

ÜBER DREI GEOCHEMISCH STARK VARIIERENDE SUBTYPEN VON I-TYP GRANIT-ASSOZIATIONEN MIT Na<sub>2</sub>O-, MIT CaO- UND MIT K<sub>2</sub>O-BETONUNG

von

F. Finger, G. Friedl und H. Matl <sup>\*)</sup>

(eingelangt am 2.3.1989)

CHAPPEL und WHITE (1974) haben im Lachlan Fold Belt in Australien eine grundlegende Zweigliederung der dortigen Granitoide in einen S- und einen I-Typ vorgestellt, welche mittlerweile weltweit in dieser Art gebräuchlich geworden ist. Nach der Idee jener Autoren entstehen S-Typ Granitoide bei der Anatexis von (Meta)Sedimenten, während die I-Typ Granitoide vielmehr auf das Schmelzen diverser "(meta)igneous sources" zurückgeführt werden können. Als typische Eigenheiten einer I-Typ Granitsuite gelten nach CHAPPEL & WHITE (1974):

- a.) eine größere kompositionelle Variabilität (z.B. im SiO<sub>2</sub>-Gehalt)
- b.) ein metalumischer oder schwach peralumischer, kalkalkalischer Charakter (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O + CaO < 1,1)
- c.) relativ hohe Na<sub>2</sub>O-Gehalte (>2,2 % bei mafischen, > 3,2% bei felsischen Varietäten).

Auf österreichischem Staatsgebiet treten sowohl in den außeralpinen wie in den zentralalpinen Kristallinaren (Meta)Granitassoziationen auf, welche derartige I-Typ Merkmale aufweisen. Etliche dieser Vorkommen wurden nun hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung systematisch verglichen und gruppiert. Dabei konnten drei geochemisch stark divergierende Subtypen von I-Typ Granitvergesellschaftungen auseinandergelassen werden:

1.) Eine erste Gruppe besitzt auffällig hohe Gehalte an Na<sub>2</sub>O, Sr und Ba. Eine solche Na<sub>2</sub>O-betonte I-Typ-Granitfamilie bilden beispielsweise die variszischen Granitoide des östlichen Tauernfensters (Hochalm I-Typ Granitoide *sensu* FINGER & STEYRER, 1988; siehe Abb. 1). Auch die vermutlich cadomischen "Cetischen Granitoide", repräsentiert durch exotische Blöcke in der Flysch- und Ultrahelvetikumszone (FRASL & FINGER, 1988), haben ähnlich hohe Na<sub>2</sub>O-, Sr- und Ba-Gehalte. Ein weiteres Beispiel für diese Na<sub>2</sub>O-betonte Gruppe sind überdies die cadomischen Granitoide des Brünner Raumes in der CSSR (DUDEK, 1980) und ihre Entsprechungen im Thayapluton des Moravikums in Niederösterreich (FINGER et al., 1989). Eine vergleichbare Na<sub>2</sub>O-Sr-Ba-Betonung läßt sich

-----  
+) Anschrift der Verfasser  
Dr. F. Finger, Dr. G. Friedl und Dr. H. Matl  
Institut für Geowissenschaften der Universität Salzburg  
Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg

Übrigens auch bei vielen jener Granitassoziationen feststellen, welche heute entlang der Circum-Pazifischen Kontinentalränder aufgeschlossen sind, z.B. in Zentral-Chile (LOPEZ-ESCOBAR, 1979), in der Sierra Nevada (BATEMAN & CHAPPELL, 1979), oder bei der "Moruya Suite" in SE Australien (GRIFFIN et al., 1978).

Eine wesentliche Rolle bei der Entstehung der Na<sub>2</sub>O-betonten I-Typ Magmen scheint die Wiederaufschmelzung von (Meta)Basiten einer "Unterkruste" im Bereich destruktiver Plattenränder zu spielen (vgl.z.B. GILL & STORK, 1979; WHITE, 1979; CHAPPELL & STEPHENS, 1988).

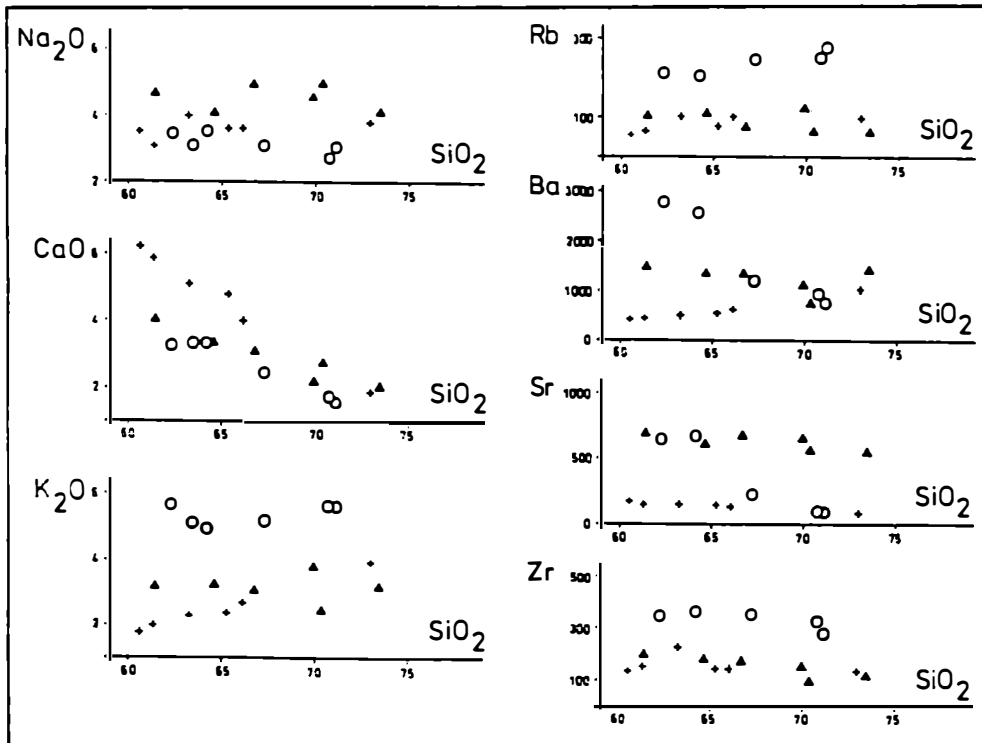


Abb. 1. Harker-Diagramme mit Eintragungen von: 1.) Hauptvarianten von Hochalm Granitoiden des östlichen Tauernfensters (FINGER & STEYRER, 1988) als Beispiel für eine Na<sub>2</sub>O-betonte I-Typ Serie (Dreiecke). 2.) Hauptvarianten von Zillertal-Venediger Granitoiden des westlichen Tauernfensters (FINGER & STEYRER, 1988) als Beispiel für eine CaO-betonte I-Typ Serie (Kreuze). 3.) Hauptvarianten des Engerwitzdorfer Granits aus dem oberösterreichischen Moldanubikum (BARTAK & FINGER, unveröff.) als Beispiel für eine K<sub>2</sub>O-betonte I-Typ Serie (Kreise).

2.) Andere österreichische I-Typ Granitsuiten, und zwar interessanterweise stets solche mit postorogener Stellung, erwiesen sich als viel CaO-reicher bei vergleichsweise niedrigeren Na<sub>2</sub>O-, Sr und Ba-Gehalten. Ein typisches Beispiel für diese CaO-betonte Gruppe ist der variszisch-postorogene Zillertal-Venediger Tonalitkomplex (FINGER & STEYRER, 1988; SCHERMAIER, 1989; vgl. Abb. 1). Auch die alpidisch-postorogenen, von Tonaliten dominierten Plutone entlang der periadriatischen Linie (z.B. der bekannte Adamello-Pluton, aber ebenso die diesbezüglichen österreichischen Vorkommen) besitzen ähnliche geochemische Charakteristik (DUPUY et al., 1982; BELLINI et al., 1981).

Im Circum-Pazifischen Raum haben z.B. der Captains Bay Pluton in Unalaska (PERFIT et al., 1980), die Tonalite der Westkordillere Kolumbiens (STIBANE, 1981) oder die Jindabyne Suite im Südosten Australiens (HINE et al., 1978) eine solche CaO-Betonung.

Der CaO-betonte Subtyp ist vermutlich sehr wesentlich durch Schmelzanteile geprägt, die direkt aus dem Erdmantel stammen (Differentiation ± Kontamination einer "high aluminum" basaltischen Mutterschmelze ?, siehe z.B. PERFIT et al., 1980, DUPUY et al., 1982; CHAPPELL & STEPHENS, 1988).

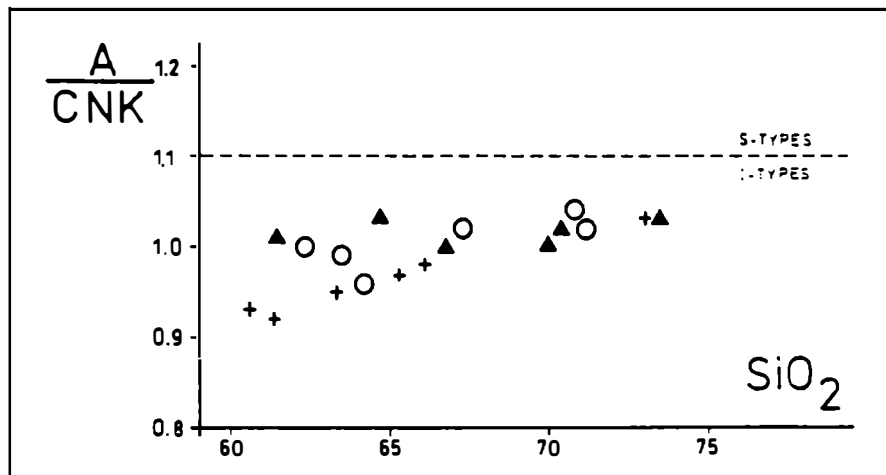


Abb. 2. Die Abbildung zeigt, daß sowohl die Na<sub>2</sub>O-betonte Hochalm Granitoide (1) als auch die CaO-betonte Zillertal-Venediger Granitoide (2) als auch die K<sub>2</sub>O-betonte Granitoide der Engerwitzdorfer Gruppe (3) trotz ihrer sonstigen chemischen Differenziertheit (vgl. Abb. 1) im SiO<sub>2</sub> vs. mol(AI<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Na<sub>2</sub>O-CaO-K<sub>2</sub>O (=A/CNK)) Diagramm charakteristische I-Typ Eigenschaften aufweisen, nämlich eine weite SiO<sub>2</sub>-Variation bei metalumischen bis schwach peralumischen Verhältnissen. Symbole wie in Abb. 1.

3.) Ein dritter K<sub>2</sub>O-betonter I-Typ, der auch signifikant hohe Konzentrationen an Rb, Sr, Ba, Zr, und Y besitzt (Abb. 1, Tab. 1), baut weite Teile des jungpaläozoischen südböhmischen Granitareals im oberösterreichischen Moldanubikum auf (z.B. Schlierengranit, Weinsberger, Engerwitzdorfer und Karlstifter Granit; FINGER et al., 1989; LIEW et al., 1989). Diese variszischen K<sub>2</sub>O-betonte I-Typ Granitfamilien dürften ihre geochemische Charakteristik durch die weiträumige Aufschmelzung biotitreicher intermediärer Gneise (ehemalige Metavulkanite ?) der tieferen kontinentalen Kruste erhalten haben (KOSCHIER & FINGER, 1989).

In petrographischer Hinsicht fällt auf, daß die Na<sub>2</sub>O-betonte Granitoidfamilien Österreichs i.a. wenig oder keine mafischen, dagegen reichlich intermediäre und felsische Anteile (Quarzdiorite, Tonalite, Granodiorite, Granite) besitzen, während die CaO-betonte Familien regelmäßig auch einige Gabbrodiorite beinhalten. Dominiert werden die CaO-betonte Familien normalerweise von intermediären tonalitischen Varianten; helle felsische Varietäten, insbesondere mit granitischer Zusammensetzung (s.s.), treten hier mengenmäßig sehr zurück. Die K<sub>2</sub>O-betonte I-Typ

Granitassoziationen des oberösterreichischen Moldanubikums bestehen, abgesehen von einigen eher lokalen, intermediären quarzmonzodioritischen Anteilen in der Hauptsache aus groben, relativ quarzarmen Graniten (s.s.) mit porphyrischen Kalifeldspäten.

In den Klassifikationsdiagrammen von PEARCE et al. (1984) zur geotektonischen Interpretation granitischer Gesteine zeigen alle  $\text{Na}_2\text{O}$ - und  $\text{CaO}$ -betonten Granitfamilien und auch der Großteil der  $\text{K}_2\text{O}$ -betonten I-Typ Granitoide Spurenelementgehalte, wie sie für "volcanic arc granites" typisch sind. Einige Granitoide der  $\text{K}_2\text{O}$ -betonten Gruppe haben auf Grund ihrer hohen Zr- und Y-Gehalte gewisse Affinitäten zu "within-plate granites" *sensu* PEARCE et al. (1984).

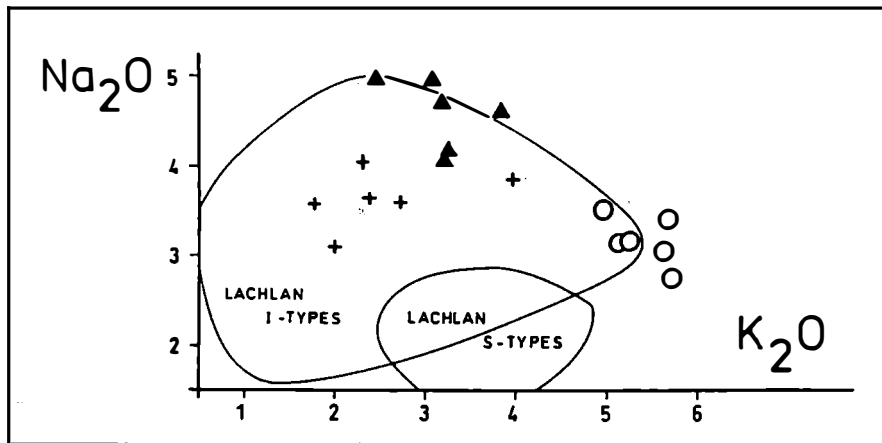


Abb. 3. Im Diagramm  $\text{Na}_2\text{O}$  vs.  $\text{K}_2\text{O}$  fallen die Zillertal-Venediger Granitoide (2) ziemlich in die Mitte des Lachlan I-Typ Feldes von WHITE & CHAPPELL (1983). Die Hochalm Granitoide (1) besetzen den oberen, d.h.  $\text{Na}_2\text{O}$ -reichen Rand, die Granitoide der Engerwitzdorfer Gruppe (3) liegen am rechten, d.h.  $\text{K}_2\text{O}$ -reichen Rand dieses Feldes. Symbole wie in Abb. 1.

Tab. 1 (nachfolgende Seite) Röntgenfluoreszenzanalysen von:

- 1.) Hauptvarianten von Hochalm Granitoiden des östlichen Tauernfensters (FINGER & STEYRER, 1988) als Beispiel für eine  $\text{Na}_2\text{O}$ -betonte I-Typ Serie
- 2.) Hauptvarianten von Zillertal-Venediger Granitoiden des westlichen Tauernfensters (FINGER & STEYRER, 1988) als Beispiel für eine  $\text{CaO}$ -betonte I-Typ Serie
- 3.) Hauptvarianten des Engerwitzdorfer Granits aus dem oberösterreichischen Moldanubikum (BARTAK & FINGER, unveröff.) als Beispiel für eine  $\text{K}_2\text{O}$ -betonte I-Typ Serie.

Die Eintragungen dieser Analysen in den Diagrammen der Abb. 1-3 sind wasserfrei gerechnet und auf 100% normiert.  $\text{H}_2\text{O}$  = Glühverlust;  $A/\text{CNK}$  = mol  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}$ .

	1. HOCHALM SUITE (high Na <sub>2</sub> O)						2. ZILLERTAL-VENEDIGER SUITE (high CaO)						3. ENGERWITZDORF SUITE (high K <sub>2</sub> O)					
SiO <sub>2</sub>	60.60	63.54	65.75	69.19	69.52	72.91	60.09	60.73	62.02	64.47	66.23	72.15	60.86	62.29	63.09	67.02	69.78	70.01
TiO <sub>2</sub>	0.48	0.69	0.37	0.31	0.22	0.24	0.81	0.57	0.71	0.15	0.56	0.20	0.73	0.95	0.75	0.72	0.62	0.52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.39	16.63	16.98	15.67	16.17	14.50	17.63	16.40	17.11	16.50	15.77	14.37	17.28	16.22	16.31	15.91	14.25	14.11
FeO	4.24	4.08	2.83	2.12	1.59	1.39	5.67	6.55	4.92	4.60	3.82	2.04	4.26	4.79	4.37	3.78	2.73	2.73
MnO	0.23	0.15	0.07	0.05	0.01	0.14	0.24	0.20	0.11	0.13	1.45	0.05	0.08	0.10	0.09	0.07	0.03	0.05
MgO	2.43	2.23	1.19	0.74	0.86	0.47	3.04	3.34	1.71	2.04	1.73	0.42	1.85	1.86	1.60	1.21	0.79	0.73
CaO	3.98	3.32	3.06	2.23	2.76	2.07	6.20	5.82	5.02	4.72	4.00	1.89	3.20	3.32	3.32	2.54	1.73	1.60
Na <sub>2</sub> O	4.64	4.01	4.90	4.58	4.94	4.12	3.54	3.08	3.97	3.59	3.59	3.81	3.37	3.09	3.47	3.19	2.72	3.03
K <sub>2</sub> O	3.16	3.18	3.05	3.81	2.44	3.21	1.76	1.98	2.25	2.36	2.73	3.91	5.53	5.06	4.86	5.30	5.61	5.52
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.36	0.34	0.21	0.16	0.11	0.07	0.16	0.24	0.19	0.18	0.23	0.06	0.39	0.41	0.33	0.27	0.21	0.17
H <sub>2</sub> O	2.14	1.64	0.94	0.75	0.76	1.03	1.30	1.08	0.85	1.43	0.78	1.35	1.34	1.22	0.88	0.58	0.55	0.66
tot	100.65	99.81	99.35	99.61	99.38	100.15	100.44	99.99	98.86	100.17	100.89	100.25	98.89	99.31	99.07	100.59	99.02	99.13
A/CNK	1.01	1.03	1.00	1.00	1.02	1.03	0.93	0.92	0.95	0.97	0.98	1.03	1.00	0.98	0.96	1.02	1.04	1.02
Nb	13	16	6	20	11	6	11	13	15	12	12	11	21	n.b.	20	18	19	21
Zr	200	187	177	159	99	122	137	152	226	147	142	133	349	n.b.	364	351	326	280
Y	19	12	8	10	6	7	22	27	33	21	18	12	38	n.b.	43	37	34	55
Sr	882	716	858	824	634	605	355	287	299	303	264	193	805	n.b.	843	462	204	183
Rb	108	118	75	137	67	67	55	65	105	80	109	100	170	n.b.	161	226	231	265
Ba	1492	1867	1382	1133	775	1420	414	456	515	540	641	1014	2797	n.b.	2534	1203	918	748

## Literatur

- BATEMAN, P.C. & CHAPPELL, B.W. (1979): Crystallisation, fractionation, and solidification of the Tuolumne Intrusive Series, Yosemite National Park, California. *Geol.Soc. Am.Bull.* 90, 456-482.
- BELLIENI, G., PECCERILLO, A. & POLI, G. (1981): The Vedrette di Ries (Rieserferner) Plutonic Complex: petrological and geochemical data bearing on its genesis. *Contrib.Min.Petrol.* 78, 145-156.
- CHAPPELL, B.W. & STEPHENS, W.E. (1988): Origin of infracrustal (I-type) granite magmas. *Trans.R.Soc.Edinburg: Earth Sci.* 79, 71-86.
- CHAPPELL, B.W. & WHITE, A.J.R. (1974): Two contrasting granite types. *Pacific Geology* 8, p.172-174.
- DUDEK, A. (1980): The crystalline basement block of the Outer Carpathians in Moravia: Bruno - Vistulicum. *Rozpravy Cechoslov.Akad.Ved., rada mat. a prir. ved.* 90/8, 1-85, Praha.
- DUPUY, C., DOSTAL, J. & FRATTA, M. (1982): Geochemistry of the Adamello Massif (Northern Italy). *Contrib.Min.Petrol.* 80, 41-48.
- FINGER, F. & STEYRER, H.P. (1988): Granite types in the Hohe Tauern (Eastern Alps, Austria) - some aspects on their correlation to the Variscan plate tectonics processes. *Geodin. Acta* 2, 75-87.
- FINGER, F., FRASL, G., FRIEDL, G., HÖCK, V. & LIEW, T.C. (1989): Geology and petrology of the Late Palaeozoic granitoid complex in the Southern Bohemian Massif (Austria). *Proceed.Vol.Congr. "The Bohemian Massif"*, Geol.Survey CSSR, Prague, Sept. 1988.
- FINGER, F., FRASL, G., HÖCK, V. & STEYRER, H.P. (1989): The granitoids of the Moravian Zone of Northeast Austria - Products of a Cadomian active continental margin ?. *J.Precamb.Res.* (im Druck).
- FRASL, G. & FINGER, F. (1989): The Cetic Massif below the Eastern Alps - characterized by its granitoids. *Schweiz.Min.Petr.Mitt.* (im Druck).
- GILL, J.B. & STORK, A.L. (1979): Miocene low-K dacites and trondhjemites of Fiji. In: BARKER, F. (ed.) *Trondhjemites, dacites and related rocks.* Elsevier, Amsterdam, p. 629-649.
- GRIFFIN, T.J., WHITE, A.J.R. & CHAPPELL, B.W. (1978): The Moruya Batholith and geochemical contrasts between the Moruya and Jindabyne suites. *J.Geol.Soc. Australia* 25, 235-247.
- HINE, R., WILLIAMS, I.S., CHAPPELL, B.W. & WHITE, A.J.R. (1978): Contrasts between I- and S-type granitoids of the Kosciusko Batholith. *J.Geol.Soc.Australia* 25, 219-234.
- KOSCHIER, E. & FINGER, F. (1989): Genesis of high-K<sub>2</sub>O I-type granitoids in the southern Bohemian Massif (Austria). *Terra Cognita* (in press).

- LOPEZ-ESCOBAR, L., FREY, F.A. & OYARZUN, J. (1979): Geochemical characteristics of Central Chile Granitoids. *Contrib.Min.Petrol.* 70, 439-450.
- PEARCE, J.A., HARRIS, M.B.W. & TINDLE, A.G. (1984): Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J.Petrol.* 25, 956-983.
- PERFIT, M.R., BRUECKNER, H., LAWRENCE, J.R. & KAY, R.W. (1980): Trace element and isotopic variations in a zoned pluton and associated volcanic rocks, Unalaska Island, Alaska: A model for fractionation in the Aleutian Calc-alkaline Suite. *Contrib. Min.Petrol.* 73, 69-87.
- SCHERMAIER, A. (1989): Geologie und Petrographie im Gebiet um den Kratzenbergsee (östliches Venedigergebiet, Hohe Tauern). Diplomarbeit Univ. Salzburg.
- STIBANE, F.R. (1981): K/Ar-ages of tonalites, Cordillera Occidental, Columbia, and their tectonical interpretation. *Zbl.Geol.Paläont. Teil I*, 1981, 252-259.
- WHITE, A.J.R. & CHAPPELL, B.W. (1983): Granitoid types and their distribution in the Lachlan Fold Belt, southeastern Australia. In: RODDICK, J.A. (Ed.) *Circum Pacific Plutonic Terranes. Geol.Soc.Am.Mem.* 159, 21-34.