. et Cosmochim. Acta, 5:245–285.
- NOCKOLDS, S. R., KNOX, R. W. O'B., u. CHINNER, G. A. (1978): Petrology for students. – Cambridge University Press.
- SASSI, F. P., u. ZIRPOLI, G. (1965): Contributo alla conoscenza degli scisti cristallini del Comelico (Cadore). – Estratto dalle Memorie dell'Accademia Patavina di SS.LL.AA., Classe di Scienze Matematiche e Naturali, 78:1965–1966.
- STRECKEISEN, A. (1967): Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. – N. Jb. Min. Abh. 107:144–240.
- STRECKEISEN, A. (1973): Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks, Recommendations. – N. Jb. Min. Mh. A. 1973:149–164.
- TEICH, T. (1978): Die Genese des Augengneisuzuges in der Gleinalpe–Stubalpe, Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 108:55–69.
- (1979): Die Genese des Augengneisuzuges in der zentralen und südlichen Stubalpe – mit einer Zusammenfassung über den Augengneisuzug der Hochalpe–Gleinalpe–Stubalpe, Steiermark – Kärnten. – Mit. naturwiss. Ver. Steiermark, 109:39–54.
- THORNTON, C. P., u. TUTTLE, O. F. (1960): Chemistry of igneous rocks I. Differentiation Index. – Am. J. Sc. 258:664–684.
- TOLLMANN, A. (1977): Geologie von Österreich. Bd. I. – Verlag Franz Deuticke, Wien.
- TUTTLE, O. F., u. BOWEN, N. L. (1958): Origin of Granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ – KAlSi_3O_8 – SiO_2 – H_2O . – Geol. Soc. Amer. Mem. 74:78.
- WINKLER, H. G. F. (1967): Die Genese der metamorphen Gesteine. Zweite, erweiterte Auflage. Springer Verlag.
- (1974): Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Third Edition, Springer Verlag.
- (1976): Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Fourth Edition, Springer Verlag.

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