

MINERALOGIE UND PETROGRAPHIE

Ein Titanitvorkommen bei Amstall im Waldviertel (NÖ.)von FRIEDRICH KOLLER und MICHAEL A. GÖTZINGER ¹⁾

(Mit 1 Tafel)

Manuskript eingelangt am 16. III. 1973

Zusammenfassung

In einem Marmor-Steinbruch, der an der Straße Mühldorf—Wegscheid—Elsenreith knapp 600 Meter südöstlich der Ortschaft Amstall liegt, wurde ein Kontaktsaum eines Amphibolits an einem Marmor aufgeschlossen. In diesem Kontaktsaum wurden Titanitkristalle von einer Größe bis zu 3,5 cm gefunden. Weiters konnten Skapolith, Chlorit, Tremolit, Diopsid, Pyrit, Apatit, Rutil und Quarz festgestellt werden. Für die Untersuchung der Gesteine wurden Dünnschliffe, für die Bestimmung der Mineralparagenese Röntgendiffraktometrie und Röntgenfluoreszenz verwendet. Eine Durchschnittsanalyse des Titanits wurde mittels Röntgenfluoreszenz vorgenommen. Der Ultrarot-Pleochroismus der OH Streckfrequenz im Titanit wurde gemessen.

Geologie

Das Vorkommen liegt in einer Serie von Gneisen und Marmoren, in denen sowohl Gabbroamphibolite als auch Graphitschiefer eingelagert sind. Aus der Richtung Drosendorf, dem Ostrand des Moldanubikums folgend, dann in südlicher Richtung abbiegend, zieht diese Serie, die „Bunte Serie“ genannt wird, westlich an Gföhl und Spitz vorbei bis Persenbeug, wo sie dann südlich der Donau unter jüngere Bedeckung taucht. In ihr liegen viele kleine, aber auch einige bedeutende Graphitlagerstätten wie bei Weinberg/Trandorf, Mühldorf, Amstall und Elsenreith (BECKE 1882, BECKE & al., 1913, MATURA 1969, WALDMANN 1951, 1954—70).

Im Steinbruch von Amstall steht im Nordteil eine gering mächtige Linse eines feinkörnigen Amphibolits an. Er liegt in einem Marmor, dessen Farbe von hellgrau bis dunkelgrau variiert. In ihm stecken zwei Graphitlinsen, eine im Oberteil, die andere an der Basis des Bruches.

¹⁾ Anschrift der Verfasser: Friedrich KOLLER, Mineralog.-Petrograph. Abt. d. Naturhistor. Museums Wien, Burgring 7, A-1014 Wien.

Michael A. GÖTZINGER, Institut für Mineralogie und Kristallographie der Univ. Wien, Dr. Karl-Lueger-Ring 1, A-1010 Wien.

Petrographie

Zur Untersuchung gelangten die im Steinbruch aufgeschlossenen Gesteine: Amphibolit, Marmor, Kontaktzone.

Amphibolit:

Das Gestein zeigt eine feinkörnige Ausbildung, die Korngröße liegt im Durchschnitt bei 0,5 mm. Die Oberfläche des Amphibolits ist stark vergrust. Die Röntgendiffraktometer-Analyse (RDA) ergab als Hauptbestandteil eine gemeine Hornblende. Im Dünnschliff zeigt dieses Mineral einen Pleochroismus von gelbgrün bis bräunlichgrün und eine deutliche Dispersion. Bei der Auszählung im Mikroskop ergab sich ein Gehalt von ungefähr 75% Hornblende. Als Nebengemengteil tritt Plagioklas auf, der als Oligoklas identifiziert wurde. Selten zeigt er Verzwillingung, die durchschnittliche Korngröße liegt bei 0,2 mm. Teilweise wurde eine Serizitisierung festgestellt. Biotit wurde in nur geringer Menge gefunden. Erz ist in tafeliger Ausbildung beobachtbar, es handelt sich meist um Ilmenit.

Marmor:

Die Korngröße des Marmors schwankt um 2 mm, er besitzt schlierenförmige Partien von hellgrauer bis dunkelgrauer Farbe (HAUER & SCHARBERT 1956, SCHMÖLZER 1937). Er ist stark zerklüftet und oberflächennah verwittert. Dadurch erfolgt eine deutliche Herauspräparierung der erhalten gebliebenen Silikatminerale. Der Calcit zeigt starke Drucklamellierung und Spaltrisse. Skapolith liegt in unterschiedlichem Erhaltungszustand vor, er bildet zum Teil stark gegliederte und zersetzte Aggregate bis 10 mm Größe. Tremolit konnte in relativ wenigen, aber gut ausgebildeten Kristallen mit einer Größe von ca. 3 mm gefunden werden. Er besitzt einen deutlichen Pleochroismus von farblos bis schwach bräunlich. Apatit und Quarz sind sehr selten. Erz tritt in schlieriger Anordnung auf und ist häufig von limonitischen Zersetzungssäumen umgeben. Selten kann man Kristallumrisse eines Würfels erkennen. Es liegt der Schluß nahe, daß es sich um Pyrit handelt. Graphit zeigt dünne, blättrige Aggregate. Eine Probe aus einer tektonisch beanspruchten Zone zeigt Harnischflächen von Graphit und besonders starke Drucklamellierung der Calcite.

2000 g Marmor wurden in halbkonzentrierter Salzsäure aufgelöst, als unlöslicher Rückstand verblieben 167 g, das sind rund 8% der ursprünglichen Probenmenge. Mittels RDA konnten folgende Restminerale bestimmt werden: Skapolith, Tremolit, geringe Mengen Aktinolith, Chlorit, Pyrit und Quarz. In silikatreichen Partien des Marmors kommt auch ein hellgrauer Diopsid vor. Ähnliche, aber besser ausgebildete Diopsid-Kristalle wurden in einem Marmorsteinbruch westlich von Elsenreith gefunden. Eine Röntgenfluoreszenzanalyse (R.FA) des Marmors ergab sowohl für den hellen als auch den dunklen, graphitreichen Marmor 0,14 Gew. % SrCO_3 .

Kontaktzone:

Der Übergangsbereich von Amphibolit zum Marmor schwankt in seiner Mächtigkeit zwischen 5 und 25 cm. Kennzeichnend ist das Auftreten von Kontaktmineralien. Am auffallendsten ist der Titanit, der in großen Kristallen, meist Zwillingen, mit deutlich erkennbaren Spaltflächen nach (110) vorkommt. Zum Teil sind die Kristalle stark zerbrochen und durch Calcit wieder ausgeheilt (Taf. 1, Fig. 1). Skapolith ist meistens zersetzt und mit einem Saum von neugebildetem Tremolit umgeben. Chlorit zeigt blättrige, farblose bis grüne, radialstrahlige Aggregate.

Tremolit tritt in fasrigen, gut ausgebildeten Kristallen als Neubildung im Verband mit Skapolith auf.

Erz ist in schlieriger Anordnung erkennbar. Limonit imprägniert Teile des zersetzten Skapoliths und den Calcit.

Auch vom „Kontaktmarmor“ wurden 2000 g in halbkonzentrierter Salzsäure gelöst, der Lösungsrückstand betrug 514 g, das sind rund 25% der Ausgangsmenge. Mittels RDA konnten folgende Minerale bestimmt werden: Titanit, Skapolith, mit überwiegender Mejonit-Komponente, Chlorit, in geringen Mengen Tremolit, Pyrit und Quarz. Eine hier durchgeführte Sr-Bestimmung ergab 0,12 Gew% SrCO_3 .

Mineralogie

Der Mineralbestand konnte durch RDA bestimmt, die Paragenese sowohl aus Handstücken als auch aus Schliffen erfaßt werden. Die Minerale werden in der Reihenfolge der Häufigkeit ihres Auftretens angeführt:

Skapolith tritt als gelblichweißes Mineral sowohl in deutlich erkennbaren, tetragonalen Kristallen (2 Prismen), als auch in filzigstrahligen Aggregaten auf (DEER & al. 1962). Der größte Teil des Skapoliths findet sich in der Kontaktzone und zeigt im allgemeinen starke Zersetzung. Er ist dort meistens in seine beiden Komponenten, nämlich Marialith und Mejonit, zerfallen. Im strahlig-filzigen Verband kann man Tremolit als spätere Neubildung beobachten, hier überwiegt die Marialithkomponente. Eine Erklärung dafür liegt in der Tremolitneubildung, die auf Kosten der Mejonitkomponente erfolgte.

Chlorit bildet neben dem Skapolith die Hauptmenge der Kontaktzone. Seine Farbe reicht von grün bis nahezu farblos.

Tremolit konnte in zwei Erscheinungsformen im Kontaktsaum beobachtet werden. Wie beschrieben, tritt er als Neubildung in Skapolithaggregaten farblos bis gelblich, aber auch in Form grüner, stengeliger Kristalle auf, die in der c-Achsenstreckung gerieft sind. Limonitische Substanz, die oft mit grünem Tremolit zusammen vorkommt, dürfte aus dem umgebenden pyrit-haltigen Marmor stammen.

Titanit wird in einem eigenen Kapitel behandelt (siehe S. 4).

Diopsid tritt sowohl im Kontaktsaum, als auch im Marmor nur sporadisch auf. Die Kristalle sind gelbgrün, und zeigen unter günstigen Umständen zwei Prismen (100), (110) und eine unbestimmbare Deckfläche (DITTLER 1941).

Pyrit ist fein verteilt im Marmor. Er bildet schlierige Aggregate und tritt gelegentlich in würfeligen Kristallen mit Oktaederflächen auf. Die Größe schwankt um 1 mm, gute Kristalle sind meist kleiner. Im oberflächennahen Bereich ist der Pyrit zum Teil oder ganz in Limonit umgewandelt. Dieser färbt den angrenzenden Calcit rötlich und füllt Hohlräume des Kontaktsaumes.

Apatit wurde in einem einzigen Kristall mit einem Durchmesser von 5 mm gefunden. Er besaß eine blaßgrüne Farbe und war durch zahlreiche Haarrisse getrübt. Ausgebildet war ein Prisma und eine Pinakoidfläche. Eine RDA ergab reinen Fluorapatit.

Rutil fand sich eingewachsen in den an Skapolith- und Tremolit reichen Partien nahe am Amphibolit. Es sind schlecht ausgebildete Kristalle bis 2 cm Größe.

Quarz wurde in geringen Mengen nur röntgenographisch erkannt.

Es ist nicht auszuschließen, daß an diesem Kontakt noch weitere Minerale gefunden werden können, da erst ein relativ kleiner Teil der Zone aufgeschlossen ist.

Mineralogie des Titanits

Titanitkristalle treten sowohl in der Randzone des Amphibolits, dort sind es mit Hornblende verwachsene Einzelindividuen (Taf. 1, Fig. 2 a), als auch im „Kontaktmarmor“ auf. Sie erreichen eine Größe bis knapp über 2 cm. Der größte bisher gefundene Kristall mißt in Richtung der b-Achse 3,5 cm. In der Kontaktzone sind die Kristalle in der Regel verzwilligt.

Kleine und daher besser ausgebildete Kristalle konnten auf dem Zweikreis-Reflexionsgoniometer vermessen werden. Die kristallographische Aufstellung nach Descloizeaux (laut HINZE 1888).

$$\begin{array}{llll} a = 100 & m = 110 & v = 101 & l = \bar{1}12 \\ c = 001 & n = 111 & x = 102 & \eta = 221 \end{array}$$

Das daraus errechnete Achsenverhältnis, lautend

$$a : l : c = 0,7532 : 1 : 0,8577$$

stimmt im wesentlichen mit dem von HINTZE (1888) angegebenen überein. Es treten nur Zwillinge nach (100) auf (Taf. 1, Fig. 2 b—d). Im „Kontaktmarmor“ überwiegen Zwillinge, von 170 Kristallen waren 26 (rund 15%) Einkristalle und 144 (rund 85%) Zwillinge. Sehr häufig ist die Kombination der Flächen a, n, c (Taf. 1, Fig. 2 d), und m (Taf. 1, Fig. 2 c). Die Fläche l trat nur bei einem einzigen Kristall auf (Taf. 1, Fig. 2 b).

Von einigen einschlußfreien Kristallen wurde mittels Röntgenfluoreszenz eine Durchschnittsanalyse durchgeführt. Der Fe-Gehalt wurde als Fe^{2+} berechnet, der Glühverlust mit OH^- angenommen.

SiO ₂	30,2	Spurenelemente:
TiO ₂	37,1	Nb 310 ± 30 ppm
Al ₂ O ₃	2,4	Y 140 ± 10 ppm
FeO	0,54	Sr 140 ± 10 ppm
MnO	0,09	Zr ≤ 50 ppm
CaO	28,3	Ce ≤ 50 ppm
K ₂ O	0,08	
H ₂ O ⁺	1,13	
<hr/>		
Summe	99,84%	

Da die Titanite einen beträchtlichen Glühverlust zeigten, lag die Annahme nahe, daß ein Teil der nicht an ein Si-Atom gebundenen Sauerstoffpositionen durch OH⁻-Gruppen ersetzt ist. Es wurde daher in Anlehnung an die von ISETTI & PENCO (1968) und von BERAN (1970) durchgeführten Arbeiten eine Messung des Ultrarot-Pleochroismus der OH-Streckfrequenz vorgenommen. Zu diesem Zweck wurde aus einem reinen Kristall eine 0,5 mm dicke Platte parallel (010) geschliffen. Die Orientierung der Platte wurde mit einer Präzessionsaufnahme durchgeführt und die Gitterkonstanten überprüft (MONGIORGI & RIVA DI SANSEVERINO 1968, ZACHARIASEN 1930). Die Platte besitzt eine Absorptionsbande bei 2,90–3,00 μm, die der Valenzschwingung einer freien OH⁻-Gruppe zuzuordnen ist. Die Absorptionsbande ist durch die Dicke des Präparates und auf Grund mehrerer Spalt- risse relativ breit und konnte daher nicht genauer festgelegt werden. Es wurde parallel (010) ein deutlicher Pleochroismus gemessen, das Absorptions- maximum liegt ungefähr parallel zu n. Die Messungen stimmten mit BERAN (1970) überein.

*

Wir danken besonders den Vorständen der beiden mineralogischen Insti- tute, Herrn Prof. H. WIESENER, der uns die petrographische Arbeit er- möglichte und Herrn Prof. J. ZEMANN für die gebotene Unterstützung und die Arbeitsmöglichkeiten im Institut für Mineralogie und Kristallographie. Weiters sei unser Dank an die Mitglieder beider Institute gerichtet, die uns jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen. Besonderer Dank gilt Herrn Dr. W. CADAJ für die Überlassung seiner Analysen-Rechenprogramme und Herrn Dr. F. ROSTAMI für die Überlassung seiner Sr-Standards. Herrn Dr. A. MATURA von der Geol. Bundesanstalt Wien danken wir für Hinweise über den geologischen und petrologischen Aufbau des betreffenden Gebietes.

Literatur

- Abkürzungen: **TMPM** = Tschermaks mineralogische und petrographische Mitteilungen
 Verh. GBA = Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt Wien
- BAUER, K.** (1932): Die Tracht der Titanitkristalle. — **TMPM** 43, p. 319.
- BECKE, F.** (1882): Die Gneisformation des niederösterreichischen Waldviertels. — **TMPM** 4, p. 189, p. 285.
- BECKE, F., HIMMELBAUER, A., REINHOLD, F. & GÖRGEY, R.** (1913): Das niederösterreichische Waldviertel (mit geologischer Übersichtskarte). — **TMPM** 32, p. 185.
- BERAN, A.** (1970): Messung des U-Rot Pleochroismus von Mineralen IX. Der Pleochroismus der OH Streckfrequenz im Titanit. — **TMPM** 14, p. 1.
- BUSZ, K.** (1887): Beitrag zur Kenntnis des Titanits. — Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Beilagenband 5, p. 330.
- DEER-HOWIE-ZUSSMANN** (1962): Rock forming minerals: I p. 69, Sphene; IV p. 321, Scapolite.
- DITTLER, E.** (1941): Salit von Kottes (NÖ). — Ber. Reichsst. f. Bodenforschung 1941, p. 61.
- HAUER, K. & SCHARBERT, H.** (1956): Mineralogisches aus einem Steinbruch bei Marbach an der Kleinen Krems (NÖ). Verh. GBA 1956, p. 180.
- HINTZE** (1897): Handbuch der Mineralogie II, 2, p. 1609.
- ISETTI, G. & PENCO, A. M.** (1968): La posizione dell' Idrogeno ossidrilico nella titanite. — *Min. Petr. Acta* 1968, 14, p. 115.
- KÖHLER, A. & MARCHET, A.** (1941): Die moldanubischen Gesteine des Waldviertels und seiner Randgebiete (mit einer geologischen Skizze von L. WALDMANN). — Fortschritte d. Min. Berlin 25, p. 253.
- LANE, A. Ch.** (1888): Über den Habitus des gesteinsbildenden Titanit. — **TMPM** 9, p. 207.
- MATURA, A.** (1969): Bericht 1968 über Aufnahmen im Raume Spitz—Mühldorf (Blatt 37). — Verh. GBA 1969, p. A 37.
- MONGIORGI, R. & RIVA DI SANSEVERINO, L.** (1968): A reconsideration of the structure of titanite. — *Min. Petr. Acta* 1968, 14, p. 123.
- SCHARBERT, H.** (1959): Zur Optik der Plagioklase in den Fleckenamphiboliten von Spitz a. d. Donau. — Neues Jahrb. d. Min. Mh. 1959, p. 159. — Stuttgart.
- SCHMÖLZER, A.** (1937): Der Wachauer oder Spitzer Marmor. — Verh. GBA 1937, p. 115.
- WALDMANN, L.** (1951): Das außeralpine Grundgebirge Österreichs; in: F. X. SCHAFFER: Geologie von Österreich. — Deuticke Wien.
- (1954—70): Bericht über die geologischen Aufnahmen auf dem Blatt Spitz (37); Verh. GBA 1954, p. 80; 1956, p. 99; 1957, p. 89; 1958, p. 271; 1959, p. A97; 1960, p. A92; 1961, p. A86; 1963, p. A62; 1964, p. A54; 1965, p. A53; 1967, p. A54; 1968, p. A70; 1969, p. A79; 1970, p. A72.
- ZACHARIASEN, W. H.** (1930): The crystal structure of titanite. — Zeitschrift f. Krist. 1930, 37, p. 7.

Tafelerklärung

Tafel 1

Fig. 1. Titanitzwillinge im „Kontaktmarmor“ von Amstall; gekreuzte Nicols, Bildlänge 1 cm.

Fig. 2a—d Verschiedene Trachten der Titanitkristalle aus Amstall.

