©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Jb. Geol. B.-A.	ISSN 0016-7800	Band 131	Heft 4	S. 649-662	Wien, Dezember 1988

Porphyritische Ganggesteinsgesellschaft der Ötztaldecke im Gebiet Elferspitze – Griankopf (Sesvenna-Gruppe, Südtirol)

Von GEORG TROLL, ANDREAS NEUMAIR & ALFONS HOFSTETTER*)

Mit 15 Abbildungen und 3 Tabellen

Italien
Südtirol
Sesvennagruppe
Ostalpin
Porphyrite

Inhalt

Zusammenfassung ... 649
Abstract ... 649
1. Einführung ... 649
1.1. Frühere Bearbeitungen ... 650
2. Geologische Situation ... 652
3. Petrographie der Ganggesteine ... 653
3.1. Leukogabbrodioritporphyrit ... 656
3.1.1. Feinkörnige bis aphanitische Varietät ... 656
3.1.2. Mittelkörnige Varietät ... 657
3.1.3. Hiatalporphyrische Varietät ... 657
3.2. Aplogranodioritporphyrit ... 657
3.3. Granitporphyr ... 657
4. Geochemie der Ganggesteine ... 657
5. Tektonik ... 659
6. Interpretation ... 661
Dank ... 661
Literatur ... 661

Zusammenfassung

Im Gebiet der Elferspitze und des Griankopfes druchschlagen nicht-metamorphe, hypabyssische Gänge („Rojener Gangschar") diskordant oberostalpine Glimmerschiefer und Augengneise. Aufgrund ihres modalen Mineralbestands werden sie nach der Klassifikation RONNERS (1963) in drei Typen eingeteilt, die zeitlich aufeinanderfolgen: Leukogabbrodioritporphyrit, Aplogranodioritporphyrit und Granitporphyr. Die SiO_2-Gehalte reichen von 50 Gew.-% bis über 70 Gew.-%. Aus dem AFM-Diagramm und dem PEACOCK-Index ergibt sich ein kalk-alkalischer Differentiationstrend. Für die Wegsamkeiten sorgten hkO-Klüfte sowohl einer Großfaltung als auch einer Kleinfältelung der Gneise und Glimmerschiefer. Nach Vergleichen mit ähnlichen Gesteinen anderer Gebiete der östlichen Zentralalpen können diese Gänge einer oligozänen Intrusionsphase während einer Dehnungsperiode zugeordnet werden.

Abstract

Porphyritic dykes („Rojen dyke swarm") cut Austroalpine micaschists and augengneisses in the Elferspitze and Griankopf area. The hypabyssic dykes are nonmetamorphic and may be divided into three types, according to their mineral modes (RONNER, 1963): leucogabbrodiorite-porphyrite, aplogranodiorite-porphyrite and granite-porphyry. SiO_2 ranges from 50 wt.-% to more than 70 wt.-%. AFM-plots and the PEACOCK-index suggest a calc-alkaline trend. The dykes were emplaced along hkO-shear joints of a major folding phase (D_1) and along minor fold structures (D_2). In comparison with similar rocks from other localities in the eastern part of the central Alps, these dykes may be attributed to an Oligocene igneous event during a tensional tectonic regime.

1. Einführung

Das untersuchte Gebiet (Abb. 1) liegt zwischen 10° 30' und 10° 27' östlicher Länge und 46° 46' und 46° 48' nördlicher Breite. Kartengrundlage ist die topographische Karte der Schweiz 1 : 25.000 Blatt 1199 bis „Piz Lad", die im oben genannten Gebiet 1 : 10.000 kartiert wurde. Von Rojen aus erscheinen die Gipfel Zehnerkopf, Elferspitze und Zwölferkopf, die als natürliche Sonnenuhr dienten, im Uhrzeigersinn unter der aufsteigenden Sonne und erhielten daher ihren Namen.

In den zentralen Teilen des Ostalpins, besonders im Altkristallin der Ötztalmasse, durchschlagen porphyritische und verwandte Ganggesteine diskordant Glimmerschiefer und Paragneise sowie Augen- und Flasergneiszüge. Im Rahmen zweier Diplomarbeiten (A. NEUMAIR und A. HOFSTETTER) wurde dieser westliche, geologisch bisher wenig bearbeitete Teil der Ötztaldecke kartiert, um die frühalpidisch-kretazische Einengungs-

*) Anschrift der Autoren: Univ.-Prof. Dr. GEORG TROLL, Dipl.-Geol. ANDREAS NEUMAIR, Dipl.-Geol. ALFONS HOFSTETTER, Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität München, Theresienstraße 41, D-8000 München 2.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

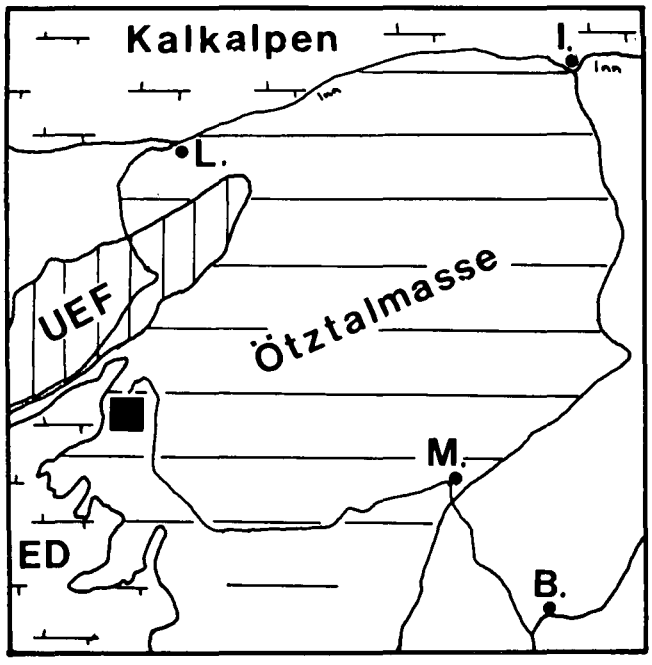

Abb. 1.
Geologische Übersichtsskizze der zentralen westlichen Ostalpen mit Lage des Untersuchungsgebietes (■).
UEF = Unterengadiner Fenster; ED = Engadiner Dolomiten; L = Landeck; I = Innsbruck; M = Meran; B = Bozen.

tektonik (Deckenbildung) von der spätalpidisch-tertiären Dehnungstektonik (Störungen, Gangintrusionen) zu trennen.

1.1. Frühere Bearbeitungen

Die ersten Hinweise auf Gangvorkommen in diesem Gebiet stammen von STACHE & V. JOHN (1877), die diese Gesteine als konkordante präsilurische Deckenergüsse aus basischen und saueren Laven betrachteten (s. dort S. 209–211), die zum Teil unmittelbar aufeinanderfolgten und so die „gemischten Lagerströme" (s. dort Taf. I, Fig. 1 und 2) bildeten, die während der Auffaltung der Alpen steilgestellt wurden.

Bei seiner Kartierung des Blattes Nauders im Maßstab 1 : 75.000 erkannte HAMMER (1912), daß es sich um diskordante Gänge handelt. Aufgrund der Aufschiebung der Ötztaler Masse auf die Engadiner Dolomiten vermutete er, daß Kalkschollen durch das aufsteigende Magma mitgeschleppt worden seien. Er beobachtete nämlich in einem als Granitporphyr bezeichneten Gestein solche Karbonatschollen (HAMMER, 1912, S. 146 und Fig. 4, IV, S. 144). Aus der Aufschiebung der Ötztalmasse und der Aufschleppung liegender Kalkblöcke folgerte er ein postmesozoisches Alter der Gänge. Diese Ansicht wurde von ihm selbst revidiert (HAMMER, 1925, S. 158): „Von der großen Gangschar im Rojen- und Langtauferertal, welche diabasische und granitporphyrische Gesteinsarten umfaßt, kann hinsichtlich des

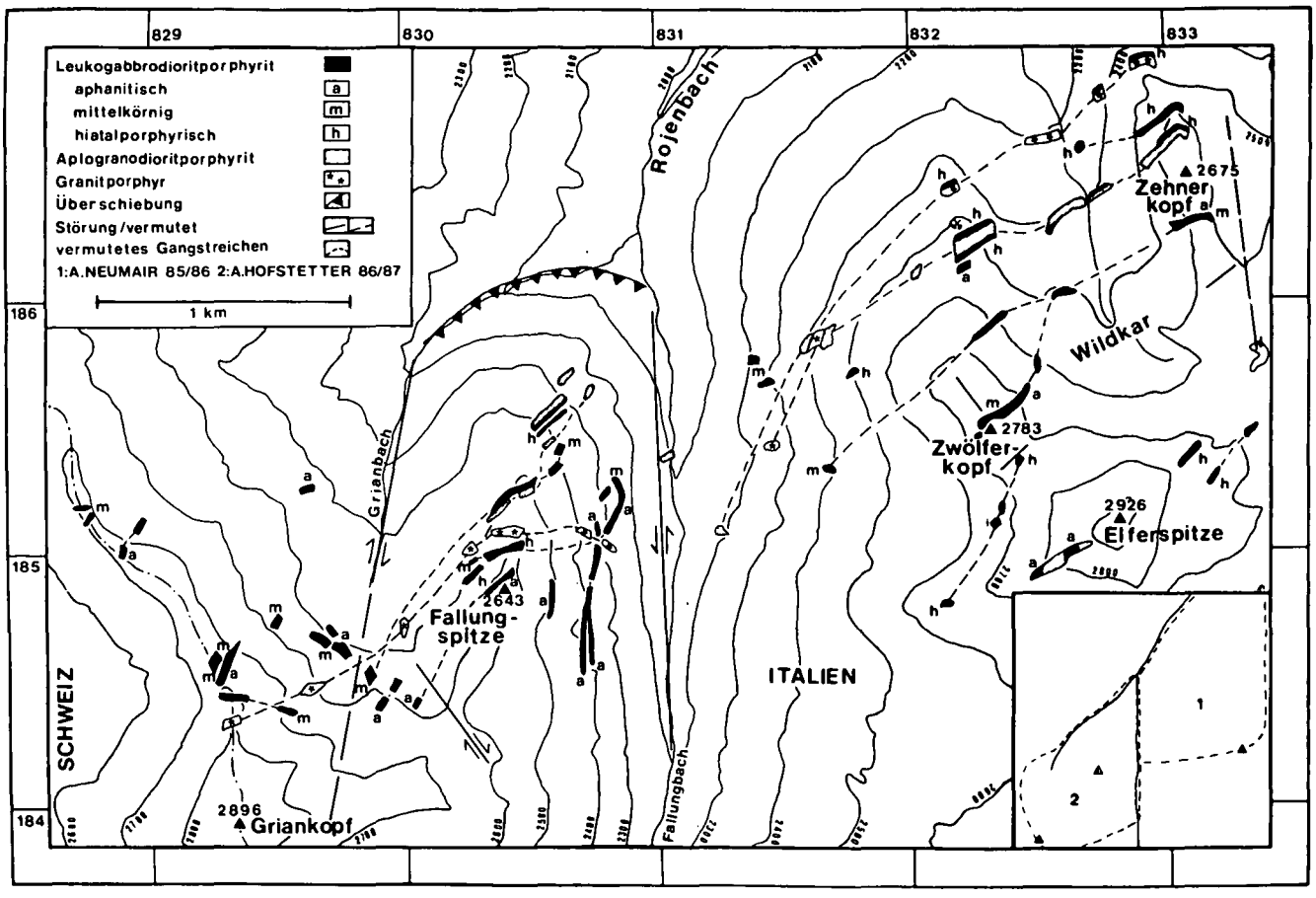

Abb. 2.
Karte der Ganggesteine im Bereich der Elferspitze und des Griankopfes, Südtirol.
Die angegebenen Koordinaten sind Gauß-Krüger-Koordinaten der Topographischen Karte der Schweiz 1 : 25.000, Blatt 1199 bis Piz Lad. Die verschiedenen Gänge werden von Bergzerreißungen und Talzuschüben verlagert.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

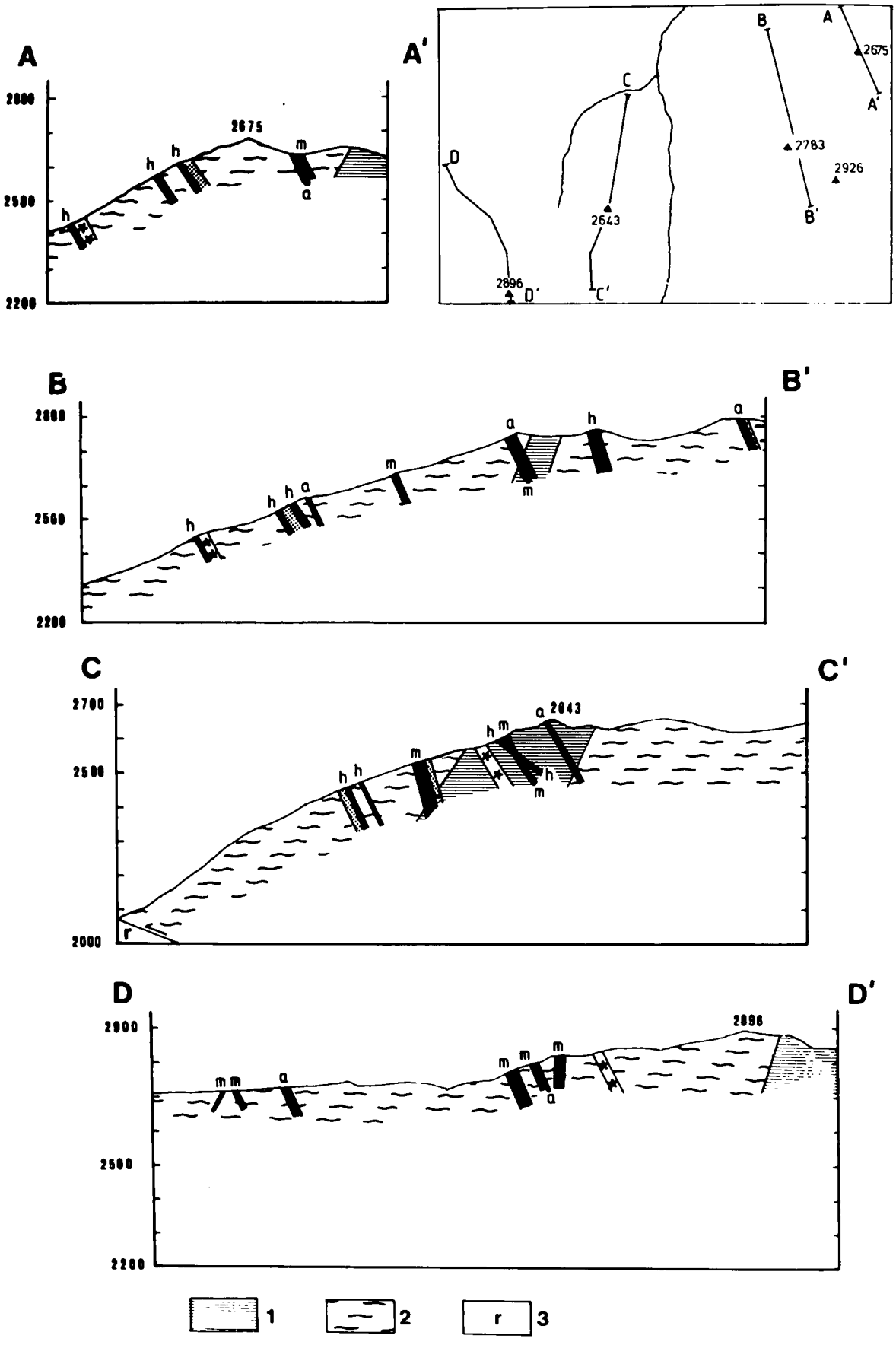

Abb. 3.
Vier Profile durch das Untersuchungsgebiet.
A – A' = Zehnerkopfgrat; B – B' = Zwölferkopf; C – C' = Fallungspitze; D – D' = Grenzgrat zur Schweiz.
1 = Augen- und Flasergneis; 2 = Paragneise und Glimmerschiefer; 3 = Radiolarit und Kalke des Mesozoikums; restliche Symbole und Signaturen wie in Abb. 2.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Alters nur gesagt werden, daß sie älter sind als die Überschiebung des Ötztaler Kristallins auf die Unterengadiner Dolomiten – oder höchstens gleichalt, wenn man den Vorschub der Ötztaler als mehrteilig annimmt".

Erst in neuerer Zeit verglich GATTO et al. (1976) diese Gänge geochemisch mit denen anderer Gebiete (Ötztaler Masse, Silvretta, Ortlergebiet und Veltlin), ohne sie nach Lokalitäten aufzuschlüsseln, im Gegensatz zu BECCALUVA et al. (1979, 1983), welche noch weitere Vorkommen (Pustertal, Val Loana und Val Camonica) berücksichtigen. Diese Autoren beziehen die Gangbildungen auf einen orogenen Magmatismus zwischen Oberkreide und Oligozän, analog zu den Intrusionen wie Biella und Adamello.

Vergleichbare Gangintrusionen sind regional weit verbreitet und erscheinen nicht nur in der Ötztalmasse (STACHE & V. JOHN, 1877; HAMMER, 1912; PURTSCHELLER & RAMMELMAIR, 1982), sondern auch im Gebiet des Ortler-Cedevale (STACHE & V. JOHN, 1879; HAMMER, 1903; GATTO et al., 1976; BECCALUVA et al., 1979, 1983; DEL MORO et al., 1981; PURTSCHELLER & MOGESSIE, 1988). Aus der Goldberg- und Kreuzeckgruppe in Kärnten (DEUTSCH, 1980, 1984, 1986) gibt es geochemische und geochronologische Untersuchungen, die tertiäre Alter (42–24 Ma) ergeben. Weitere Fundpunkte an der periadriatischen Naht östlich der oben genannten Gebiete sind von EXNER (1976) beschrieben.

2. Geologische Situation

Das Gebiet um Elferspitze und Griankopf gehört zur oberostalpinen Ötztaldecke westlich des Etschtales. Paragneise und Glimmerschiefer sind die häufigsten Nebengesteine der Gänge. Daneben finden sich Augen- und Flasergneiszüge. Durch die Mineralparagenesen läßt sich das Maximum der Regionalmetamorphose eingrenzen. Bestimmend sind hier Disthen, Granat, Plagioklas (An_{35-20}), Muskovit und Biotit, die eine druckbetonte Amphibolitfazies anzeigen. Tektonische Untersuchungen und Bestimmungen des Metamorphosegrades der Ötztaldecke wurden bisher nur im Hauptgebiet der Ötztalmasse östlich des Etschtales vorgenommen (PURTSCHELLER, 1969; V. GOOL et al., 1987; MOGESSIE & PURTSCHELLER, 1986). K/Ar-Altersbestimmungen (THÖNI, 1980) an Biotiten ergeben westlich des Reschensees 300 Ma. Eine alpidisch metamorphe Überprägung kann somit nicht nachgewiesen werden. Diese Biotit-Schließungsalter beziehen sich auf Temperaturen von 300 bis 350 Grad.

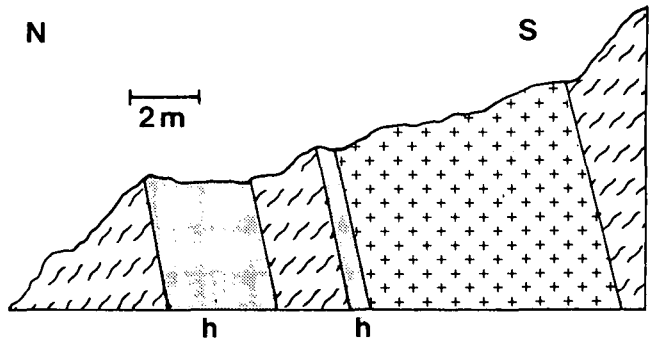

Abb. 4.
Gangvorkommen von hiatalporphyrischem Leukogabbrodioritporphyrit (h) und Granitporphyr (+) am Zwölferkopfgrat in 2465 m Höhe (vgl. Abb. 3, Profil B – B').

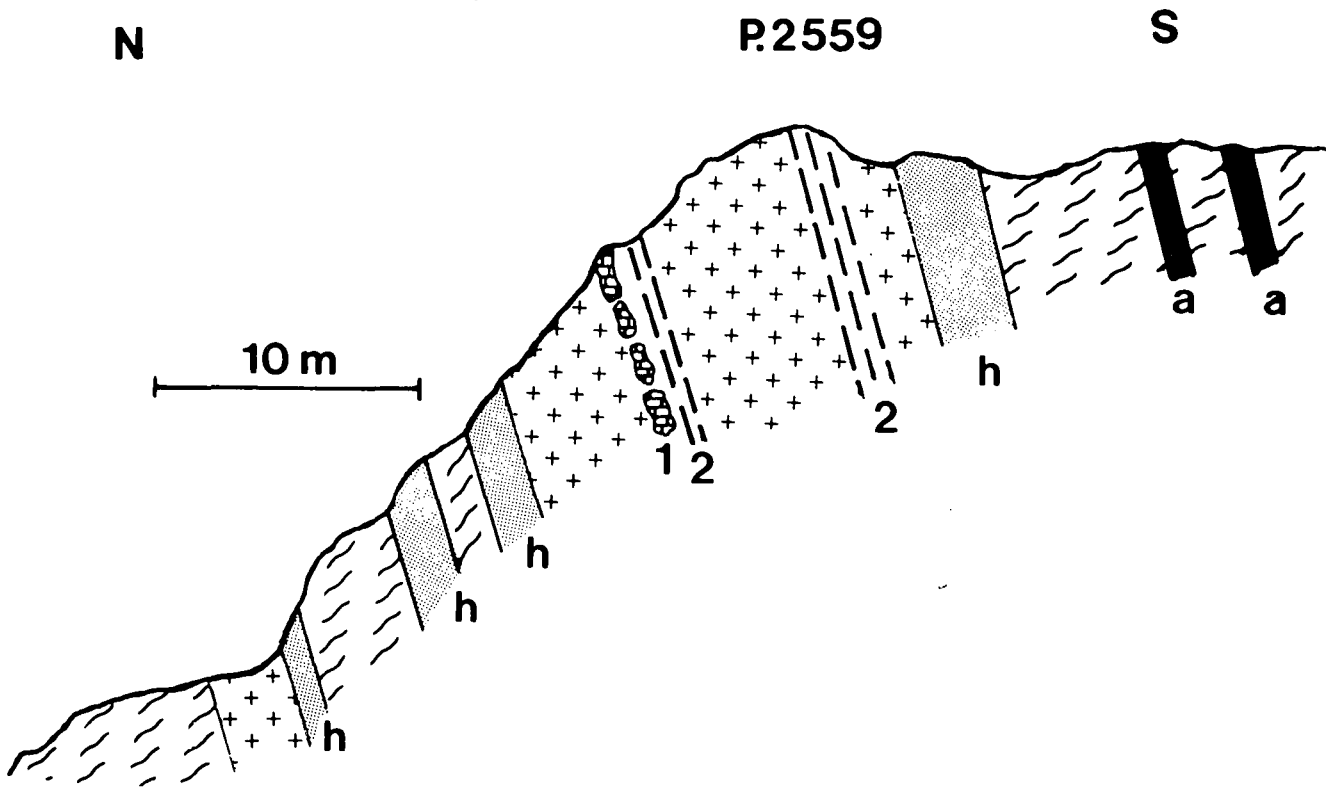

Abb. 5.
Felskopf (Punkt 2559) am Nordgrat des Zwölferkopfes (vgl. Abb. 3, Profil B – B').
a = aphanitischer, h = hiatalporphyrischer Leukogabbrodioritporphyrit; + = Aplogranodioritporphyrit.
1 = Quarzknauern und Karbonatblöcke; 2 = Bereiche mit Paralleltextur.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

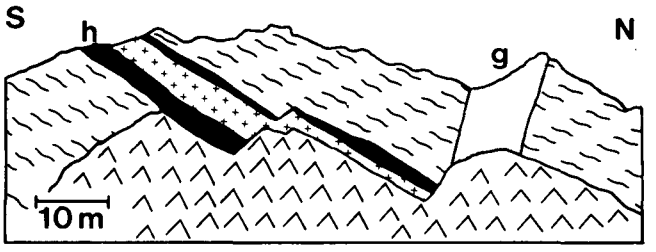

Abb. 6.
Granitporphyraufschluß „Lago di Caro" nördlich des Griankopfes in 2770 m Höhe (vgl. Abb. 3, Profil D – D').
+ = Granitporphyr; g = mittelkörniger, h = hiatalporphyrischer Leukogabbrodioritporphyrit.

Es treten drei Typen von Ganggesteinen auf: Granitporphyr, Aplogranodioritporphyrit und Leukogabbrodioritporphyrit, der sich megaskopsich in drei Varietäten unterschiedlicher Korngröße gliedern läßt. Die Gänge durchschlagen diskordant die Gesteine der Ötztaldecke; sind nicht metamorph und führen weder Stilpnomelan noch andere metamorphe Minerale, wie sie PURTSCHELLER & RAMMELMAIR (1982) in Diabasgängen der Ötztalmasse zwischen Innsbruck und Obergurgl feststellten. Obwohl die Engadiner Dolomiten an das untersuchte Gebiet angrenzen, konnte noch kein Eindringen der Ganggesteine in mesozoischen Schichtfolgen beobachtet werden.

Die Mächtigkeit der Ganggesteine schwankt beträchtlich:

Leukogabbrodioritporphyrit	
Feinkörnige bis aphanitische Varietät	1–10 m
Mittelkörnige Varietät	8–40 m
Hiatalporphyrische Varietät	2–15 m
Aplogranodioritporphyrit	15–40 m
Granitporphyr	1–10 m

Die Kontakte zu den Nebengesteinen sind scharf, und mit bloßem Auge ist keine Kontaktmetamorphose zu erkennen. Zum Teil treten Apophysen auf, die wenige Meter Länge erreichen. Einige Gänge können im Gelände über mehrere Kilometer verfolgt werden (Abb. 2). Sie streichen im allgemeinen NE–SW bis ENE–WNW und fallen steil nach Süden ein. Die Profile A–A' bis D–D' (Abb. 3) verdeutlichen die Lagerungsverhältnisse. Im Wildkar, das die Gänge queren, bilden sie auffällige Geländestufen.

Der Aplogranodioritporphyrit und der Granitporphyr werden häufig von der hiatalporphyrischen und aphanitischen Varietät des Leukograbbrodioritporphyrits begleitet (Abb. 2 bis 7). Im Aplogranodioritporphyrit südwestlich der Elferspitze in 2880 m Höhe finden sich gerundete Einschlüsse von aphanitischem Leukogabbrodioritporphyrit (Abb. 8). Westlich des Zwölferkopfgrates am westexponierten Hang in 2400 m Höhe durchschlägt Granitporphyr einen Aplogranodioritporphyrit-Gang (Abb. 2).

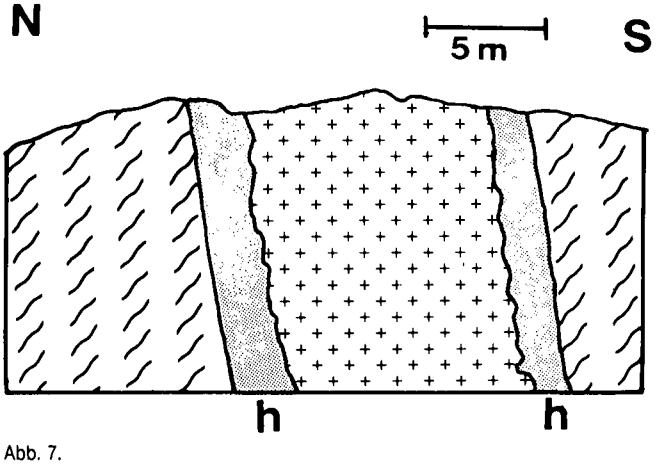

Abb. 7.
Granitporphyr (+) mit begleitendem hiatalporphyrischem Leukogabbrodioritporphyrit (h) am Einschnitt des Gamperbaches im Wildkar in 2320 m Höhe.

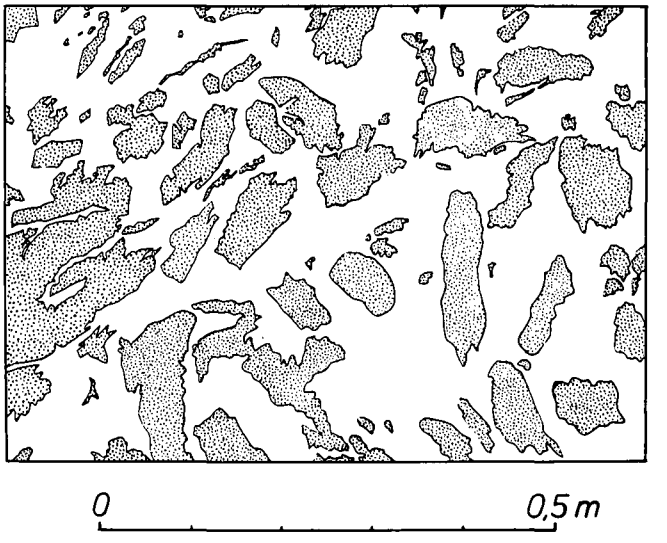

Abb. 8.
Intrusivbrekzie von feinkörnigem bis aphanitischem Leukogabbrodioritporphyrit (gepunktet) in Aplogranodioritporphyrit (weiß) am SW-Grat der Elferspitze in 2880 m Höhe.

Salbänder treten selten auf und sind in der Regel schwach ausgebildet. Sie finden sich nur bei Leukogabbrodioritporphyritgängen und zeichnen sich durch eine geringere Korngröße und fehlende Plagioklaseinsprenglinge gegenüber den Varietäten mit Einsprenglingen aus. Dies steht im Widerspruch zu STACHE & V. JOHNS (1877) Ansicht, daß die hiatalporphyrische Varietät die Salbandfazies verschiedener Gangtypen sei, denn sie tritt auch als eigenständiger Gang auf (Abb. 2).

Geringe tektonische Überprägungen werden durch zum Gangrand subparallele Schwerbewegungen verursacht. Sie sind am Punkt 2559 am Zwölferspitzgrat im Aplogranodioritporphyrit (Abb. 5) und im Aufschluß des Granitporphyrs am Griankopf (Abb. 6) zu beobachten.

Bergzerreißungen und Talzuschübe führen bei der Rekonstruktion des Gangstreichens über größere Entfernungen zu einem leicht verzerrten Bild, da weite Bereiche von Hangschutt und glazialen Ablagerungen überdeckt sind.

Bei den früheren Bearbeitern (STACHE & V. JOHN, 1877; HAMMER, 1912) ist das ehemalige Bergwerk nordwestlich des Punktes 2559 am Zwölferkopfgrat nicht erwähnt. Ein verfallenes Stollenmundloch und eine Abraumhalde konnten ausfindig gemacht werden. Die karbonatischen Blöcke im Aplogranodioritporphyrit sind mit Magnetkies, Bleiglanz und Kupferkies sowie deren Sekundärmineralen vererzt.

3. Petrographie der Ganggesteine

Die Modalanalysen in Tabelle 1 geben einen Überblick der mineralogischen Zusammensetzung der untersuchten Gänge. Zur Nomenklatur wurde die Klassifi-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Tabelle 1.
Modalanalysen von Ganggesteinen der Elferspitzgruppe [Vol.-%].
Sp = Spuren <0,1 %; Anzahl der ausgezählten Punkte = je 1000.

Probe Nr.	Qu	Plag	Akf	Pyx	Hbl	Chl	Hgl	Bi	Opake	Tit	Cc	Acc	Einsprenglinge Qu	Plag	Akf	Pyx
Leukogabbrodioritporphyrit																
feinkörnig bis aphanitisch																
D 127 E	17,2	29,1	4,1	16,0	0,0	17,1	0,0	0,0	4,5	5,7	4,5	1,8				
9607	14,0	27,2	3,4	21,0	0,0	16,0	2,0	Sp	3,2	5,4	4,0	2,8				
D 131	12,4	33,1	3,2	18,8	0,0	0,0	14,6	0,2	6,4	5,3	4,2	1,8				
D 150	14,4	41,2	3,2	0,0	7,6	11,6	7,6	5,6	4,8	1,6	0,0	2,4				
A-44-H	9,2	53,4	3,6	0,8	2,8	12,0	6,0	6,8	2,0	1,2	0,2	2,0				
A-75-H	10,6	34,0	2,8	8,4	12,0	10,8	10,6	0,0	1,6	4,0	2,6	2,4				
mittelkörnig																
9599	5,9	52,3	2,5	16,2	0,0	16,7	1,1	0,0	1,5	2,0	0,0	1,8	1,7			
9591	10,3	52,4	1,9	12,5	0,0	16,9	0,0	0,0	2,1	2,6	0,0	1,3	4,3			
9619	5,5	55,7	5,6	23,5	0,0	0,0	0,0	3,6	5,8	0,3	0,0	0,0	1,3			
A-23-H	8,0	42,0	3,0	3,6	17,6	10,8	7,6	0,0	3,2	3,2	0,0	1,2	11,0			
A-60-H	6,9	45,6	2,8	7,4	11,3	9,7	8,0	0,0	2,9	3,3	0,0	2,1	6,0			
hiatalporphyrisch																
9577	9,2	51,2	5,8	18,0	0,0	8,0	0,0	0,0	3,6	3,0	0,0	1,2	1,3	11,3		11,0
D 125 A	10,5	48,7	5,4	20,3	0,0	7,5	0,0	0,0	3,8	2,8	0,0	1,0	3,5	22,3		9,1
D 120 A	15,3	51,8	2,8	19,9	0,0	6,4	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	2,0	8,5	18,7		10,4
D 116 C	5,1	56,5	0,6	20,3	0,0	8,2	0,0	0,0	8,1	0,0	0,0	1,2		39,7		7,3
A-27-H	13,0	55,0	2,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	3,0	9,0	17,0		11,0
A-63-H	9,0	52,0	3,0	26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	2,0	3,0	15,0		13,0
A-85-H	11,0	57,0	2,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	2,0	8,0	24,0		8,0
Aplogranodioritporphyrit																
D 104 A	38,8	40,3	14,6	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	Sp	0,0	0,0	1,0	15,1	25,7	11,1	
D 108	40,8	36,3	16,0	0,0	0,0	0,0	5,7	0,0	Sp	0,0	0,0	1,2	10,5	18,8	7,9	
D 104 B	39,4	38,9	16,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	Sp	0,0	0,0	0,9	14,9	26,5	12,3	
A-26-H	37,0	39,0	18,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	Sp	0,0	0,0	2,0	14,0	24,0	11,0	
A-43-H	44,0	37,0	13,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	Sp	0,0	0,0	1,0	16,0	24,0	9,0	
A-58-H	37,0	38,0	17,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	Sp	0,0	0,0	1,0	13,0	23,0	12,0	
Granitporphyr																
D 125 B	30,5	24,5	26,1	0,0	0,0	0,0	18,5	0,0	Sp	0,0	0,0	0,4				
D 125 D	27,9	24,7	31,3	0,0	0,0	0,0	15,8	0,0	Sp	0,0	0,0	0,3				
D 103 A	28,3	21,5	22,9	0,0	0,0	4,1	17,2	0,0	1,2	0,0	2,9	1,9	1,1			
A-56-H	29,0	25,0	27,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	Sp	0,0	0,0	2,0				
A-66-H	31,0	24,0	25,0	0,0	0,0	0,0	19,0	0,0	Sp	0,0	0,0	1,0				

Koordinaten der Proben mit Rechts- und Hochwert :
D 127 E: 832,20 186,12; 9607: 832,58 186,68; D 131: 833,52 185,75; D 150: 830,40 184,88; A-44-H: 830,85 185,10
A-75-H: 828,93 185,09; 9599: 831,97 187,50; 9591: 833,45 187,03; 9619: 833,44 186,40; A-23-H: 830,77 185,29
A-60-H: 830,47 185,18; 9577: 832,43 185,35; D 125 A: 832,55 186,65; D 120 A: 833,42 186,61; D 116 C: 832,27 185,88
A-27-H: 830,53 185,62; A-63-H: 830,27 184,29; A-85-H: 830,53 185,18; D 104 A: 832,57 186,34; D 108: 833,14 186,69
D 104 B: 832,57 186,34; A-26-H: 830,66 185,75; A-43-H: 830,87 185,17; A-58-H: 830,47 185,18; D 125 B: 832,55 186,65
D 125 D: 832,55 186,65; D 103 A: 832,86 186,99; A-56-H: 830,47 185,18; A-66-H: 830,33 185,10

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

kation der Ganggesteine nach RONNER (1963) gewählt, weil sie die Existenz und Häufigkeit von Mafitmineralen, sowie die Erstarrungstiefe berücksichtigt. Das Diagramm nach STRECKEISEN (1978) gibt eine Übersicht der untersuchten Gesteine.

Aus Abb. 9a (Streckeisendiagramm) ist die modale Variationsbreite erkennbar; danach können die mittelkörnige und die hiatalporphyrische Varietät des Leukogabbrodioritporphyrits nicht voneinander getrennt werden. Die Abbildungen 9b und 9c zeigen ähnliche Verteilungen, da die Summe Plagioklas + Kalifeldspat sich mit wechselndem Gehalt an Plagioklas kaum verändert, wie aus den Modalanalysen (Tab. 1) zu entnehmen ist; auch hier kann die mittelkörnige nicht von der hiatalporphyrischen Varietät geschieden werden. Erst in Abbildung 9d, in der die Gehalte an Einsprenglingen berücksichtigt werden, lassen sich alle Typen und Varietäten gut unterscheiden.

Von STACHE & V. JOHN (1877) wurden die Gesteine des Untersuchungsgebiets als Labradorporphyre, Proterobas, Aphanit, granitischer Quarzporphyr und Quarzporphyrit, von HAMMER (1912) als Diabas, Diabasporphyrit, Proterobas, Granitporphyr und Aplitporphyrit bezeichnet.

Autoren in jüngerer Zeit (BECCALUVA et al., 1979, 1983) bezeichnen die Gänge aufgrund geochemischer Kriterien als Basalte, basaltischer Andesit, Andesit und Rhyolith. Diese Nomenklatur ist aus der chemischen Zusammensetzung abgeleitet und vernachlässigt die petrographische Zusammensetzung, welche genauer gliedert und das Erscheinungsbild treffend wiedergibt.

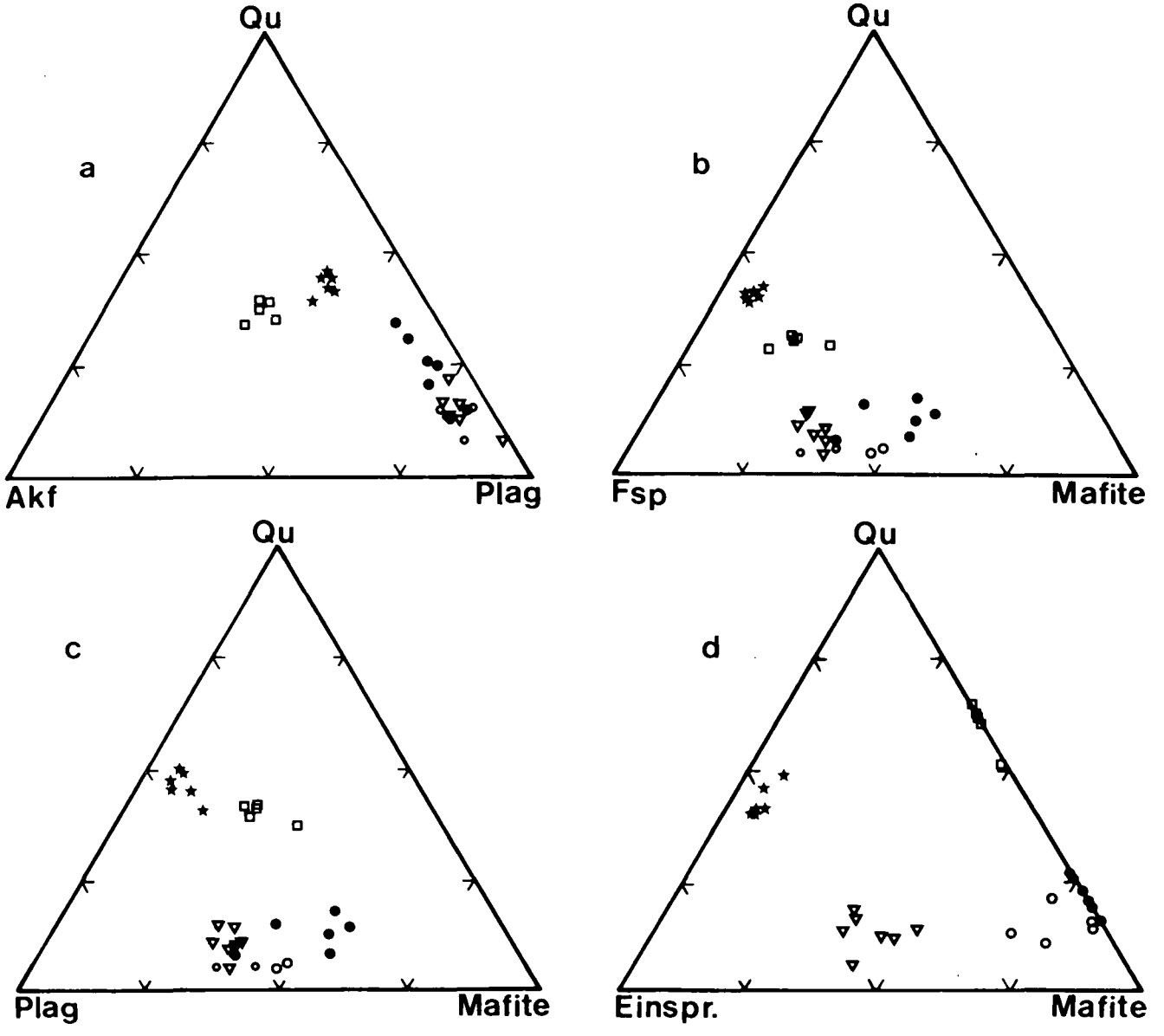

Abb. 9.
Dreiecksdiagramme aus Modalanalysen.
a) Streckeisendiagramm;
b) Diagramm Plagioklas – Quarz – Mafite;
c) Diagramm Feldspat – Quarz – Mafite;
d) Diagramm Einsprenglinge – Quarz – Mafite.
● = aphanitischer bis feinkörniger Leukogabbrodioritporphyrit, ○ = mittelkörniger Leukogabbrodioritporphyrit, ▽ = hiatalporphyrischer Leukogabbrodioritporphyrit, ★ = Aplogranodioritporphyrit, □ = Granitporphyr.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

3.1. Leukogabbrodioritporphyrit

Ganggesteine dieser Art treten in drei Varietäten auf (Modalanalysen in Tab. 1), die nach Korngröße und Einsprenglingsführung zu unterscheiden sind (Abb. 10a–10c). Schon HAMMER (1912) gliederte aufgrund ähnlicher Merkmale.

3.1.1. Feinkörnige bis aphanitische Varietät

Die gleichkörnige Varietät zeigt unter dem Mikroskop eine variable Modalzusammensetzung. Der wechselnde Pyroxen- und Hornblendegehalt wie der prozentuale Anteil an Biotit führen nach RONNER (1963) zur gleichen petrographischen Bezeichnung.

Die Korngröße überschreitet nicht 0.2 mm. Das dunkelgraue Gestein mit partienweise grünem Schimmer besteht zu 30–50 Vol-% aus Andesin (An_{55-45}, bestimmt über die RITTMANN'sche Zonenmethode), Hornblende, Augit und 10 bis 15 Vol.-% Quarz, der vereinzelt mit Alkalifeldspat granophyrische Gefüge ausbildet. Chlorit mit eingeschlossenen Titanitkörnchen geht aus Biotit oder aus titanreicher Hornblende durch Autometasomatose hervor. Das Gestein zeigt ein ophitisch-intergranulares Gefüge. Von HAMMER (1912) als Proterobas beschriebene Varietäten enthalten braune Hornblende als einziges Unterscheidungsmerkmal, können aber petrographisch nicht als eigener Typ bezeichnet werden, da sie stufenlos in hornblendearme Varietäten übergehen.

Vereinzelt können skelettförmige Ilmenite beobachtet werden. Feine nadelförmige Minerale (±0.04 mm lang, ±0.004 mm ∅) mit hoher Lichtbrechung und niedriger Doppelbrechung, die teilweise die anderen Minerale durchsprießen, erweisen sich als sekundäre Amphibole.

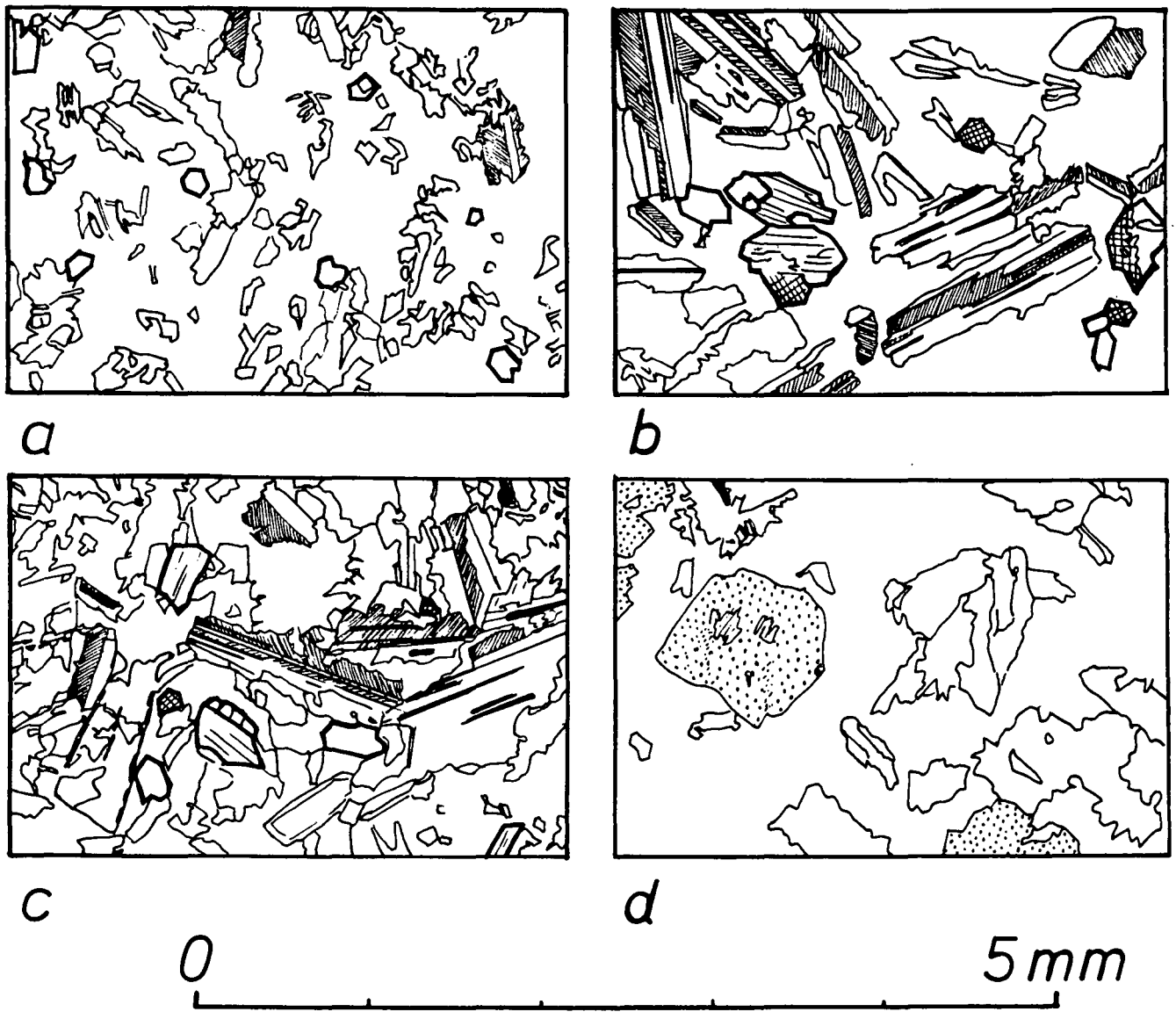

Abb. 10.
Gefügevergleich von Leukogabbrodioritporphyriten und Aplogranodiritporphyrit.
Fett umrandet = Klinopyroxen; gepunktet = Quarz; signaturlos = Grundmasse.
a) feinkörniger bis aphanitischer Leukogabbrodioritporphyrit;
b) hiatalporphyrischer Leukogabbrodioritporphyrit;
c) gleichkörnig mittelkörniger Leukogabbrodioritporphyrit;
d) Aplogranodioritporphyrit.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

3.1.2. Mittelkörnige Varietät

Diese ebenfalls gleichkörnige Varietät mit einer durchschnittlichen Korngröße von 1–2 mm bildet eigenständige Gänge. Es können auch nicht eingrenzbare Bereiche mit anderer Korngröße und variierenden Gehalten an Quarzeinsprenglingen beobachtet werden. Die weiß-grünliche Sprenkelung entsteht durch den großen Anteil an Andesin und Augit in einem ophitischen Gefüge. Daneben finden sich Quarzeinsprenglinge von etwa 2 mm Durchmesser (siehe auch HAMMER, 1912, S. 134, Fig. 1), die aber das gleichkörnige Gefüge nicht zerstören; sie besitzen Reaktionssäume, wie sie bei der hiatalporpyhrischen Varietät beschrieben sind.

Der Unterschied zur feinkörnigen bis aphanitischen Varietät besteht in der Korngröße und in einer geringeren autometasomatischen Überprägung, die sich vor allem im Serizitisierungsgrad der Plagioklase widerspiegelt.

3.1.3. Hiatalporphyrische Varietät

Kennzeichnend für diese Varietät sind zahlreiche Einsprenglinge: millimeter- bis zentimetergroße Plagioklase (An_{70-45}), Augite, als Einzelkorn ein Mg-reicher Hypersthen ($2\,V_x = 62°$), Quarze mit einem Reaktionssaum aus Albit, Hornblende, Calcit und Hellglimmer. Der prozentuale Anteil der Einsprenglinge an der Grundmasse, wie auch ihr Mineralbestand schwanken insgesamt sehr stark (Tab. 1). Die Grundmasse entspricht der feinkörnigen bis aphanitischen Varietät.

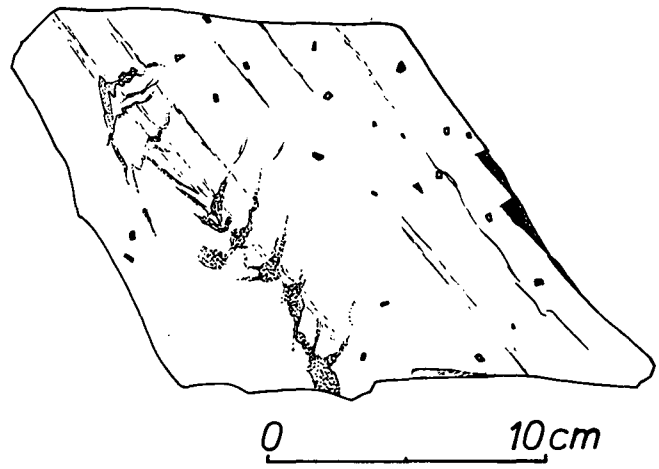

Abb. 11.
Granitporphyr mit gerichtetem Gefüge und quarzgefüllten Fiederklüften (gepunktet). Die schwarzen Einsprenglinge sind Biotit, die weißen Feldspatphänokristalle.
Granitporphyraufschluß „Lago di Caro" nördlich des Griankopfes in 2770 m Höhe.

3.2. Aplogranodioritporphyrit

Das typisch serialporphyrische Gestein mit beiger bis mittelgrauer, feinkörniger (bis 0.3 mm) Grundmasse aus Quarz, Oligoklas und Orthoklas enthält helle Feldspat- und Quarzeinsprenglinge, die 30 % bis 50 % des Gesamtvolumens einnehmen (Tab. 1) und bis zu 1 cm Größe erreichen (Abb. 10d). Die Plagioklase sind im Kern meist serizitisiert, besonders die Einsprenglinge. Bereiche mit Paralleltextur, gekennzeichnet durch gneisartige Gefüge, gehen stufenlos in undeformiertes Gestein über. Vereinzelt mm-große Biotiteinsprenglinge sind größtenteils chloritisiert und zeigen Flexuren; eine wolkenartige Hämatitdurchstäubung ist unregelmäßig verteilt. Die Gesteine ähneln Rhyolithen (z. B. Bozener Quarzporphyr).

3.3. Granitporphyr

Dieses feinkörnige weißgraue bis beigefarbene Gestein, das sehr wenige Einsprenglinge enthält, tritt in einem einzigen Gang im untersuchten Gebiet auf; die Textur ist aplitisch. Hauptbestandteile sind Quarz, Plagioklas und Kalifeldspat sowie Hellglimmer, mit einer Korngröße kleiner als 0.2 mm. Untergeordnet treten noch Chlorit, Calcit und wenig opake Minerale auf (Tab. 1).

Die Minerale sind hypidiomorph bis panallotriomorph ausgebildet und zeigen bis auf die Hellglimmer ein Reaktionsgefüge. Die Hellglimmer bilden oft filzige Aggregate. Die Plagioklase sind Oligoklase ($An_{20\pm5}$), die teilweise Serizit und Akzessorien, meist Apatit, enthalten. In laminierten Bereichen (Abb. 11) wechseln feine Bänder aus grobem, undulösem Quarz und Oligoklas mit unveränderter Grundmasse, die eingeregelte Hellglimmer enthält.

Selten treten Einsprenglinge auf; am häufigsten sind Andesine ($An_{45\pm5}$), vereinzelt Biotit und Quarz, welcher einen schmalen Reaktionssaum von Hellglimmer und Plagioklas erkennen läßt.

4. Geochemie der Ganggesteine

Gravimetrisch wurden SiO_2, Al_2O_3, der Glühverlust und H_2O-, photometrisch Fe_2O_3, TiO_2, P_2O_5 und MnO, potentiometrisch CaO und MgO gemessen. Die FeO-Bestimmung beruht auf einer potentiometrischen Messung bei einer Reaktion mit $K_2Cr_2O_7$ nach einem Flußsäure-Aufschluß unter CO_2-Schutzgas. Mit Hilfe der Karl-Fischer-Titration wurde H_2O^+ bestimmt (FARZANEH & TROLL, 1977). Fluor wurde als Fluorid pyrohydrolytisch ausgetrieben, in Natronlauge aufgefangen und mit einer Fluorid-Meßelektrode (ORION 96-09-00) unter Zugabe einer Pufferlösung (TISAB [= Total Ion Strength and Adjustor Buffer] von ORION) über Potentialdifferenzen bestimmt.

Unsere Analysen in Tabelle 2 wie auch ältere von BECCALUVA et al. (1979), HAMMER (1912) und STACHE & V. JOHN (1877) aus dem Gebiet der Elferspitzgruppe zeigen einen eindeutigen kalk-alkalischen Trend im AFM-Konzentrationsdreieck (Abb. 12a,b). Im Vergleich mit den älteren Analysen ergibt sich bei den saueren Typen ein wesentlich größerer Alkaligehalt im Verhältnis zu Gesamteisen und MgO. Dies wird an den Proben in der Nähe der Alkali-Ecke erkennbar. Auffallend ist das Fehlen vermittelnder chemischer Zusammensetzungen zwischen den saueren und basischen Typen. Nur die Probe 9954 könnte aufgrund der CIPW-Norm (Tab. 3) und der Gehalte an MgO und CaO als Übergangsglied bezeichnet werden: die hohen Prozente an MnO, P_2O_5 und Eisen sprechen dagegen. Sie wurde im Kontaktbereich eines 20 m mächtigen Aplogranodioritporphyritgangs genommen, dessen autometasomatischen Lösungen den benachbarten feinkörnigen Leukogabbrodioritporphyrit in seiner chemischen Zusam-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Tabelle 2.
Analysen von Ganggesteinen der Elferspitzgruppe [Gew.-%].
GV = Glühverlust. Analytiker: T. DORFNER, München.

Probe Nr.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	H_2O+	H_2O-	G.V.	Summe	F(ppm)
D 150	51,32	2,17	16,06	1,13	7,51	0,19	3,22	6,62	3,56	1,73	0,34	2,32	0,08	5,55	100,23	962
9779	55,48	1,67	16,41	0,92	5,78	0,12	3,44	7,23	4,24	1,75	0,28	1,34	0.08	1,08	98,96	345
9791	55,62	1,10	16,64	1,64	4,83	0,15	4,18	6,80	3,83	1,41	0,20	2,73	0,09	2,69	99,63	1160
9777	55,68	1,31	17,27	0,88	6,44	0,14	4,55	7,01	3,58	2,11	0,28	1,13	0,04	0,73	100,69	584
9776	55,92	1,45	17,70	0,95	6,06	0,14	3,90	6,35	3,70	2,47	0,27	1,56	0,08	1,31	100,39	512
9954	57,58	1,43	15,76	2,20	6,12	0,24	1,85	4,81	3,72	2,47	0,46	2,11	0,10	1,94	99,20	430
9928	70,16	0,20	14,83	0,63	1,38	0,06	0,58	1,50	3,57	4,34	0,11	1,15	0,00	1,63	99,20	630
9774	71,14	0,14	13,19	0,28	1,33	0,08	0,75	1,28	5,23	4,01	0,11	1,19	0,07	2,16	99,85	1287
9775	71,72	0,18	13,32	0,40	1,44	0,05	0,39	1,40	3,67	4,32	0,12	0,93	0,04	1,95	99,15	779
9953	73,40	0,17	13,84	0,53	1,11	0,03	0,28	0,82	3,50	4,67	0,09	1,12	0,01	1,13	99,72	310
9790	74,46	0,02	14,54	0,19	0,73	0,03	0,05	0,41	4,58	4,09	0,09	0,86	0,06	0,92	100,19	242

D 150	aphanitischer Leukogabbrodioritporphyrit	R 830,40	H 184,88	Fallungspitze
9779	hiatalporphyrischer Leukogabbrodioritporphyrit	R 833,12	H 185,41	Wildkar
9791	hiatalporphyrischer Leukogabbrodioritporphyrit	R 829,13	H 184,15	Griankopf
9777	mittelkörniger Leukogabbrodioritporphyrit	R 832,57	H 186,02	Wildkar
9776	mittelkörniger Leukogabbrodioritporphyrit	R 832,58	H 186,03	Wildkar
9954	aphanitischer Leukogabbrodioritporphyrit	R 832,62	H 185,20	Elferspitze
9928	Aplogranodioritporphyrit	R 835,92	H 189,83	Reschensee
9774	Granitporphyr	R 832,57	H 186,60	Wildkar
9775	Aplogranodioritporphyrit	R 832,59	H 186,47	Wildkar
9953	Aplogranodioritporphyrit	R 832,62	H 185,20	Elferspitze
9790	Granitporphyr	R 829,13	H 184,15	Griankopf

R : Rechtswert H : Hochwert (Gauss-Krüger-Koordinaten der Topographischen Karte der Schweiz, 1:25000, Blatt 1199bis, Piz Lad)

mensetzung beeinflußten. Auf die Einwirkung spätmagmatischer fluider Phasen ist die große Schwankungsbreite des Fluorgehalts in petrogpraphisch gleichen Typen und Varietäten der Gänge zurückzuführen. Alle Ganggesteine sind nach der CIPW-Norm Quarz- und Hypersthen-normativ. Der Differentiationsindex nach THORNTON & TUTTLE (1960) reicht von 45 bis 93 (Tab. 3).

Das kombinierte Alkali/SiO_2- und CaO/SiO_2-Variationsdiagramm (Abb. 13a, b) zeigt eine kalk-alkalische Differentiation (IRVINE & BARAGAR, 1971); der Index nach PEACOCK (1931) ergibt sehr ähnliche Werte von 57 bzw. 59.

Tabelle 3.
CIPW-Norm und Differentiationsindex (q + or + ab) der Analysen aus Tab. 2 [Mol.-%].

Probe Nr.	q	c	or	ab	an	wo	en	fs	mt	il	ap	Summe	di	hy	D.I.
D 150	3,41	0,00	10,62	31,29	23,61	3,42	8,33	10,00	1,70	4,28	0,83	97,49	6,82	14,93	45,3
9779	3,91	0,00	10,47	36,33	20,83	5,69	8,67	7,41	1,35	3,21	0,67	98,54	11,22	10,56	50,7
9791	6,85	0,00	8,39	32,66	24,23	3,52	10,49	6,02	2,39	2,10	0,47	97,12	6,86	13,17	47,9
9777	3,32	0,00	12,41	30,16	24,71	3,37	11,28	9,15	1,27	2,47	0,66	98,80	6,64	17,17	45,8
9776	3,68	0,00	14,51	31,13	24,25	2,21	9,65	8,16	1,36	2,73	0,63	98,31	4,37	15,66	49,3
9954	11,78	0,00	14,79	31,90	19,26	0,78	4,67	7,77	2,93	2,75	1,10	97,73	1,57	11,65	58,4
9928	28,96	1,84	26,34	31,02	6,90	0,00	1,48	1,84	0,93	0,39	0,26	99,96	0,00	3,32	86,3
9774	22,19	0,00	23,98	44,79	0,67	2,09	1,89	2,15	0,41	0,26	0,26	98,69	4,17	1,96	90,9
9775	30,22	0,35	26,06	31,70	6,29	0,00	0,99	2,22	0,59	0,27	0,29	98,98	0,00	3,21	87,9
9953	32,76	1,75	27,71	29,74	3,49	0,00	0,70	1,38	0,77	0,32	0,21	98,83	0,00	2,08	90,2
9790	30,88	2,04	24,14	38,71	1,44	0,00	0,12	1,20	0,27	0,03	0,21	99,04	0,00	1,32	93,7

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

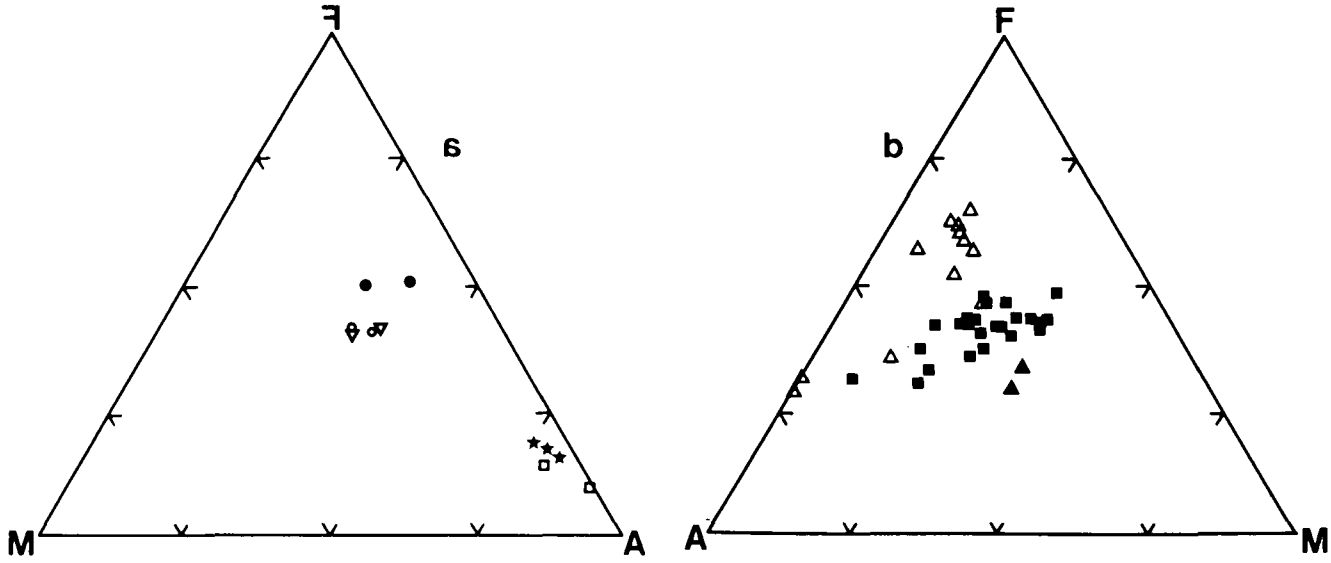

Abb. 12.
a) A-F-M-Diagramm eigener Analysen; Symbole wie in Abb. 9.
b) A-F-M-Diagramm der Analysen aus der Literatur.
△ = STACHE & v. JOHN (1877); ▲ = HAMMER (1912); ■ = BECCALUVA (1979); A = $Na_2O + K_2O$; F = $FeO_{tot.}$; M = MgO.

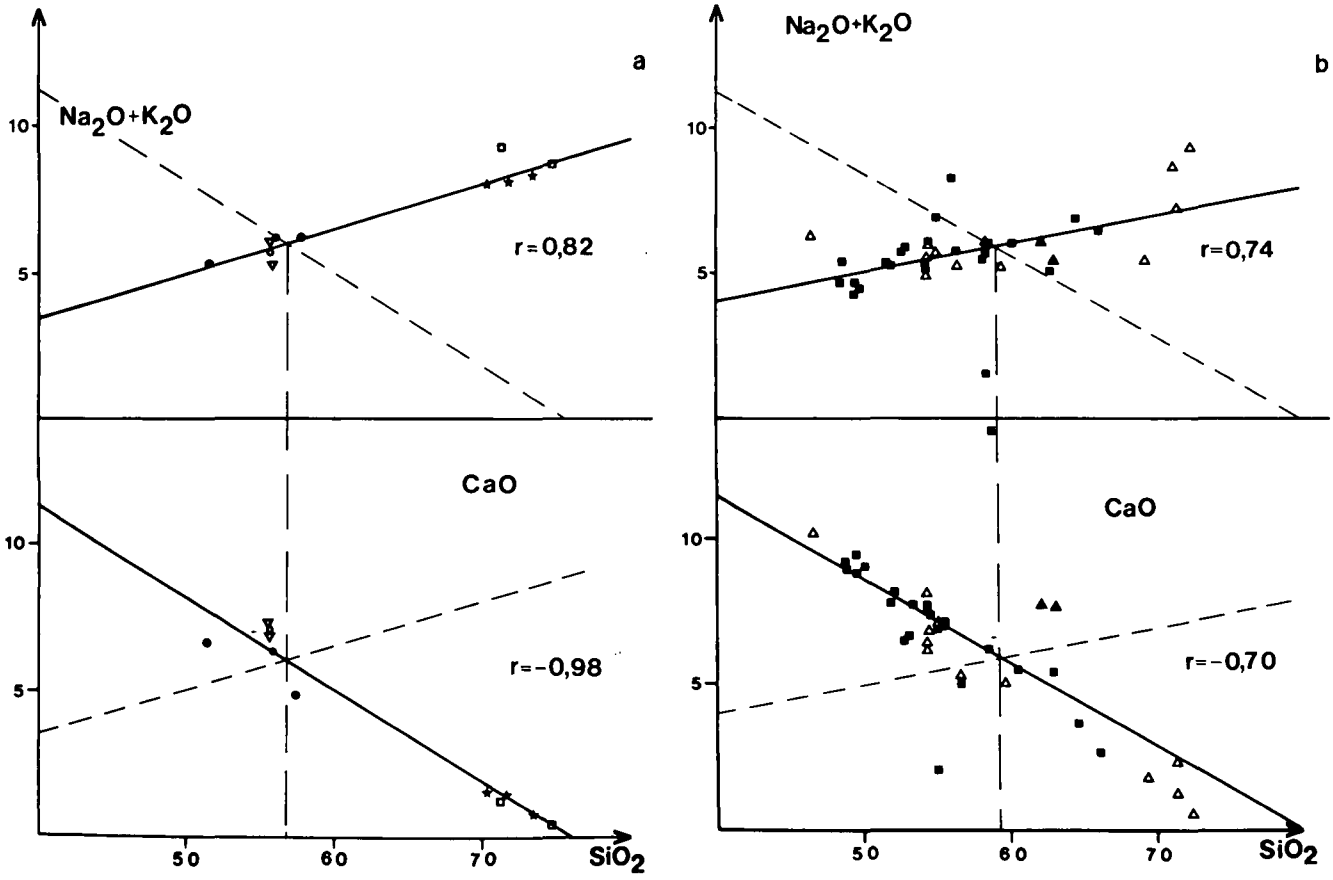

Abb. 13.
a) Variationsdiagramm $Na_2O + K_2O$ versus SiO_2 kombiniert mit CaO versus SiO_2 aus eigenen Analysen; Symbole wie in Abb. 9.
b) wie a) aus Litaraturanalysen; Symbole wie in Abb. 12b).
In die beiden Diagramme sind die entsprechenden Regressionsgeraden und der daraus ermittelte PEACOCK-Index eingetragen.

5. Tektonik

Im Untersuchungsgebiet wurden Schieferungsflächen, Kontaktflächen der Magmatite zu den Metamorphiten, Faltenachsen, Scherklüfte und Störungen gemessen. Aus diesen Untersuchungen ergibt sich ein Großfaltenbau der metamorphen Gesteine, der einer Deformationsphase D_1 zuzuordnen ist. Charakterisiert wird er durch die Änderung der Streichrichtungen der Schieferungsflächen von E–W nach N–S (Abb. 14a) und der dazu konstruierten Faltenachse B_1, welche mit 40° nach WNW abtaucht. Ihre Amplituden liegen im

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

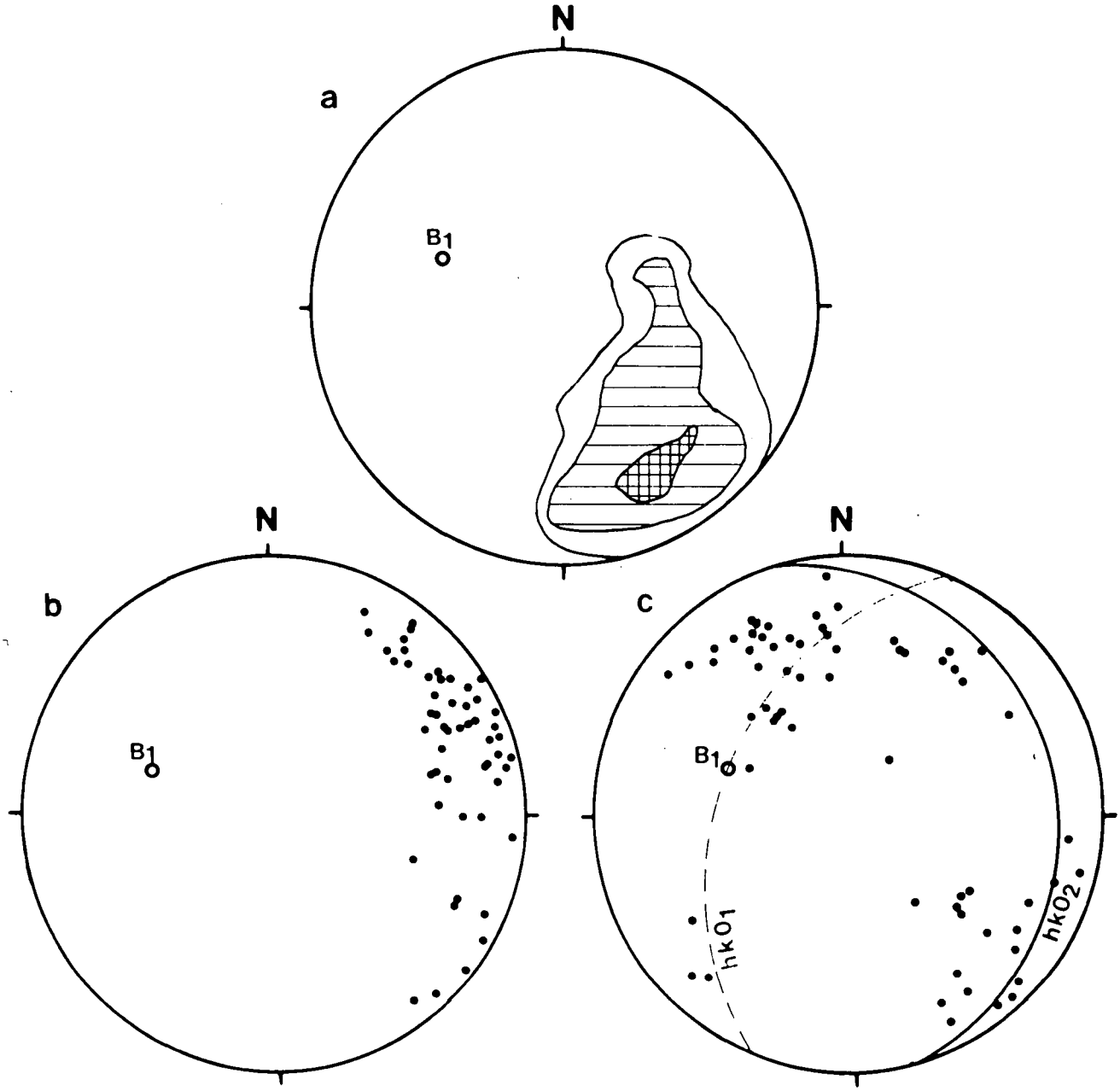

Abb. 14.
a) Häufigkeitsverteilung der sf-Flächenpole (7 %-, 3 %- und 1 %-Isolinien; n = 273) und dem daraus konstruierten Achsenpol B_1 der Großfaltung (D_1).
b) Achsenpole (b_2) der Kleinfältelung und B_1-Achsenpol aus Abb. 8a (n = 52).
c) Kontaktflächen der Ganggesteine mit Großkreisen der älteren Faltung (gestrichelt) und der jüngeren Faltung (durchgezogen); a liegt jeweils söhlig (n = 62).

km-Bereich. Die Einengungsrichtung dieser ersten Faltung ist SSE–NNW. v. Gool et al. (1987) zeigen in der östlich des Reschensees gelegenen südlichen Ötztaler Masse, daß es sich bei diesen Großfalten um eine Überprägung verschiedener herzynischer (oder älterer) Deformationen handelt.

Eine zweite, jüngere Deformationsphase (D_2) ist weniger stark ausgeprägt und im Gelände an der Kleinfältelung der Schieferungsflächen der Metamorphite zu erkennen. Im Dünnschliffbereich sind Biotite geknickt und rekristallisiert (Abb. 15). Die entsprechenden gemessenen b_2-Faltenachsen tauchen mit 10–30° ein; ihre Einfallsrichtung ist durch ein Umbiegen um die Großfaltung (B_1) vorgezeichnet (Abb. 14b). Die Einengungsrichtung dieser zweiten Faltung ist NNE–SSW.

Abbildung 14c zeigt die stereographische Projektion der Kontaktflächen der Gänge zu den Nebengesteinen. Diese Gänge drangen in hkO_1-Scherklüfte der Großfaltung (D_1) und hkO_2-Scherklüfte der Deformation D_2 auf. Die Streubreite einzelner Werte um diese konstruierten Großkreise erklären wir durch postglaziale Hangrutschungen und Bergzerreißungen, die den früheren Gangverlauf veränderten.

Die jüngsten einengenden Vorgänge haben ihre Ursache in der großräumigen Aufschiebung der Ötztaler Masse auf nordwestlich gelegene mesozoische Serien (Engadiner Dolomiten). Im Untersuchungsbereich bieb im Laufe dieses Deckentransportes das Gebiet um die Fallungspitze relativ zu den umgebenen Bereichen weiter im Süden (Abb. 2). Am Nordrand des Fallungblocks sind am Einschnitt des Grianbaches zerscherter Radiolarit, Kalke und Kalkbrekzien aufgeschlossen. Bruchtektonische Bewegungen zerlegen die durch ältere Deformationen (D_1 und D_2) geprägten Einheiten. Aus re-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Abb. 15.
Muskowit-Biotit-Plagioklas-Gneis mit geknickten, rekristallisierten Biotiten; b_2 in Blickrichtung.

gionalgeologsicher Sicht ist diese Kompression in die Oberkreide zu stellen; im Oligozän zeigt sich vermutlich die erste Dehnungstektonik.

6. Interpretation

Die diskordanten Gänge der Elferspitzgruppe lassen sich aufgrund von Einschlüssen und Gangkreuzungen nach ihrem Alter gliedern. Der hiatalporphyrische Leukogabbrodioritporphyrit wird im Gebiet der Fallungspitze von der mittelkörnigen Varietät gekreuzt. Es intrudiert als letzte des basischen Typs die aphanitische Varietät, welche im Aplogranodioritporphyrit der Elferspitze als Schollen eingeschlossen wird (Abb. 8). Zuletzt dringt der Granitporphyr auf, der den Aplogranodioritporphyrit westlich des Zwölferspitzgrates durchschneidet. Die Bildung von Sekundärmineralen wie Chlorit und Serizit ist in diesen Gängen als autometasomatische Überprägung anzusehen, da der Gehalt an Chlorit von 0 bis 17 Vol.-% schwankt und keine räumliche Systematik zuläßt. Auf den Einfluß der postmagmatischen Aktivität weisen die bis Kubikmeter-großen Karbonat- und Quarzknauern am Punkt 2559 des Zwölfergrates hin. Analoge Bildungen treten in Glimmerschiefern am Grat Äußerer Nockenkopf (2770 m) – Russenna (2802 m) – Piz Nair (2713 m) in Form von Quarz-Kalzit-Klüften und -Trümern auf, ohne daß dort Ganggesteine aufgeschlossen sind.

Nach HAMMER (1925, 157–158) ist die „Rojener Gangschar" vor oder höchstens während der Aufschiebung der Ötztaldecke auf die Unterengadiner Dolomiten intrudiert. Die Einordnung der zahlreichen Ganggesteine nach Alter und in einzelne Intrusionsphasen hält er für größtenteils unsicher. Er bezieht sich dabei auf alle Vorkommen Westtirols. Von PURTSCHELLER & RAMMELMAIR (1982) werden die Gänge im Zentralteil der Ötztaldecke aufgrund alpidischer Überprägung als präalpidisch angesehen.

Zur Altersklärung der Ganggesteine können radiometrische Bestimmungen vergleichbarer Gänge anderer Gebiete beitragen. Im Ortlergebiet bestimmten DEL MORO et al. (1981) einen basaltischen Andesit mit 31 Ma (mittleres Oligozän) mit der Rb/Sr-Methode; in diesem Bereich durchschlagen Gänge das hangende Mesozoikum. Ein Tonalitporphyrit aus Osttirol ergab 28.9 ±1.3 Ma (Rb/Sr) als Intrusionsalter (BORSI et al., 1978). Ganggesteine aus Kärnten, mit der K/Ar-Methode gemessen, zeigen eine deutliche Zweiteilung der Altersdaten: 779 (±10) bis 212 (±4) Ma und 42.4 (±1.6) bis 24.1 (±0.4) Ma (DEUTSCH, 1984); interessant sind für die Interpretation der zentralalpinen Gangvorkommen die tertiären Alter, die von DEUTSCH als Intrusionsalter gedeutet werden. Die höheren Alter erklärt er mit einer Wanderung radiogenen Argons aus den umgebenden, varistisch metamorphen Gesteinen in die Gänge während einer hydrothermalen Phase.

Die Herkunft des Magmas erklären BECCALUVA et al. (1983) mit einem K-metasomatisch überprägten Mantelmaterial, das teilweise mit subduzierter, aufgeschmolzener Kruste kontaminiert ist, die während der Kollision der europäischen und afrikanischen Platte vom Ost- und Südalpin überfahren wurde und in den Bereich der Anatexis geriet. Bei dem Aufstieg der Schmelzen entwickelte sich eine große Variabilität durch Fraktionierung bei niedrigen Drucken in einem seichten Krustenhorizont.

In dem kleinräumigen Rojener Untersuchungsgebiet lassen sich keine großtektonischen Aussagen gewinnen. Wir sind der Meinung, daß die Dehnungstektonik nach dem weitgehenden Abklingen der oberostalpinen Deckenbewegungen einsetzte, einen Gangmagmatismus begünstigte und damit eine magmatische Differentiation von gabbroider bis granitischer Schmelzzusammensetzung ermöglichte. Ob die Schmelzen während der magmatischen Aktivität extrusiv waren, ist nicht nachgewiesen. Die Erstarrungstiefe der jetzt aufgeschlossenen Bereiche liegt wahrscheinlich nur wenige Kilometer unter der Oberfläche zum Zeitpunkt der Intrusion. Die beteiligten Magmen dürften aus dem Liegenden des Penninikums stammen.

Dank

Für die Durchführung der chemischen Analysen sind wir Dipl.-Chem. THOMAS DORFNER und für die Durchsicht des Manuskripts Dr. STEFAN WEISS zu Dank verpflichtet. HANS MAAS, dem Wirt von Rojen, sei für seine stete Hilfsbereitschaft gedankt.

Literatur

BECCALUVA, L., GATTO, G. O., GREGNANIN, A., PICCIRILLO, E. M. & SCOLARI, A.: Geochemistry and petrology of dyke magmatism in the Alto Adige (Eastern Alps) and its geodynamic implications. – N. Jahrb. Geol. Pal. Mh., **6**, 321–339, 1979.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

BECCALUVA, L., BIGIOGGERO, B., CHIESA, S., COLOMBO, A., FANTI, G., GATTO, G. A., GREGNANIN, A., MONTRASIO, A., PICCIRILLO, E. M. & TUNESI, A.: Post Collisional Orogenic Dyke Magmatism in the Alps. – Mem. Soc. Geol. Ital., **26**, 341–359, 1983.

BORSI, S., DEL MORO, A., PISA, F., SASSI, F. P & ZIRPOLI, G.: On the age of the Vedrette di Ries (Rieserferner) massif and its geodynamic significance. – Geol. Rdsch. **68**, 41–60, 1978.

DEL MORO, A., DAL PIAZ, G. V., MARTIN, S. & VENTURELLI, G.: Dati radiometrici e geochimici preliminari su magmatiti oligoceniche del settore meridionali del massiccio Ortles-Cevedale. – Rend. Soc. Geol. Ital., **4**, 265–266, 1981.

DEUTSCH, A.: Alkalibasaltische Ganggesteine aus der westlichen Goldeckgruppe (Kärnten/Österreich). – Tschermaks Miner. Petr. Mitt., **27**, 17–34, 1980.

DEUTSCH, A.: Young Alpine dykes south of the Tauern Window (Austria): A K-Ar and Sr isotope study. – Contr. Miner. Petr. **85**, 45–57, 1984.

DEUTSCH, A.: Geochemie oligozäner shoshonitischer Ganggesteine aus der Kreuzeckgruppe (Kärnten/Osttirol). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., **32**, 105–124, 1986.

EXNER, C.: Die geologische Position der Magmatite des periadriatischen Lineaments. – Verh. Geol. B.-A., **1976**, 3–64, Wien 1976.

FARZANEH, A. & TROLL, G.: Quantitative Hydroxyl- und H_2O-Bestimmung für Minerale, Gesteine und andere Festkörper. – Fresenius Z. anal. Chem., **287**, 43–45, 1977.

FRANK, W., HOINKES, G., PUTSCHELLER, F. & THÖNI, M: The Austroalpine Unit West of the Hohe Tauern: The Ötztal-Stubai Complex as an Example for the Eoalpine Metamorphic Evolution. – In: FLÜGEL, H. W. (Hrsg.): Geodynamics of the Eastern Alps, 418 S., 179–225, Wien 1987.

GATTO, G. A., GREGNANIN, A., PICCIRILLO, E. M. & SCOLARI, A.: The "Andesitic" Magmatism in the South-Western Tyrol and its Geodynamic Significance. – Geol. Rdsch., **65**, 691–100, 1979.

GOOL, J. VAN, KEMME, M. M. J. & SCHREURS, G. M. M. F.: Structural investigations along E–W cross-section in the Southern Ötztal Alps. – In: FLÜGEL, H. W. (Hrsg.): Geodynamics of the Eastern Alps, 418 p., 214–225, Wien 1987.

HAMMER, W.: Porphyrite und Diorit aus den Ultenthaler Alpen. – Jahrb. k. k. geol. Reichsanstalt, **53**, 65–93, 1903.

HAMMER, W.: Beiträge zur Geologie der Sesvennagruppe IV: Die Ganggesteine der Elferspitzgruppe und des Rasassergrates. – Verh. k. k. geol. Reichsanstalt, **4**, 121–149, 1912.

HAMMER, W.: Einige Ergebnisse der geologischen Landesaufnahme in den Westtiroler Zentralalpen. – Geol. Rdsch., **16**, 147–160, 1925.

IRVINE, T. N. & BARAGAR, W. R. A.: A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. – Can. J. Sci., **8**, 523–548, 1971.

MOGESSIE, A. & PURTSCHELLER, F.: Polymetamorphism of the Ötztal-Stubai Basement Complex Based on Amphibolite Petrology. – Jahrb. Geol. B.-A., **129**, 69–91, 1986.

PURTSCHELLER, F.: Petrographische Untersuchungen an Alumosilikatgneisen des Ötztaler-Stubaier Altkristallins. – Tschermaks Miner. Petr. Mitt., **13**, 35–54, 1969.

PURTSCHELLER, F. & RAMMELMAIR, D.: Alpine Metamorphism of Diabase Dikes in the Ötztal-Stubai Metamorphic Complex. – Tschermaks Miner. Petr. Mitt., **29**, 205–221, 1982.

PURTSCHELLER, F. & MOGESSIE, A.: Dikes from Ortler, Sarntal Alps and Brixen Granite: Mineralogy, Chemical Composition and Petrogenesis. – Mineral. Petrol., **38**, 17–35, 1988.

RONNER, F.: Systematische Klassifikation der Massengesteine. – 380 S., Wien (Springer) 1963.

STACHE, G. & JOHN, V. C.: Geol. und petr. Beiträge zur Kenntnis der älteren Eruptiv- und Massengesteine der Mittel- und Ostalpen Nr. 1: Die Gesteine der Zwölferspitzgruppe. – Jahrb. k. k. geol. Reichsanstalt, **27**, 143–2146, 1877.

STACHE, G. & JOHN, V. C.: Geol. und petr. Beiträge zur Kenntnis der älteren Eruptiv- und Massengesteine der Mittel- und Ostalpen Nr. 2: Cevedalegebiet. – Jahrb. k. k. geol. Reichsanstalt, **29**, 317–404, 1879.

STRECKEISEN, A.: Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic Rocks. – N. Jahrb. Miner. Abh., **134**, 1–14, 1978.

THÖNI, M: Distribution of pre-alpine and alpine Metamorphism of the Southern Ötztal Mass and the Scarl Unit, based on K/Ar Age Determinations. – Mitt. österr. geol. Ges., **71/72**, 139–165, 1980.

THORNTON, C. P. & TUTTLE, O. F.: Chemistry of Igneous Rocks, 1, Differentiation index. – Amer. J. Sci., **258**, 664–684, 1960.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 2. Mai 1988.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 131

Autor(en)/Author(s): Troll Georg, Neumair Andreas, Hofstetter Alfons

Artikel/Article: Porphyritische Ganggesteinsgesellschaft der Ötztaldecke im Gebiet Elferspitze - Griankopf (Sesvennagruppe, Südtirol) 649-662