

Herrn Prof. W. Heiderich  
mit einer besten Empfehlung  
Fritz

Österreichische Akademie der Wissenschaften

---

**Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse  
vom 5. April 1979**

Sonderabdruck aus dem Anzeiger der math.-naturw. Klasse der  
Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1979, Nr. 3

(Seite 79 bis 85)

Das korr. Mitglied Hans Wieseneder übersendet für den  
Anzeiger folgende Arbeit:

„Ein Beitrag zur Bildung von Spinell in basischen  
Intrusivgesteinen des nördlichen Waldviertels, Öster-  
reich.“ Von Friedrich Koller (aus dem Institut für Petrologie  
der Universität Wien).

In gabbroiden und dioritischen Gesteinen des Moldanubikums  
findet sich als akzessorische Komponente häufig ein dunkel-  
grüner Spinell. Waldmann (1931) beschreibt dies für Gabbro  
von Stalleck, als kelyphitartige Bildungen zusammen mit Diopsid,  
blaßgrüner Hornblende und Sapphirin. Hackl und Waldmann  
(1931) geben einen grünen Spinell in Kelyphitrinden von Olivin  
zusammen mit Granat und brauner Hornblende im Gabbro  
von Nonndorf an. Auch Scharbert (1956) beschreibt Spinell  
und Granat aus dem Gabbro von Elsenreith.

Im Zuge einer Bearbeitung der dioritischen Tiefengesteine  
des nördlichen Waldviertels (Koller und Niedermayr, 1979)  
wurden einige dieser Spinelle näher untersucht. Sie finden sich  
in mittelkörnigen, meist massigen Gesteinen, die als wesentliche  
Gemengteile zonargebauten Plagioklas (Andesin mit einzelnen  
Labradorkernen), wechselnde Mengen eines grünen Amphibols  
(Magnesiohornblende bis Aktinolith) und reichlich Biotit führen.  
Die Gehalte an Quarz und Alkalifeldspat, meist schwach ge-  
gitterter Mikroklin, sind sehr variabel. Letzteres führt dazu,  
daß der Großteil dieser Gesteine nach Streckeisen (1974) als  
Quarzmonzodiorite bis Quarzmonzonite bezeichnet werden muß  
(Koller und Niedermayr, 1979). Als akzessorische Komponen-  
ten finden sich in diesen Gesteinen Cummingtonit bzw. Antho-  
phyllit, F-reicher Apatit, Zirkon, ein aus Biotit gebildeter Chlorit,  
Titanit und Orthit sowie die opaken Minerale Ilmenit, Pyrrhotin,  
seltener Pentlandit und Pyrit.

Diese Gesteine sind in zahlreichen Steinbrüchen zwischen Heidenreichstein im NW, Schrems im SW und Pfaffenschlag im E (Kartenblatt Nr. 5 — Gmünd und Nr. 6 — Waidhofen a. d. Th. 1:50.000, vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien) aufgeschlossen. In den Steinbrüchen von Artolz und Gebharts konnte grüner Spinell als seltener Gemengteil nachgewiesen werden. An Hand zweier Proben, P 10 und PNW, die am häufigsten Spinell führten, soll dessen Bildung diskutiert werden. Beide Proben stammen aus dem der Firma Poschacher (Mauthausen) gehörenden Steinbruch Artolz, 2 km westlich

Tabelle 1

Gesteinsanalysen (RFA und AAS,  $Fe_{tot}$  als FeO und Glühverlust als  $H_2O$  angegeben), Modalbestand und CIPW-Norm

	P 10	PNW	Modus	P 10	PNW
SiO <sub>2</sub>	59,2	56,5	Opx	—	8,2
TiO <sub>2</sub>	1,51	0,81	Amph	4,9	19,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,55	15,38	Biotit	32,9	15,9
FeO	7,28	8,32	Chlorit	—	0,7
MnO	0,11	0,14	Plag	40,6	44,6
MgO	4,56	7,22	Alk-kf	9,3	2,0
CaO	5,39	5,85	Qu	9,4	6,4
Na <sub>2</sub> O	2,75	2,67	Akzess	2,9	2,6
K <sub>2</sub> O	3,02	2,16		100,0	100,0
H <sub>2</sub> O	1,06	n. b.			
	100,43	99,05			
Li	27 ppm	13 ppm	CIPW-Norm		
Be	1,7	1,7	Or	18,1	12,8
Cr	130	190	Ab	25,0	24,1
Ni	24	23	An	21,4	23,8
Cu	28	26	Di	4,6	4,4
Zn	130	170	Hy	20,0	30,0
Rb	85	32	Q	8,9	3,8
Sr	95	140	Il	2,1	1,1
Ba	610	680		100,0	100,0

Pfaffenschlag; wobei die Probe P 10 ein hornblendeführender Quarzmonzodiorit, die Probe PNW ein orthopyroxenführender Quarznorit ist. In der Tabelle 1 sind neben den Analysenergebnissen auch die Gehalte einiger Spurenelemente sowie Modalanalysen angegeben, wobei der für die Probe PNW angeführte Amphibolgehalt noch 7,8% feinfaseriges Reaktionsprodukt (Anthophyllit bzw. Cummingtonit) enthält. Diese Ca-armen Amphibole stellen zusammen mit der grünen Hornblende ein Uralisationsprodukt des stets zonargebauten Orthopyroxens (Bronzit bis Hypersthen) dar (Koller und Niedermayr, 1979).

Auffallend sind die relativ hohen Biotitgehalte der untersuchten Gesteine, die sich in hohen  $K_2O$ -Werten der Analysen niederschlagen. In der Norm führen alle Proben einen deutlichen Orthopyroxenüberschuß und sind stets quarznormativ. Die Probe P 10 entspricht dem Durchschnitt der basischen, meist Hornblende-führenden Dioritgruppe aus dem Raum Heidenreichstein—Schrems—Pfaffenschlag und zeigt auch hinsichtlich der untersuchten Spurenelemente keine nennenswerte Unterschiede (Koller und Niedermayr, 1979).

Auch die Be- und Li-Gehalte liegen in den, dem Schremser Granit äquivalenten Größen. Da bereits Weber-Diefenbach (1974) für ähnliche Biotitdiorite des Odenwaldes die Mehrdeutigkeit der geochemischen Daten aufgezeigt hat, lassen die bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse keine endgültigen Schlüsse über die Herkunft der Schmelzen zu.

In diesen Gesteinen treten vereinzelt schlierige bzw. feinfaserige Bereiche bis zu einer Größe von 20 mm auf. Diese sind besonders reich an Biotit, jedoch stets frei von Quarz und Mikroklin. Ausgebleichte und chloritisierte Biotite und zum Teil sehr stark gefüllte Plagioklase zeigen eine starke retrograde Überprägung dieser schlierigen Bereiche an. Neben Biotit und intermediärem Plagioklas tritt noch ein dunkelgrüner Spinell mit einem braunen, fasrigen Reaktionshof, der die Spinelle völlig ersetzen kann, sowie Margarit und ein korrodierter Korund (nur P 10) auf. Als akzessorische Gemengteile findet man vor allem Titanit, Apatit und feinstfaserige, farblose Aggregate, die als möglicher Sillimanit gedeutet wurden.

Die beschriebenen Mineralphasen wurden mit einer Elektronenstrahl-Mikrosonde untersucht (Tabelle 2). Verwendung fand ein Gerät des Typs ARL-SEM-Q bei einer Anregungsspannung

Tabelle 2

Mikrosondenanalysen der untersuchten Mineralphasen ( $Fe_{tot}$  als FeO angegeben)

	Margarit	Korund	Spinell		Spinell		Diaspor
	P 10	P 10	P 10	P 10	PNW	PNW	PNW
SiO <sub>2</sub>	30,80	0,08	0,08	—	—	—	—
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	0,07	0,11	0,11	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	51,60	100,00	62,30	60,90	61,90	61,40	81,80
FeO	0,31	0,18	33,50	33,30	29,10	31,60	0,82
MnO	—	—	0,83	0,76	0,26	0,32	—
MgO	0,06	—	4,05	4,49	8,44	5,21	0,12
CaO	12,80	—	—	—	—	0,04	0,04
Na <sub>2</sub> O	0,39	—	0,04	0,05	—	0,04	0,04
K <sub>2</sub> O	0,08	0,03	0,07	0,04	0,02	—	0,02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,06	0,07	0,12	0,52	0,37	0,35
	96,04	100,35	100,94	99,12	100,35	99,09	83,19

von 15 kV, gemessen wurde gegen Mineralstandarts, die Korrekturen für Absorption und Fluoreszenz erfolgten nach Bence und Albee (1968).

Die idiomorphen bis hypidiomorphen, stets dunkelgrün gefärbten Spinelle sind bei einer Größe von 0,1 bis 0,2 mm zonar gebaut und weisen einen Mg-reicheren Kern auf. In der Probe P 10 liegen die Mg-Gehalte zwischen 20 und 16 Mol. % MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, im Quarznorit PNW zwischen 34 und 22 Mol. % die Mg-reichen Kerne der Spinelle besitzen Cr-Gehalte bis 1 Mol. % FeCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> und haben bei gleichbleibenden Al-Gehalten eine Fe und Mn, letzteres bis 2 Mol. %, reichere Randzone. Gehalte an Zn konnten nicht nachgewiesen werden. Die großen Unterschiede in der MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Komponente der beiden untersuchten Proben und auch der Zonarbau lassen sich gut mit unterschiedlichen Schmelztemperaturen, bedingt durch den höheren SiO<sub>2</sub>-Gehalt der Probe P 10, und mit Veränderungen der Restschmelze im Zuge des Kristallisationsvorganges erklären.

Randlich werden die dunkelgrünen, 0,1—0,2 mm großen Spinelle von feinfaserigen braungefärbten Aggregaten ersetzt, diese konnten optisch und auf Grund von Mikrosondenuntersuchungen als Diaspor bestimmt werden.

In den biotitreichen Schlieren der Probe P 10 treten neben dem grünen Spinell noch farblose, hoch lichtbrechende Aggregate mit einer durchschnittlichen Korngröße von 0,2 bis 0,6 mm auf. Diese, in der Regel stark korrodierten Individuen konnten als Korund bestimmt werden. Sie weisen einen sehr geringen Gehalt an  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  auf (Tabelle 2). Gehalte an Vanadium konnte nicht nachgewiesen werden. Der Korund wird durch große, farblose Margaritafeln, die bis 5 Mol. % Paragonitkomponente aber nur 1 Mol. % Muskovitkomponente aufweisen, verdrängt. Der auftretende Biotit ist nach Tröger (1969) ein Meroxen, der zonargebaute Plagioklas ist ein Labrador bis Andesin mit einer durchschnittlichen Zusammensetzung  $\text{Or}_{0,7}\text{Ab}_{49,3}\text{An}_{50,0}$ .

In basischen Plutoniten wird Spinell entweder aus Coronastrukturen, im Zusammenhang mit einer stark hybriden bis metamorphen Überprägung, oder als Restitkomponente stark desilifizierter und weitgehend assimilierter Nebengesteinsschollen beschrieben (Tröger, 1969; Griffin und Heier 1973; Whitney und McLelland, 1973; Esbensen, 1978). Wieseneder (1961) beschreibt Korund-Spinellfelse als Restite in Biotit-führenden Metagabbros.

Im Quarzporit (Probe PNW) treten Coronastrukturen, um Orthopyroxen mit Anthophyllit-Cummingtonit und einem grünen Amphibol (Magnesiohornblende bis Aktinolith) auf (Koller und Niedermayr, 1979), hier jedoch ohne Spinell. Auch der Mineralbestand dieser Schlieren, die vor allem aus Biotit, — lokal bis über 60% — und aus intermediärem Plagioklas bestehen, deutet auf kontaktmetamorphe Resorptionsschlieren hin. Zahlreiche größere, nicht assimilierte Nebengesteinseinschlüsse von biotitreichen Paragneisen, Quarziten, Quarzlinsen und Wollastonit-Grossular-Diopsid-führende Kalksilikatfelsen können als zusätzliche Bestätigung einer Kontaktmetamorphose angeführt werden. Die Untersuchungen von Weber-Diefenbach (1974) ergaben für Hornblendediorite des Odenwaldes (ähnlich der Probe P 10), Schmelztemperaturen von 830 bis 850 °C bei 2 Kb  $\text{P}_{\text{H}_2\text{O}}$ , für den Quarzporit (Probe PNW) sind nach diesen Untersuchungen noch höhere Temperaturen anzunehmen. Da petrologische und geochemische Untersuchungen, insbesondere der Kristallisationsverlauf, für die Diorite des nördlichen Waldviertels

Kristallisationstemperaturen in diesem Bereich ergaben (Koller und Niedermayr, 1979) und da sowohl Korund als auch Spinell in diesem Temperaturbereich stabil sind (Helgeson et al., 1978), darf mit Bildungsbedingungen von  $\geq 800^\circ\text{C}$  und einem  $P_{\text{H}_2\text{O}} \geq 2\text{ Kb}$  für die Resorptionsschlieren mit Korund und Spinell gerechnet werden. Die Bildung von Spinell erfolgt in Coronastrukturen nach Whitney und McLelland (1973) und Griffin und Heier (1973) ebenfalls bei Temperaturen von  $> 800^\circ\text{C}$  jedoch bei einem  $P_{\text{total}} > 5\text{ Kb}$ . Ein  $P_{\text{total}} \geq 5\text{ Kb}$  ist mit den Ergebnissen von Kurat (1964), Richter (1965) und S. Scharbert (1966) für die Granitintrusionen des Moldanubikums korrelierbar. Weitere Untersuchungen, insbesondere der Coronastrukturen, sollten zusätzliche Aussagen über den Kristallisationsverlauf in basischen Plutoniten des Moldanubikums ergeben.

Die Umwandlung von Korund zu Margarit, sowie von Spinell zu Diaspor spricht für eine langsame, vom Angebot der fluiden Phase kontrollierten Abkühlungsrate oder für Metamorphoseeinwirkungen. Die Reaktion Korund + Anorthit +  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$  Margarit verläuft für  $P_{\text{H}_2\text{O}} > 2\text{ Kb}$  nach Helgeson et al. (1978) bei Temperaturen von  $> 540^\circ\text{C}$ . Die Bildungsbedingungen dieser Reaktion liegen damit deutlich unter den Temperaturen einer magmatischen Entwicklung, dies spricht für eine langsame Abkühlung unter dem Einfluß von  $P_{\text{H}_2\text{O}}$  in Form einer retrograden Metamorphose. Dies könnte den Metamorphosebedingungen der Hüllgesteine nach der Bildung der großen Intrusivkörper entsprechen.

Im System  $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$  ist Diaspor zusammen mit Spinell nach Roy et al. (1953) nur bei Temperaturen um  $400^\circ\text{C}$  stabil. Man muß daher die Bildung von Margarit und Diaspor in den Resorptionsschlieren als Auswirkung einer starken hybriden Überprägung oder als retrograde Metamorphose sehen.

Dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung sei für die Bereitstellung der Elektronenstrahl-Mikrosonde (Projekt Nr. 1939) sowie der Firma Poschacher (Mauthausen) für ihre freundliche Unterstützung bei den Arbeiten in ihrem Steinbruchbetrieb Artolz gedankt.

#### Literatur

- Bence, A. E. und Albee, A. L. (1968): Empirical correction for the electron-microanalysis of silicates and oxides. — Journ. Geol. 76, 382.  
 Esbensen, K. H. (1978): Coronites from the Fongen gabbro complex, Trondheim Region, Norway: role of water in the olivine-plagioclase reaction. — N. Jb., Miner. Abh. 132, 113.

- Griffin, W. L. und Heier, K. S. (1973): Petrological implications of some corona structures. — *Lithos* 6, 315.
- Hackl, O. und Waldmann, L. (1931): Studien im Raume des Kartenblattes Drosendorf II. Der Gabbro von Nonndorf und Kurlupp. — *Verh. GBA* 1931, 160.
- Helgeson, H. C., Delany, J. M., Nesbitt, H. W. und Bird, D. K. (1978): Summary and critique of the thermodynamic properties of rockforming minerals. — *Amer. Journ. Sci* 278-A.
- Koller, F. und Niedermayr, G. (1979): Zur Petrologie der Diorite des nördlichen Waldviertels. — In Vorbereitung.
- Kurat, G. (1964): Der Weinsberger Granit im südlichen österreichischen Moldanubikum. — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 9, 202.
- Richter, W. (1965): Petrologische Untersuchungen am Mauthausner Granit im österreichischen Moldanubikum. *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 10, 625.
- Roy, D. M., Roy, R. und Osborn, E. F. (1953): The System  $MgO-Al_2O_3-H_2O$  and influence of carbonate and nitrate ions on the phase equilibria. — *Amer. Journ. Sci.* 251, 337.
- Scharbert, H. (1956): Der Gabbro von Elsenreith im niederösterreichischen Waldviertel. — *Tschermaks Min Petr. Mitt.* 5, 37.
- Scharbert, S. (1966): Mineralbestand und Genesis des Eisgarner Granits im niederösterreichischen Waldviertel. — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.* 11, 388.
- Streckeisen, A. (1974): Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. — *Geol. Rundschau* 63, 773.
- Tröger, W. E. (1969): Optische Bestimmungen der gesteinsbildenden Minerale, Teil 2, Textband, Stuttgart; Schweizerbart.
- Waldmann, L. (1931): Studien im Raume des Kartenblattes Drosendorf I. Der sapphinführende Gabbro von Stalleck. — *Verh. GBA* 1931, 79.
- Weber-Diefenbach, K. (1974): Geochemische Untersuchungen an Biotit-Dioriten, Hornblende-Dioriten und Metamorphiten des mittleren kristallinen Odenwaldes. — *N. Jb. Miner. Abh.* 120, 119.
- Whitney, P. R. und Mc Lelland, J. M. (1973): Origin of Coronas in Metagabbros of the Adirondack Mts., N. Y. — *Contr. Miner. Petrol.* 39, 81.
- Wieseneder, H. (1961): Die Korund-Spinellfelsen der Oststeiermark als Restite einer Anatexis. — *Joanneum, Mitteilungsblatt Graz* 1961, 10.