© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Mitt. österr. geol. Ges.	81 (1988)	S. 123–132 6 Abb., 2 Tab.	Wien, Mai 1989

Ein Metadioritvorkommen in der Habachformation westlich der Achselalm/Hollersbachtal (Hohe Tauern, Österreich)

Von R. R. B. CARL*), R. HÖLL*) und E. SCHROLL**)

Mit 6 Abbildungen und 2 Tabellen

Zusammenfassung

Ein metamorpher Dioritkörper am Nordostende der Habachzunge wurde petrographisch und geochemisch bearbeitet. Dieser Metadiorit gehört zur Habachformation. An seiner Basis sind Grobkornamphibolite und Hornblendefelse als Kumulatbildungen aufgeschlossen. Der Metadiorit läßt sich geochemisch als kalkalkalischer „High-K"-Diorit klassifizieren. „High-K"-Gesteine sind für kontinentale Inselbögen charakteristisch.

Abstract

A meta-diorite on the northeastern end of the so-called "Habachzunge" has been studied petrographically and geochemically. This meta-diorite is a part of the Habach formation. Coarse-grained amphibolites and hornblendites form cumulates within and below its lowermost portion. The meta-diorite can be classified as a calcalkaline "high-K"-diorite due to the geochemical data. "High-K"-rock types are interpreted to be characteristic for continental island arcs.

Einführung und geologischer Rahmen

Auf der Hollersbachtal-Westseite ist 3 km südwestlich des Talausgangs ein grobkörniger Metadioritkörper aufgeschlossen. Er wird bis über 400 m mächtig und bedeckt eine Fläche von ca. 1,5 km² (Abb. 1). Im Norden verhüllt eine mächtige Hangschutt- und Moränenauflagerung seinen Kontakt zum Nebengestein. Im Süden und Osten wird er von einer markanten flachliegenden Störung, im Westen vom Zentralgneis der Habachzunge begrenzt. Vom Zentralgneis ausgehende Aplite durchschlagen seine südlichen Teilbereiche. Der Metadiorit besteht aus Hornblende/Biotit-Epidot-Albit-Gneisen mit stark schwankenden Hornblende- und Biotitanteilen.

Die alpidische regionalmetamorphe Überprägung (Tauernkristallisation) ist dem „low grade"-Stadium (WINKLER, 1979) zuzuordnen. Kohlenstoffisotopendaten deuten auf Mindesttemperaturen von 450° C bei der Tauernkristallisation im Untersuchungsgebiet hin (CARL, 1988).

Adresse der Verfasser: *) Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität, Luisenstraße 37, D-8000 München 2.
**) Geotechnisches Institut der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Postfach 8, A-1031 Wien.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

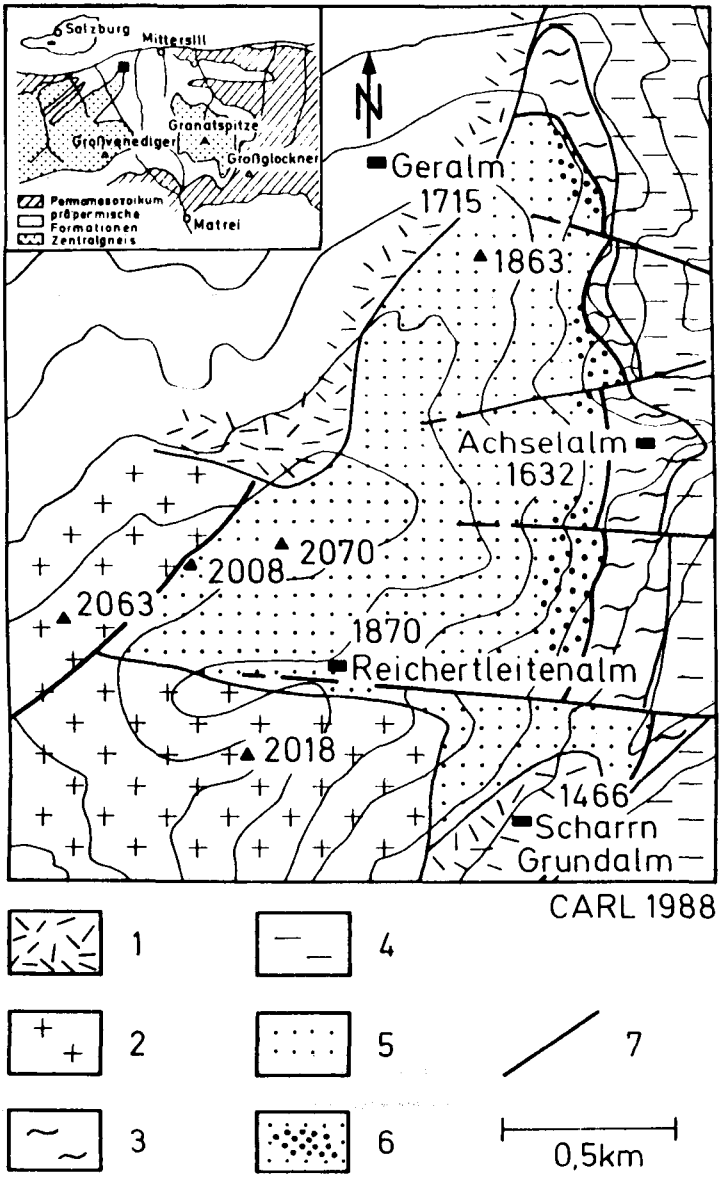


Abb. 1: Geologische Karte des Arbeitsgebiets; 1: Quartär, 2: Zentralgneis, 3: Habachphyllite, 4: Prasinite, 5: Metadiorit, 6: Grobkornamphibolite und Hornblendefelse, 7: Störung.

Für einen intrusiven Charakter der Hornblende/Biotit-Epidot-Albit-Gneise sprechen Intrusivkontakte zu anderen Gesteinen der Habachformation an einer Lokalität südlich der Achselalm, ferner ihr massiges, richtungslos-grobkörniges Gefüge, ihr lokal nachweisbarer Aufbau aus abwechselnd mafitreichen und plagioklasreichen

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Schlieren sowie die Existenz einer bis zu 40 m mächtigen Zone mit Kumulatgesteinen an der Basis. Letztere wird repräsentiert durch Hornblendefelse und Grobkornamphibolite mit teils fließenden, teils scharfen Übergängen zu den darüber- und dazwischenliegenden Gesteinen (Metadioriten). Im höheren Teil der Intrusion sind Amphibolit- und Biotitschieferxenolithe zugegen.

FRASL (1958) vermutete für den vorliegenden Metadioritkörper ebenfalls einen intrusiven Charakter und einen dioritischen bis monzonitischen Chemismus. Weiterhin wies er auf einen möglichen Zusammenhang mit den zur Habachformation gehörigen intermediären Metavulkaniten der Habachmulde (Peitingalmgneise) hin. FRASL & FRANK (1966) erwähnten eine mögliche Zugehörigkeit des Metadiorits zum Zentralgneis, die von uns aufgrund unserer feldgeologischen, petrographischen und geochemischen Ergebnisse jedoch nicht bestätigt werden kann. STEYRER (1982) legte eine petrographische Beschreibung der Peitingalmgneise vor. Seine geochemischen Analysen von diesem Gesteinstypus wurden von uns bei den geochemischen Vergleichen berücksichtigt. HÖLL (1970) beschrieb aus dem Bereich der Reichertleitenalm–Scharrn-Grundalm–Achselalm eine verbreitete spurenhafte Scheelitführung. Diese Befunde waren Anlaß für eine eigene petrographische und geochemische Untersuchung dieses Gesteinskörpers.

Petrographie

Die Hornblende/Biotit-Epidot-Albit-Gneise sind massige, grobkörnige, helldunkel gefleckte Gesteine. Weiße Plagioklastafeln (< 1,5 cm) sind mit hypidiomorphen, dunkelgrünen Hornblenden verwachsen. Die Hornblenden werden teilweise von Biotit verdrängt.

Unter dem Mikroskop zeigen die Hornblende/Biotit-Epidot-Albit-Gneise eine hypidiomorph-körnige Struktur aus Plagioklas, Hornblende und/oder Biotit sowie eine metamorph gebildete Grundmasse aus vorwiegend Albit und Epidot.

Zwei *Plagioklas*generationen sind unterscheidbar: Der Plagioklas-Altbestand beinhaltet gefüllte, polysynthetisch verzwillingte und deformierte Körner. Als Fül-

Tab. 1: Gemittelte Modalbestände

	Hbl/Bio-Epi-Ab-Gneise			Grobkornamphibolite & Hbl-Felse		
		min.	max.		min.	max.
Plag	31,4	21,0	47,3	22,3	2,2	47,7
Hbl	6,1	0,0	24,9	59,6	25,7	88,5
Bio	18,3	6,7	31,7	4,9	0,0	16,0
Epi	17,3	2,2	27,6	4,6	2,8	6,8
Hgl*	11,3	akz	36,3	akz		
Chl	6,8	1,2	13,7	akz		
Quz	2,0	akz	5,3	1,1	akz	5,0
Kfs	1,8	0,0	9,1	0,0		
Apa	1,7	akz	2,6	akz		
Cc*	2,9	0,0	11,3	4,8	0,0	13,7

* Calcit und Hellglimmer aus alterierten Proben aus dem Bereich des Erzvorkommens Achselalm.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

lungsmaterial sind vor allem Epidot, Albit und Quarz vertreten. Dieser Plagioklas-Altbestand wird als magmatische Bildung gedeutet. Der Füllungsgrad und die geochemischen Daten weisen auf einen primär intermediären Anorthitgehalt hin. Feinkörnige, unverzwillingte und einschlußarme Albite in der Grundmasse bilden den alpidischen Plagioklas-Neubestand.

Im Probenmaterial aus dem Bereich der Achselalm ist häufig eine durchgreifende Serizitisierung des Plagioklas-Altbestandes zu beobachten. Metadioritproben ohne nachweisbare Alterationserscheinungen sind durchwegs frei von Hellglimmer. Der in Tabelle 1 aufgeführte modale Hellglimmergehalt ist ausschließlich alterationsbedingt.

Vereinzelt sind deformierte *Kalifeldspäte* mit deutlich erkennbaren Perthitentmischungen und schwacher Hellglimmer-Mikrolithenfüllung als präalpidische, xenomorphe Relikte in den Metadioriten nachgewiesen.

Amphibol tritt in zwei Generationen auf. Gedrungene, hypidiomorphe *Hornblenden* werden oft von Biotit umgeben, mitunter auch vollständig von Biotit verdrängt. Als häufige Einschlüsse in diesen Hornblenden sind vor allem Epidot, Apatit und Calcit zu nennen. Die Hornblenden werden bei stärkerer Deformation durch meist einschlußarme Aktinolithnematoblasten ersetzt.

Die *Biotite* zeigen einen durchwegs braunen bis olivgrünen Pleochroismus. Sie ersetzen zum Teil einen Biotit-Altbestand, dessen Existenz noch an einer reliktischen Erzdurchstäubung erkannt werden kann.

Epidot, selten auch *Klinozoisit* bilden gemeinsam mit Albit den Hauptbestandteil der metamorphen Grundmasse. Weiterhin ist Epidot als Füllungsmaterial des Plagioklas-Altbestands und als Einschlußmineral in den Hornblenden verbreitet. In stärker alterierten Proben bildet sich neben Epidot zusätzlich Calcit als Ca-haltiges Mineral.

Ein auffälliges, gemeinsames Kennzeichen der Metadiorite, Grobkornamphibolite und Hornblendefelse ist das Auftreten von großen, hypidiomorphen, gedrungenen *Apatit*kristallen. Die Apatite (< 1,5 mm) zeigen einen angedeuteten Zonarbau und sind oft kataklastisch zerbrochen. In den Hornblende/Biotit-Epidot-Albit-Gneisen liegen sie in den Kornzwischenräumen oder als Einschlüsse zusammen mit Titanit in den großen, grünen Hornblenden.

Grobkornamphibolite und Hornblendefelse unterscheiden sich von Hornblende/Biotit-Epidot-Albit-Gneisen vor allem durch ihren höheren Hornblendegehalt bei gleichzeitig geringerer Biotit- und Plagioklasführung. Große Hornblenden (< 1,5 cm) konzentrieren sich in den Grobkornamphiboliten in Schlieren sowie in wolkenartigen Bereichen. Grüne Hornblenden in den metamorphen Kumulatgesteinen enthalten mitunter unregelmäßige Einschlüsse von braunen Hornblenden, jedoch nicht die für die Hornblende/Biotit-Epidot-Albit-Gneise typischen Apatiteinschlüsse. Eine jüngere Generation einschlußfreier Aktinolithstengel ist im Randbereich der alten Hornblenden feststellbar. In den Grobkornamphiboliten und Hornblendefelsen sind neben einem intermediären Plagioklas-Altbestand zusätzlich noch Relikte ehemals anorthitreicher Plagioklase erkennbar, die fast vollständig durch Epidot ersetzt sind. Apatit wurde in den Kumulatgesteinen nur in den Kornzwischenräumen vorgefunden.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

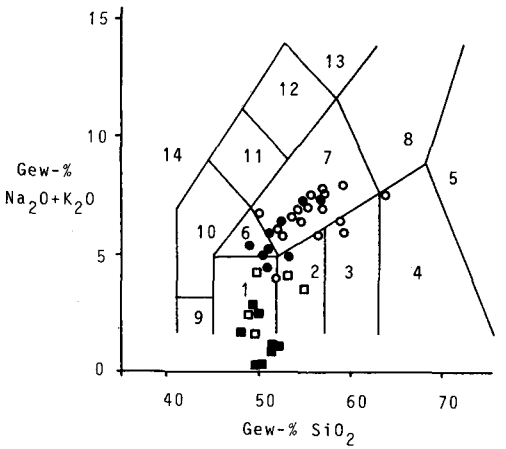
Alle diese Merkmale werden als Hinweis auf einen Kumulatcharakter der Grobkornamphibolite und Hornblendefelse aufgefaßt. Kalifeldspat konnte in den Grobkornamphiboliten und Hornblendefelsen nicht angetroffen werden.

Geochemie

Im TAS-Diagramm „Na_2O+K_2O vs SiO_2" nach LE MAITRE (1984) fallen die meisten untersuchten Metadioritproben gemeinsam mit den Peitingalmgneisen in das Feld der Trachyandesite (Abb. 2). Der hohe Kaliumgehalt der Hornblende/Biotit-Epidot-Albit-Gneise (im Durchschnitt 2,2% K_2O bei 52,5% SiO_2) ist neben der geringfügigen Kalifeldspat-Führung wohl vor allem auf den primären Biotitgehalt des dioritischen Ausgangsgesteins zurückzuführen. Für die vorliegenden Metadiorite ist daher die Bezeichnung „High-K"-Diorit im Sinne von GULSON et al. (1972) zutreffend.

Die Seltenerdelement (SEE)-Verteilungsmuster von zwei Metadiorit-Proben stimmen mit jenen typischer „High-K"-Diorite und -Andesite (GILL, 1981) überein (Abb. 3). Auch ein Thoriumgehalt >5 ppm und ein Thorium/Uran-Verhältnis >2,5 ist für „High-K"-Gesteine kennzeichnend (GILL, 1981). Diese Bedingungen sind im Metadiorit westlich der Achselalm ebenfalls erfüllt.

Die SEE-Verteilungsmuster der unterlagernden und genetisch zugehörigen metamorphen Kumulatgesteine zeigen geringere SEE-Gehalte, ein niedrigeres La/Yb-Verhältnis und eine deutliche negative Europium-Anomalie im Vergleich zu den



Zeichenerklärung:
- ○ Metaandesite (Peitingalmgneise)
- ● Metadiorit
- □ Grobkornamphibolite
- ■ Hornblendefelse

Abb. 2: TAS-Diagramm nach LE MAITRE (1984); 1: Basalt, 2: basalt. Andesit, 3: Andesit, 4: Dacit, 5: Rhyolit, 6: Trachybasalt, 7: Trachyandesit, 8: Trachyt, 9: Pikrobasalt, 10: Tephrit, 11: Phonotephrit, 12: Tephriphonolith, 13: Phonolith, 14: Foidit.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Tab. 2: Geochemische Analysen

Proben-Nr.	3201	3204	3301	3305	H79/53
SiO_2	57,53	53,17	50,45	53,50	51,74
TiO_2	0,70	0,90	0,80	0,82	0,38
Al_2O_2	18,28	16,93	6,93	9,46	4,75
Fe_2O_3	5,79	8,01	10,38	8,23	8,99
MnO	0,10	0,21	0,20	0,22	0,15
MgO	2,64	5,78	14,18	12,37	19,65
CaO	6,69	8,44	13,88	9,92	12,29
Na_2O	4,37	3,70	0,65	1,88	0,94
K_2O	3,04	2,75	1,85	2,20	0,05
P_2O_5	0,48	0,09	0,27	0,25	0,07
Σ	99,62	99,98	99,59	98,85	99,01

Proben-Nr.	3221	3222	3308	3312
La	41,71	39,27	34,68	11,67
Ce	88,96	80,89	72,23	27,50
Nd	24,86	23,88	27,90	16,03
Sm	7,33	6,68	7,86	3,45
Eu	1,34	1,61	1,24	0,65
Tb	0,83	0,78	1,16	0,60
Yb	1,47	1,17	2,07	1,01
Lu	0,19	0,20	0,27	0,12

	3201	3204	3301	3305	H79/53
V	138	160	173	164	35
Cr	20	74	385	461	800
Ni	17	32	111	129	180
Co	29	37	57	52	40
Cu	39	44	20	8	12
Zn	56	54	138	201	190
Ga	25	20	6	11	12
Pb	46	20	41	47	6
Rb	157	87	162	167	18
Sr	1023	826	280	186	nb
Y	14	18	28	22	16
Zr	325	157	67	207	62
Ba	2305	1469	1107	1837	nb
As	2	3	2	2	nb
Be	9	4	20	30	nb
Mo	<10	<10	<10	<10	nb
Nb	10	6	6	6	nb
Th	25	24	5	29	nb
U	11	5	6	6	nb
W	101	53	54	39	nb
Li	33	14	49	60	nb

Haupt- und Nebenelementgehalte in Prozent
Spurenelementgehalte in ppm

Metadiorite: 3201, 3204, 3221, 3222
Grobkornamphibolite: 3305, 3308
Hornblendefelse: 3301, 3312, H79/53
nb: nicht bestimmt

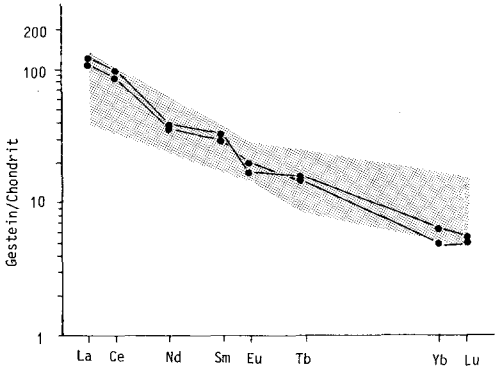


Abb. 3: SEE-Verteilungsmuster zweier Metadioritproben. Der gerasterte Bereich repräsentiert „High-K-Suites" nach GILL (1981).

Metadioriten (Abb. 4). Feldspatakkumulation führt nach DRAKE (1975) zu positiven Eu-Anomalien. Eine Feldspatakkumulation in den Grobkornamphiboliten und Hornblendefelsen ist nicht nachzuweisen. Aufgrund der Kd-Werte für Hornblenden und Pyroxene (HANSON, 1980, HENDERSON, 1984) könnten die in den Kumulatge-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

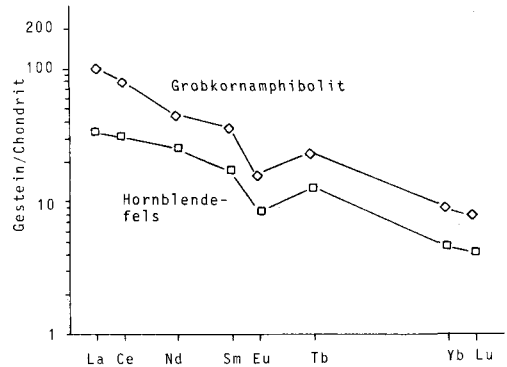


Abb. 4: SEE-Verteilungsmuster eines Grobkornamphibolits und eines Hornblendefelses aus basalen Teilen des Metadiorits westlich der Achselalm.

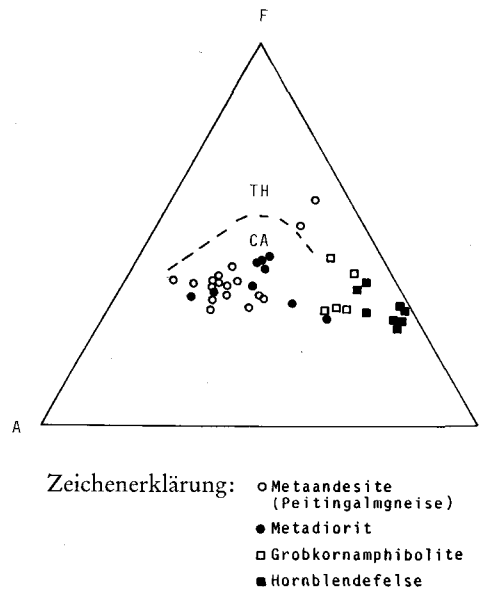


Abb. 5: AFM-Diagramm nach IRVINE und BARAGAR (1971), TH: tholeiitische Gesteine, CA: kalkalkalische Gesteine.

steinen festgestellte negative Eu-Anomalie, die insgesamt niedrigeren SEE-Gehalte und dabei die bevorzugte Abreicherung der leichten Seltenerdelemente (LSEE) Lanthan, Cer, Neodym, Samarium durch eine Hornblende-, möglicherweise auch eine Pyroxenfraktionierung in einem dioritischen Magma bedingt sein.

Die Zr/P_2O_5-Verhältnisse des Metadiorits lassen nach WINCHESTER & FLOYD (1976) gemeinsam mit den CIPW-Normen die Beteiligung alkalischer Magmen ausschließen.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Im AFM-Diagramm nach IRVINE & BARAGAR (1971) (Abb. 5) wird der kalkalkalische Charakter von „High-K"-Gesteinen in der Habachformation deutlich. Metabasite der Habachformation zeigen in einigen Arealen jedoch auch einen tholeiitischen (Eisenanreicherungs-)Trend (BAUMGARTNER, 1979, SCHMEDERER, 1980, STEYRER & HÖCK, 1985).

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Der Metadiorit westlich der Achselalm ist auf die Intrusion eines kalkalkalischen „High-K"-Diorits zu beziehen. Folgende Befunde weisen auf seine Zugehörigkeit zur Habachformation hin:

1. Der geochemische und petrographische Vergleich des Metadiorits westlich der Achselalm mit Biotit-Epidot-Albit-Gneisen („Peitingalmgneise") auf der Westseite des Habachtals (STEYRER, 1982, DIETRICH, 1985, LAURE, 1985), einschließlich der dortigen Metapyroklastite, zeigt auffallende Gemeinsamkeiten.
2. Die Peitingalmgneise sind als Metaandesite anzusprechen und als kogenetisch mit dem Metadiorit anzusehen. Metaandesite sind ferner im Bereich der Lagerstätte Felbertal bekannt.
3. Die im Liegenden des Metadiorits verbreiteten Grobkornamphibolite und Hornblendefelse finden Äquivalente in der Habachformation im Amertal, Felbertal, Habachtal und Obersulzbachtal (HÖLL, 1975).
4. Im Metadiorit westlich der Achelalm und in den basalen Kumulaten ist eine spurenhafte Scheelitführung nachgewiesen. Eine gleichartige Scheelitführung ist auch an zahlreichen anderen Lokalitäten der Habachformation bekannt.

Dieser Metadiorit westlich der Achselalm wird als eine ehemals subvulkanische Intrusion angesehen. Teile der von GRUNDMANN & MORTEANI (1982) zur Habachformation gestellten Bändergneisserie im Bereich des Smaragdvorkommens Leckbachscharte sind wohl identisch mit den Metadioritgesteinen westlich der Achselalm.

Aufgrund der petrographischen und geochemischen Befunde ist jedoch kein Zusammenhang des Metadiorits mit irgendwelchen spätvaristischen Intrusionen (Zentralgneisen) feststellbar. Für die Anreicherung des Metadiorits westlich der Achselalm an Kalium, Thorium, Uran, Wolfram und an den LSEE sind drei Möglichkeiten zu nennen:

1. Kontamination basaltischer Magmen mit Anteilen kontinentaler Kruste.
2. Fraktionierung und Differentiation eines basaltischen Magmas sowie anschließende Abtrennung eines daraus hervorgegangenen andesitischen Magmas.
3. Hybridisierung („magma-mixing").

Wir erwägen ein Zusammenwirken mindestens der unter 1. und 2. genannten Möglichkeiten, wobei wir die Anreicherung an Kalium, Thorium, Uran und Wolfram auf eine Krustenkontamination beziehen, die erhöhten Gehalte an LSEE und die räumliche Beziehung zwischen dem Metadiorit und den Kumulatgesteinen einer Differentiation und Fraktionierung zuordnen.

Im Diagramm „log($CaO/(Na_2O+K_2O)$) vs SiO_2" nach BROWN (1982) ist eine Affinität des Metadiorits zu Gesteinen aus kontinentalen Inselbögen erkennbar (Abb. 6).

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

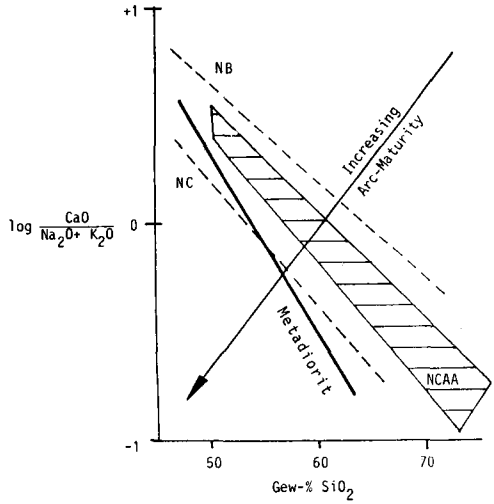


Abb. 6: Der Metadiorit westlich der Achselalm im „log ($CaO/(Na_2O+K_2O)$) vs SiO_2"-Diagramm nach BROWN (1982); NCAA: Normal calcalkaline andesites, NB: New Britain-Solomon Islands arc, NC: New Guinea continental arc. Nähere Erläuterungen in BROWN (1982).

Die vorliegenden Befunde ordnen sich zwanglos in die genetische Interpretation der Habachformation durch GILG et al. (1988) ein: Der Ablagerungsraum der Habachformation „ist im Umfeld eines kontinentalen Inselbogens anzunehmen."

Danksagung

Wir danken Herrn Prof. Dr. K. WEBER-DIEFENBACH für die Erstellung eines Teils der Röntgenfluoreszenz-Analysen. Herrn Dr. H. STÄRK und Herrn H. A. GILG sei für die Überlassung der Neutronenaktivierungs-Analysen gedankt. Weiterhin schulden wir den Herren H. A. GILG, M. P. KUPFERSCHMIED, P. SCHENK und Dr. G. GRUNDMANN Dank für anregende Diskussionen und Hinweise.

Literatur

BAUMGARTNER, K. (1979): Geologische, petrographische und geochemische Untersuchungen an Gesteinen der Habachserie im Hollersbachtal zwischen Grummeteckgraben und Waxrinne (Pinzgau, Land Salzburg/Österreich). – Unveröff. Diplomarb., 83 S., Univ. München.

BROWN, G. C. (1982): Calc-alkaline intrusive rocks: their diversity, evolution, and relation to volcanic arcs. – [In:] R. S. THORPE [ed.]: Andesites, 437–461, J. Wiley, New York.

CARL, R. R. B. (1988): Die Geologie der vorderen Hollersbachtal-Westseite (Scharrntal), Bundesland Salzburg/Österreich. Untersuchungen zur Petrologie, Lagerstättenkunde, Isotopengeochemie. – Unveröff. Diplomarb., 138 S., Univ. München.

DIETRICH, M. (1985): Geologische, petrographische und geochemische Untersuchungen an der Westflanke des vorderen Habachtales (Mittlere Hohe Tauern, Bundesland Salzburg, Österreich). – Unveröff. Diplomarb., 99 S., Univ. München.

DRAKE, M. J. (1975): The oxidation state of europium as an indicator of oxygen fugacity. – Geochim. Cosmochim. Acta, **39**, 55–64, Oxford.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

FRASL, G. (1958): Zur Seriengliederung der Schieferhülle in den mittleren Hohen Tauern. – Jb. geol. B.-A., **101**, 323–472, Wien.

FRASL, G. & FRANK, W. (1966): Einführung in die Geologie und Petrographie des Penninikums im Tauernfenster. – Der Aufschluß, Sdh. **5**, 30–58, Heidelberg.

GILG, H. A., HÖLL, R., KUPFERSCHMIED, M. P., REITZ, E., STÄRK, H. & WEBER-DIEFENBACH, K. (1988): Die Basisschieferfolge im Felbertal und Amertal: Gesteinsinhalt, Geochemie, Fossilführung und genetische Implikationen. – Mitt. österr. geol. Ges., **81**, 65–91.

GILL, J. (1981): Orogenic andesites and plates tectonics. – 390 S., Springer, New York.

GRUNDMANN, G. & MORTEANI, G. (1982): Die Geologie des Smaragdvorkommens im Habachtal (Land Salzburg, Österreich). – Archiv Lagerst. forsch. geol. B.-A., **2**, 71–107, Wien.

GULSON, B. L., LOVERING, J. F., TAYLOR, S. R. & WHITE, A. J. R. (1972): High-K diorites, their place in the calc-alkaline association and relationship to andesites. – Lithos **5**, 269–279.

HANSON, G. N. (1980): Rare earth elements in petrogenetic studies of igneous systems. – Ann. Rev. Earth Planet. Sci., **8**, 371–406. Palo Alto.

HENDERSON, P. (1984): General geochemical properties and abundances of the rare earth elements. – [In: P. HENDERSON, [ed.]: Rare earth element geochemistry, 1–32, Elsevier, Amsterdam.

HÖLL, R. (1970): Scheelitprospektion und Scheelitvorkommen im Bundesland Salzburg/Österreich. – Chem. d. Erde, **28**, 185–203, Jena.

HÖLL, R. (1975): Die Scheelitlagerstätte Felbertal und der Vergleich mit anderen Scheelitvorkommen in den Ostalpen. – Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., **157 A**, 1–114, München.

IRVINE, T. N. & BARAGAR, W. R. A. (1971): A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. – Can. J. Earth Sci., **8**, 523–548.

LAURE, G. (1985): Die Geologie des äußeren Habachtales – Petrographische, geochemische und tektonische Untersuchungen an Gesteinen nördlich der Habachgneiszunge. – Unveröff. Diplomarb., 204 S., Univ. München.

LE MAITRE, R. W. (1984): A proposal by the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks for a chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica (TAS) diagram. – Austr. J. Earth Sci., **31**, 243–255. Melbourne.

SCHMEDERER, J. (1980): Geologische, petrographische und geochemische Untersuchungen an Gesteinen der Habachserie im Hollersbachtal (Österreich) zwischen Waxrinne und Steigklamm. – Unveröff. Diplomarb., 113 S., Univ. München.

STEYRER, H. P. (1982): Geochemie, Petrographie und Geologie der Habachformation im Originalgebiet zwischen äußerem Habachtal und Untersulzbachtal. – Unveröff., Diss., 178 S., Univ. Salzburg.

STEYRER, H. P. & HÖCK, V. (1985): Geochemistry of the metabasites in the Habach formation (Salzburg, Hohe Tauern/Österreich). A preliminary report. – Ofioliti **10**, 441–456, Bologna.

WINCHESTER, J. A. & FLOYD, P. A. (1976): Geochemical magma type discrimination: Application to altered and metamorphosed basic igenous rocks. – Earth Planet. Sci. Lett., **28**, 459–469, Amsterdam.

WINKLER, H. G. F. (1979): Petrogenesis of metamorphic rocks. – 348 S., Springer, New York.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 3. Mai 1988,
ergänzt am 15. Juli 1988

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Austrian Journal of Earth Sciences

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 81

Autor(en)/Author(s): Carl R. R. B., Höll Rudolf, Schroll Erich

Artikel/Article: Ein Metadioritvorkommen in der Habachformation westlich der Achselalm/Hollersbachtal (Hohe Tauern, Österreich). 123-132