Verh. Geol. B.-A.	ISSN 0016-7819	Jahrgang 1982	Heft 3	S. 313-323	Wien, Jänner 1983

Geochemisch-petrographische Untersuchungen an Serpentiniten und Ophicalciten des Unterostalpinen Permomesozoikums bei Matrei am Brenner (Tirol)

Von HUBERT WIGGERING*)

Mit 9 Abbildungen und 1 Tabelle

Tirol
Unterostalpines Permomesozoikum
Ultrabasite
Petrographie
Chemismus
Tektonik

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 148

Zusammenfassung

Östlich von Matrei a. Br. beobachtet man in den Serien des Tarntaler Permomesozoikums einige kleine Serpentinitkörper, so z. B. direkt bei Matrei, am Matreier Schloßberg, bei Phons und am Mieslkopf.

Vom Gesamtchemismus her sind sie vergleichbar mit den Ortho-Serpentiniten vom weiter östlich in den Tarntaler Bergen gelegenen Reckner. Die Untersuchungen sprechen für eine tektonische Einschuppung dieser relativ kleinen Körper in oberjurassische Kieselschiefer und -kalke.

Summary

East of Matrei a. Br., in the series of the "Tarntaler Permomesozoikum", are some small complexes of serpentinites, for example near Matrei, at the Matreier Schloßberg, near Phons and at the Mieslkopf. Their chemical composition is comparable to the ortho-serpentinites from the Reckner in the Tarntaler Berge. The results show that these small bodies are tectonically emplaced.

1. Einleitung

Als typisch penninische Elemente werden in den Ostalpen häufig Ophiolithvorkommen beschrieben, wie z. B. vom Ochser Rotkopf (Oberer Zemmgrund).

Ebenso häufig trifft man Ophiolithe in den unterostalpinen Serien des Tarntaler Permomesozoikums an. HARTMANN (1913), ENZENBERG (1967) und LAMMERER (1972) beschreiben eingehend Serpentinitvorkommen in den Tarntaler Bergen (Reckner, Lizum). In gleicher geologischer Situation sind weiter westlich von diesen Vorkommen, am Mieslkopf und bei Matrei am Brenner, kleinere Serpentinitvorkommen anzutreffen (Abb. 1).

Geochemische und petrographische Untersuchungen (durchgeführt im Geologisch-Paläontologischen Institut Münster/Westf.) lassen Rückschlüsse auf Genese und Platznahme der Serpentinite zu.

---

*) Anschrift des Verfassers: Dipl.-Geol. HUBERT WIGGERING, Velberter Straße 140, D-5628 Heiligenhaus.

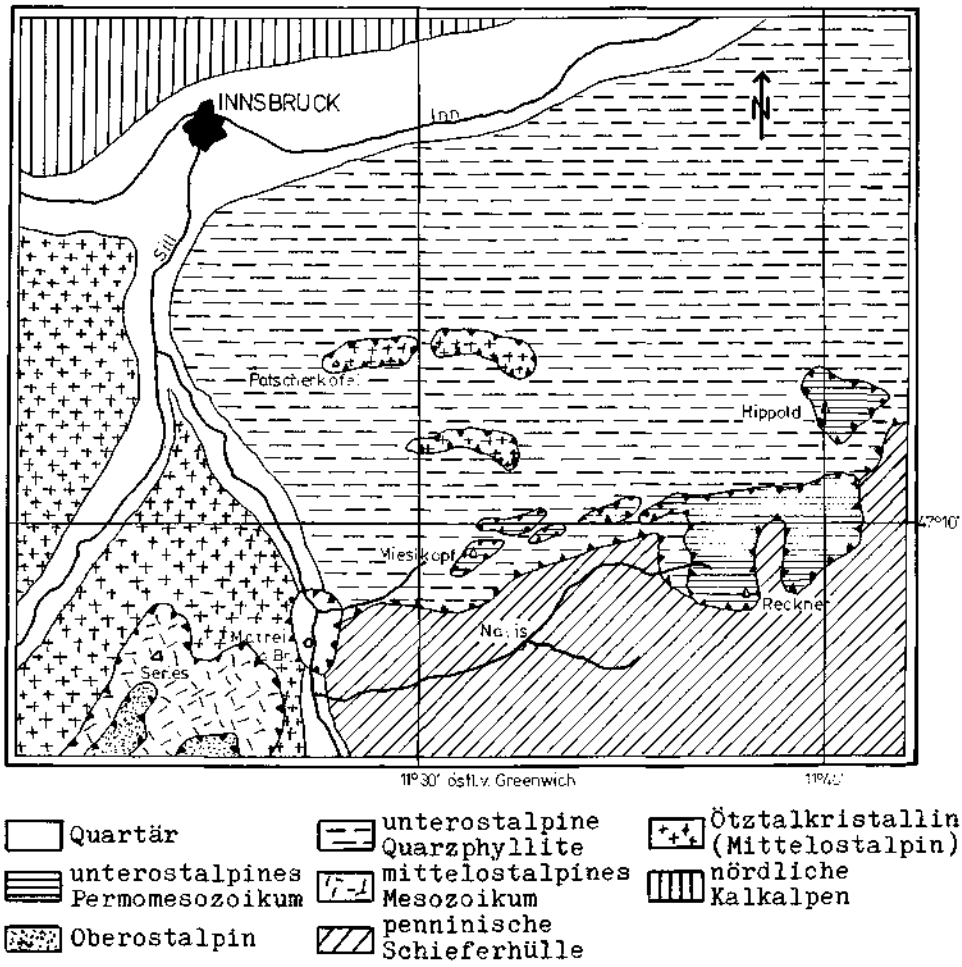

Abb. 1: Geologische Übersichtsskizze.

2. Zur Geologie der Serpentinite

Vergleichbar mit den Reckner-Serpentiniten (LAMMERER, 1972) sind die Vorkommen bei Matrei a. Br. und am Mieslkopf ebenso in den oberen Jura einzustufen. Sie liegen eingeschuppt in oberjurassischen Kieselschiefern und -kalken des unterostalpinen Permomesozoikums. Es handelt sich dabei um kleinere Vorkommen mit Erstreckungen von höchstens einigen 100 m und relativ geringen Mächtigkeiten. Die Vorkommen sind aufgrund starker Hangschuttbedeckung und Bewaldung schlecht aufgeschlossen. Die Serpentinite sind meist stark von Fremdmaterial, d. h. Karbonaten durchsetzt, brekziiert und z. T. randlich mit Nebengestein vermischt (Ophikalzite).

Bei den sowieso schon tektonisch beanspruchten Serpentiniten fällt beim Vorkommen bei Matrei (Matreier Schloßberg) im Hangenden die Einschaltung eines Kristallinsporn an der Grenze zwischen Ophikalziten und den sich normalerweise anschließenden Kie-

selschiefern und -kalken auf. Es handelt sich hierbei – Dünnschliffuntersuchungen bestätigen dies – um einen Sporn des westlich anschließenden mittelostalpinen Altkristallins, der nahe der Überschiebungsbahn von Unter- und Mittelostalpin eingespießt ist. In den stark brekziierten Serpentiniten bzw. Ophikalziten lassen sich Kluftgefüge nur schwer einem generellen Bauplan zuordnen. Ins Nebengestein lassen sich diese Gefüge nicht weiterverfolgen.

3. Probennahme und Probenaufbereitung

Über die Vorkommen wurden senkrecht zum Streichen Profile gelegt und in regelmäßigen Abständen (2–5 m) je eine möglichst frische Probe (±2 kg) genommen.

Für die Atom-Absorptions-Spektrometrie-Analysen wurden jeweils 0,5 g Probensubstanz mit destilliertem Wasser angefeuchtet und 3 ml HNO_3 und 10 ml HF hinzugegeben. Die Säuren wurden abgeraucht, und der Rückstand mit 3 ml HNO_3, 1 ml $HClO_4$ und 5 ml HF aufgenommen und wiederum bis zur Trockene abgeraucht. Der Rückstand wurde noch zweimal mit je 3 ml $HClO_4$ aufgenommen und abgeraucht, mit 2 ml $HClO_4$ kurz erwärmt und schließlich mit destilliertem Wasser auf 100 ml aufgefüllt.

In gleicher Weise wurden die Blindlösungen und Standartlösungen, d. h. natürlichen Referenzproben (USGP-PCC-1 [Periodit], USGP-BCR-1 [Basalt] und USGP-GSP-1 [Granodiorit]), aufgeschlossen. Die Elemente Al, Fe^{3+}, Mg, Ca, Na, K, Ti, Mn, Cr und Ni wurden mit dem Atom-Absorptions-Spektrometer (Perkin Elmer 300 und 5000) nach der Eichmethode analysiert.

Die Siliziumgehaltbestimmung erfolgte mit Hilfe der Röntgenfluoreszenz und der Spektralphotometrie.

Für die RFA wurden zunächst 500 mg der jeweiligen analysenfein gemahlenen, trokkenen Probensubstanz mit Lithiumtetraborat im Verhältnis 1:9 geschmolzen, zu Tabletten gegossen und gegen die angeführten internationalen Standards gemessen. Aufgrund der zu hohen Matrixeffekte wurden die Silizumgehalte einiger repräsentativer Proben spektralphotometrisch bestimmt, die dann zur Ermittlung einer Eichkurve für die Umrechnung der mit Hilfe der RFA gemessenen Intensitäten dienten.

Während die ebenso spektralphotometrisch mit einer Molydivanadatlösung nach der Eichmethode bestimmten Phosphorgehate mit den Säureaufschlüssen durchgeführt werden konnten, war es für die Si-Bestimmung notwendig, die Proben mit einem Alkalischmelzaufschluß in Lösung zu bringen. Dabei wurden 100 mg Probeneinwaage und 4 Plätzchen NaOH in einem Silbertiegel bei 800°C erhitzt. Die Schmelze löste sich dann in einer HCl-Lösung ganz. Die Bestimmungen erfolgen nach der Molybdänblau-Methode (HERMANN, 1975: 85ff).

Zur Untersuchung der Serpentinitminerale (Antigonit, Chrysotil und Lizardit) wurden neben Dünnschliffuntersuchungen röntgenographische Untersuchungen nach den Methoden von DE WOLFF und JAGODZINZKI durchgeführt.

4. Ergebnisse

4.1. Dünnschliffauswertung und Röntgenaufnahmen

Die meisten in den Serpentiniten vorkommenden Minerale lassen sich im Diagramm SiO_2–CaO–MgO darstellen (Abb. 2), weiter sind Chlorit und Magnetit wichtige Phasen.

Im Diagramm nach WINKLER (1974) und HOERNESS (1973) geben die eingetragenen geochemisch analysierten Proben mehr oder weniger an, welcher Mineralbestand zu erwarten ist.

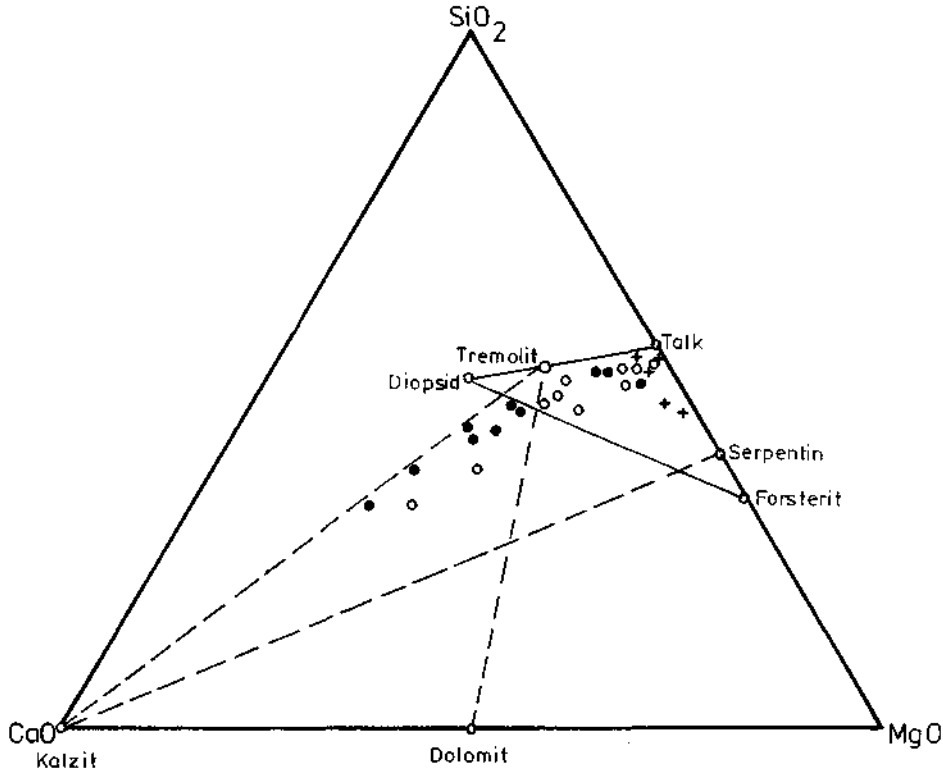

Abb. 2: Paragenese der Ultrabasite (nach HOERNESS, 1973, p. 101 und WINKLER, 1976, p. 161) + Serpentinite vom Matreier Schloßberg; ● Ophikalzite von Phons und Mieslkopf; ○ von LAMMERER (1972) untersuchte Proben vom Reckner.
Reaktionen:
Serpentin + Kalzit = Tremolit + Dolomit
Diopsid + Talk = Tremolit
Diopsid + Forsterit = Serpentin + Kalzit bzw. Tremolit + Kalzit

Das Karbonat in den angeführten Reaktionen stammt z. T. aus dem Zerfall eines primären Pyroxens, der sich in Serpentin + Kalzit umsetzt. Bei Matrei und am Mieslkopf treten allerdings hauptsächlich Serpentin-Karbonat-Mischgesteine (Ohpikalzite) auf, in die CaO von außen zugeführt wurde.

Aus den Dünnschliffuntersuchungen ließ sich folgender Mineralbestand feststellen: Serpentine, Pyroxene, Erzminerale, Epidot, Titanit, Chlorit und Kalzit.

Röntgenographische Aufnahmen ergaben, daß es sich bei den Serpentinen sowohl um Chrysotil als auch um Antigonit handelt. Lizardit konnte nicht nachgewiesen werden.

In den untersuchten Serpentiniten sind mehrere Serpentinbildungsphasen zu unterschieden:

- Serpentinisierung der primären Pyroxene
- Verheilung vom Klüften mit Chrysotil (Asbest)
- Chrysotilkristallisation nach der Verdrängung der oben angeführten Serpentingefüge durch Karbonat.

Die Ausbildungsform der Serpentine ist insgesamt sehr wechselnd, sie zeigen Faser-, Maschen- und Fensterstruktur.

Am auffälligsten ist die Maschenstruktur: meist stärker pleochroitische Quer- und Längsbalken (γ-Chrysotil) mit einem farblosen Kern, der eine geringere Lichtbrechung und niedere Doppelbrechung zeigt (α-Chrysotil).

Als reliktische, primäre Minerale treten Pyroxene (Diallag) auf, Olivine und Amphibole konnten nicht nachgewiesen werden.

4.2. Geochemische Untersuchungen

Nach einem Nomenklaturvorschlag von ROST (1971: 268, Abb. 1) lassen sich die alpinotypen Ultramafitite in einem Dreiecksdiagramm Olivin-Orthopyroxen-Klinopyroxen zusammenfassen (Abb. 3).

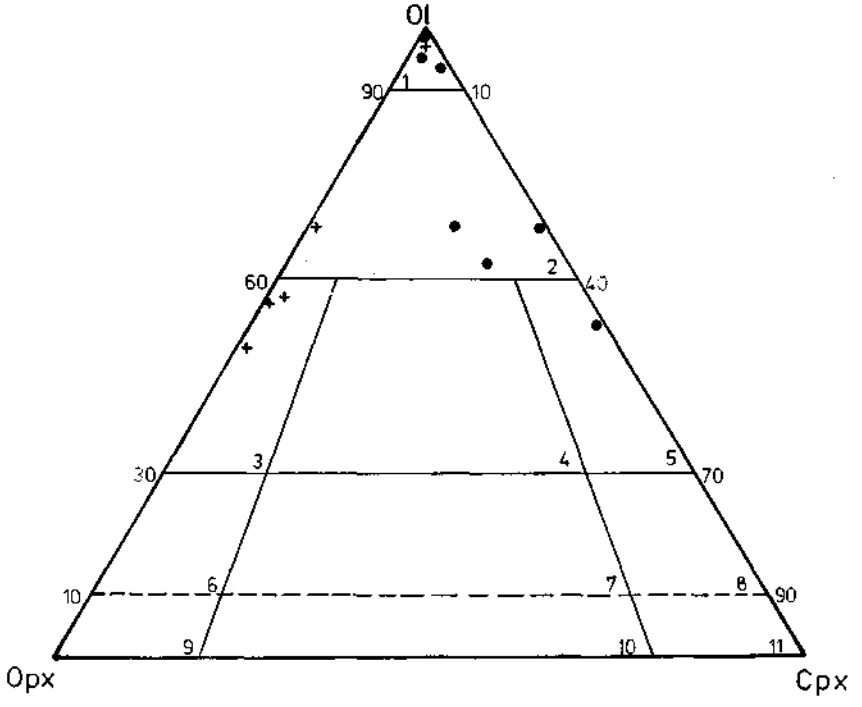

Abb. 3: Nomenklaturdreieck für Ultramafitite nach ROST (1971) auf der Grundlage der CIPW-normativen Zusammensetzung. Legende siehe Abb. 2.
1 = Dunit, 2 = Peridotit, 3 = Harzburgit, 4 = Lherzolith, 5 = Wherlit, 6–8 = Pyroxenit, 9 = Bronzitit, 10 = Websterit, 11 = Diallagit

Ausgehend von einem peridotitischen Ausgangsmaterial kann bei den Serpentiniten vom Matreier Schloßberg (+) eine von ROST vermutete Änderung des Gesamtchemismus von Serpentiniten in Richtung auf eine harzburgitische Zusammensetzung festgestellt werden.

Bei den Ophikalziten ist eine metasomatische Störung durch $CaCO_3$-Einwanderung zu beobachten, die eine scheinbare Verschiebung des Chemismus nach olivin- und klinopyroxenreichen Gesteinen verursacht. Aufgrund der fehlenden Angabe des CO_2-Gehaltes

erscheint in der CIPW-Norm das Kalzium nicht als Kalzit, sondern als Klinopyroxen, so daß nicht die wahren Umstände wiedergegeben werden. Vom Gesamtchemismus her sind die Serpentinite und Ophikalzite aus dem Untersuchungsgebiet denen des weiter E benachbarten Reckners sehr ähnlich (Tab. 1).

Die Hauptelemente liegen, sieht man von den Störungen durch metasomatische Prozesse ab, in einem relativ engen Feld beisammen (Abb. 4).

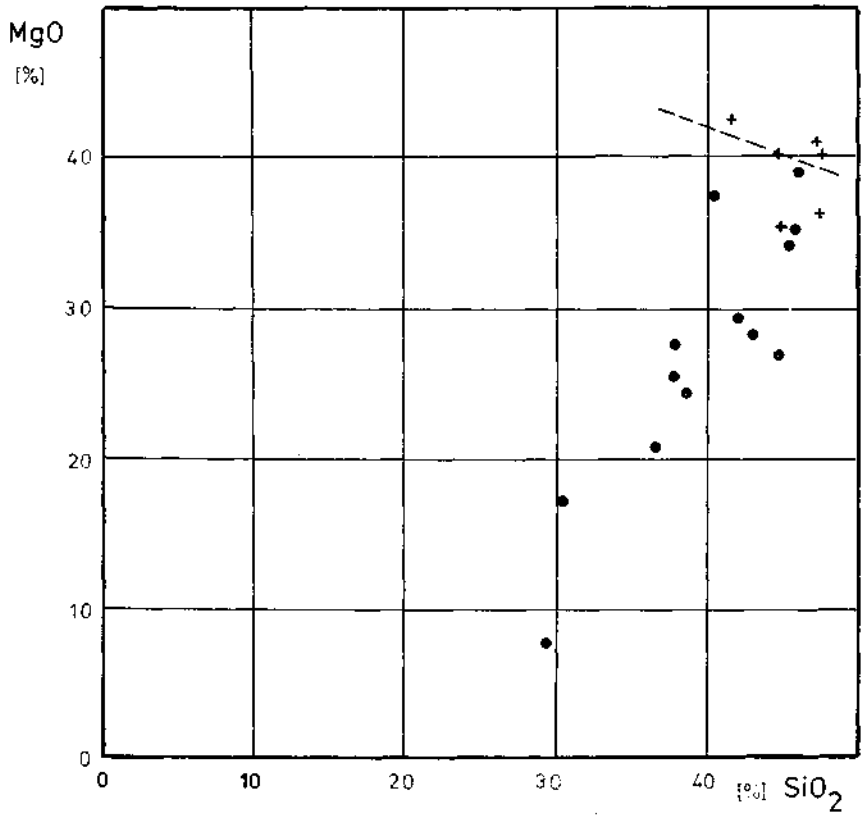

Abb. 4: MgO/SiO_2-Korrelationsdisgramm. Die gestrichelte Linie deutet einen möglichen Differentiationstrend an, wie er von LAMMERER (1972) für die Vorkommen am Ochsner-Rotkopf angenommen wurde. Legende siehe Abb. 2.

Zieht man Vergleiche zu den Analysen der Serpentinite vom Ochsner-Rotkopf (LAMMERER, 1972), so sind dort deutliche Anzeichen einer Magmendifferentiation gegeben, die im Diagramm Abb. 4 in Richtung der gestrichelten Linie verliefe.

Für die Sepentinite aus dem Untesuchungsgebiet kann man daraus auf Material schließen, das nach der Platznahme keiner intensiven fraktionierten Kristallisation mehr unterworfen war.

Eine große Rolle spielt für die Serpentinitvorkommen hier die Kalziummetasomatose. Es besteht eine deutlich negative Korrelation für Ca/SiO_2 (Abb. 5). Neben Silizium werden besonders Magnesium (Abb. 6) sowie Eisen und Nickel verdrängt.

Tabelle 1: Mittelwerte der Verteilung der Elemente in den einzelnen Serpentinitvorkommen; Angaben zum Vorkommen „Reckner" nach LAMMERER (n = Anzahl der Proben).

Gew.%	Schloß Trautson n = 13	Nötsch n = 3	Phons n = 17	Mieslkopf n = 7	Reckner n = 20
SiO_2	40,5–**45,7**–48,4	**44,2**	29,4–**39,5**–45,8	35,5–**39,4**–45,2	32,7–**41,6**–48,5
Al_2O_3	**1,4–3,1**–4,3	1,94–**3,17**–3,83	1,57–**2,9**–5,93	0,98–**2,51**–3,95	0,65–**2,71**–6,67
$FeO_{ges.}$	6,3–**7,8**–9,0	3,93–**7,04**–8,81	5,65–**7,58**–11,1	4,59–**7,99**–9,83	5,8–**8,13**–10,0
MgO	30,1–**37,5**–43,4	29,6–**32,9**–35,2	17,2–**26,5**–37,6	20,9–**28,3**–34,2	24,7–**35,3**–43,8
CaO	0,2–**3,8**–11,1	4,49–**7,75**–12,5	3,53–**19,6**–40,9	7,74–**18,5**–35,3	0,3–**7,63**–16,0
Na_2O	0,04–**0,1**–o,3	0,04–**0,05**–0,07	0,01–**0,09**–0,12	0,01–**0,04**–0,12	0,01–**0,03**–0,08
K_2O	**0,01**	**0,01**	**0,02**	**0,01**	**0,01**
TiO_2	0,02–**0,14**–0,22	0,07–**0,15**	0,22	0,02–**0,11**–0,24	0,01–**0,05**–0,07
MnO	0,1–**0,13**–0,2	0,09–**0,1**–0,11	0,07–**0,15**–0,26	0,08–**0,13**–ß,18	0,09–**0,15**–0,34
P_2O_5	**0,01**	**0,0**	**0,01**	**0,01**	0,00–**0,03**–0,10
Cr_2O_3	0,01–**0,24**–0,4	0,13–**0,23**–0,35	0,250,35–0,42	0,23–**0,43**–0,81	0,25–**0,37**–0,63
NiO	0,13–**0,26**–0,32	0,11–**0,22**–0,29	0,07–**0,18**–0,36	0,18–**0,34**–0,84	0,15–**0,23**–0,37

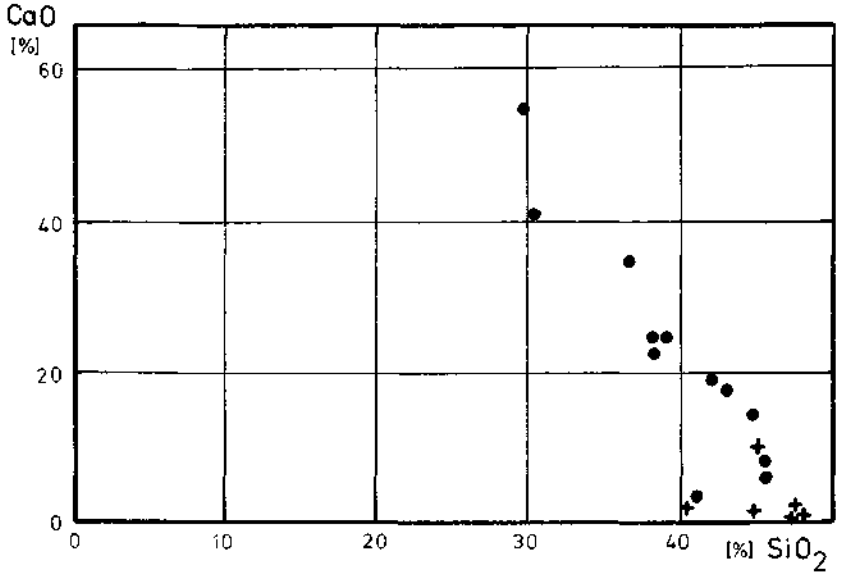

Abb. 5: Im CaO/SiO_2-Korrelationsdiagramm wird die Verdrängung von Si durch Ca angedeutet. Legende siehe Abb. 2.

Trägt man anstelle der Elementoxide die NIGGLI-Hauptkennwerte c/fm auf (Abb. 7), tritt die negative Korrelation noch deutlicher hervor. Die relativ breite Streuung der Ca-armen Proben (Serpentinite vom Matreier Schloßberg (+)) verschwindet. Dies zeigt, daß besonders die Serpentinite vom Mieslkopf ein kleineres Mg/Fe-Verhältnis besitzen, d. h.

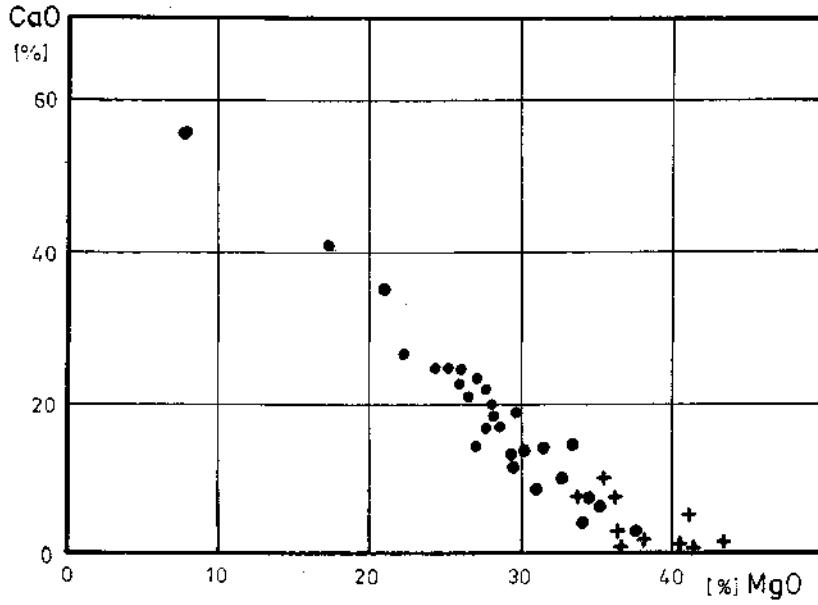

Abb. 6: Das CaO/MgO-Verhältnis zeigt eine deutlich negative Korrelation, d. h. Magnesium wurde durch Kalzium verdrängt. Legende siehe Abb. 2.

sie waren mehr von der Kalziummetasomatose betroffen. Rückschlüsse, daß sie eventuell einem späteren Differentiationsstadium angehören als die magnesiumreicheren Gesteine, sind nicht zu ziehen.

Vergleicht man das Ni/Cr-Verhältnis der Vorkommen vom Matreier Schloßberg und vom Phoner Bach und Mieslkopf, so unterscheiden sich diese klar voneinander. Bei ähnlichen Chromgehalten sind die Serpentinite vom Matreier Schloßberg deutlich reicher an Nickel, d. h., daß Nickel stärker verdrängt wurde als Chrom (Abb. 8). Durch die zunehmende Verdrängung aller Kationen durch Ca^{2+} führt die Metasomatose über die Ophikalzite im Endstadium zu mehr oder weniger reinen Karbonatgesteinen.

LAMMERER (1969) stellte bei den Untersuchungen der Ochsner-Rotkopf Serpentiniten fest, daß nur Proben mit geringen Chromgehalten hohe Kalziumwerte aufweisen. Diese Beobachtung kann hier nicht wiederholt werden, doch zeigt das Diagramm CaO/Cr_2O_3 (Abb. 9) anhand der fehlenden Korrelation, daß eine Abfuhr des Chroms während der Kalziummetasomatose auszuschließen ist. FRÖHLICH (1960) führt dies auf die schlechte Wanderungsfähigkeit des Chroms bei metasomatischen Prozessen zurück.

5. Diskussion der Ergebnisse

Für die Serpentinite aus dem Untersuchungsgebiet sind folgende grundsätzlich Möglichkeiten der Bildung und Platznahme möglich:

- eine Kristallisation aus einer ultrabasischen oder basaltischen Schmelze,
- als nicht schmelzbarer Rest des oberen Mantels, d. h. als Rest bei der Bildung einer basaltischen Schmelze,
- als metamorphe Differentiation oder
- als metasomatisch-metamorphe Bildung aus Sedimenten.

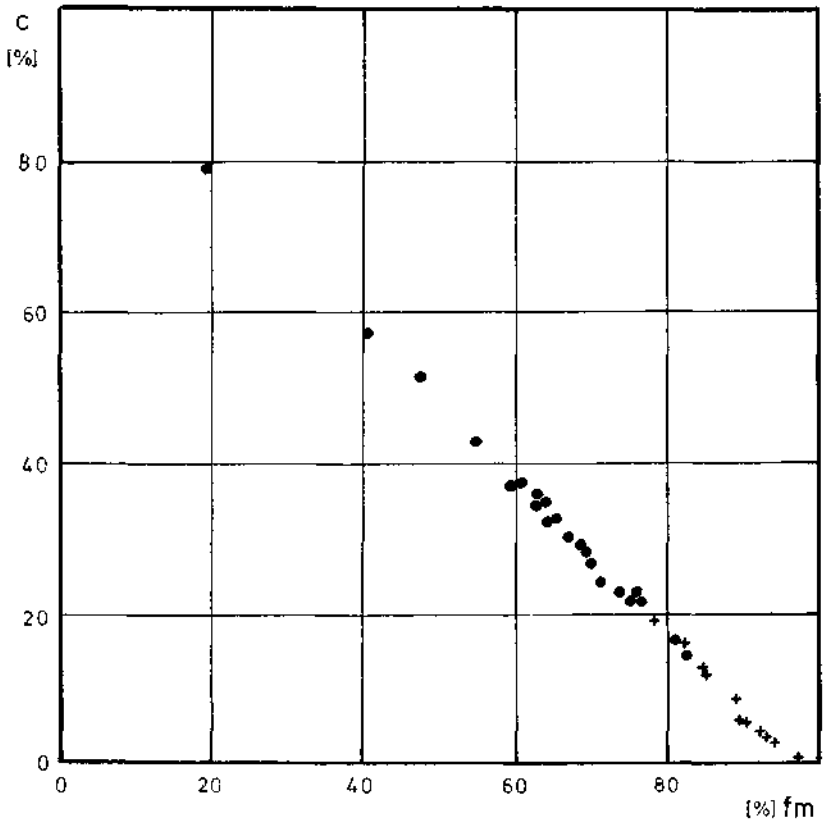

Abb. 7: Das Variationsdiagramm c/fm nach NIGGLI zeigt eine extrem scharfe negative Korrelation. Legende siehe Abb. 2.

Für die Platznahme wären dann eine Intrusion oder Extrusion als Schmelze bzw. Kristallbrei oder eine Protrusion, d. h. eine Wanderung als Festkörper zu diskutieren.

Für die Serpentinitvorkommen bei Matrei a. Br. und am Mieslkopf läßt sich folgendes schließen:

Die reliktischen, magmatischen Minerale und der typisch ultramafische Chemismus mit relativ hohen Chrom- und Nickelgehalten sprechen gegen die Hypothese der metasomatischen Bildung aus Karbonatgesteinen. Sie belegen eindeutig, daß es sich um Orthoserpentinite handelt. Hinweise auf irgendwelche Differentiationsvorgänge gibt es allerdings nicht, was bei einer Intrusivmasse mit zu geringen Schmelzanteilen zu erklären wäre. Demzufolge ist hier auch weder ein symmetrischer Bau der Serpentinitkörper wie am Reckner, noch der Lagenbau der Gesteinskörper am Ochsner Rotkopf zu beobachten. Weiter fehlen hier die von ENZENBERG (1967) und LAMMERER (1972) erwähnten Natronamphibol- und Ägirinsprossungen in den Nebengesteinen der Serpentinite am Reckner.

Da der Rahmen wahrscheinlich bereits vor der Platznahme der Serpentinite metamorph und daher wenig empfindlich gewesen ist, und Kontakterscheinungen an Ultrabasiten allgemein sehr schwach sind (PETRASCHEK, 1959: 208), können diese Erscheinungen durchaus fehlen. Dennoch ist für die Gesteine aus dem Untersuchungsgebiet nicht

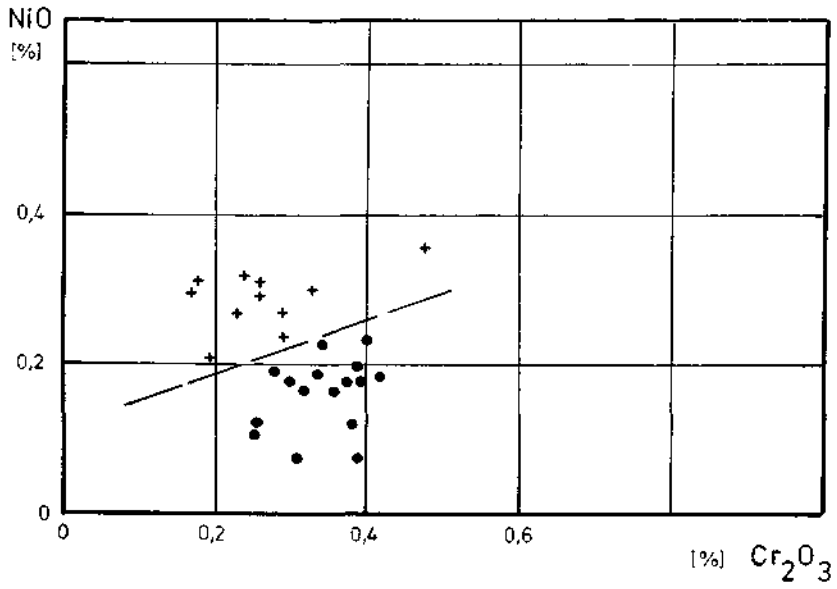

Abb. 8: Bei der Korrelation von NiO und CaO zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Serpentinten und Ophikalziten. Legende siehe Abb. 2.

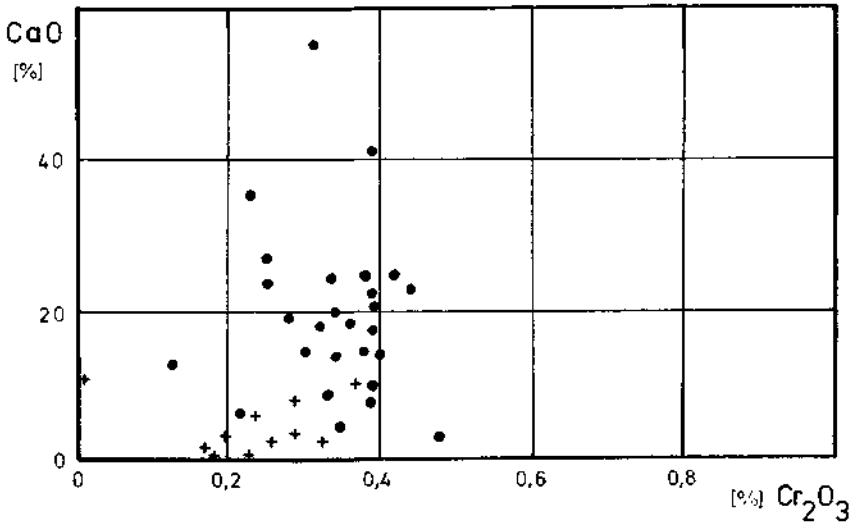

Abb. 9: Das CaO/Cr_2O_3-Korrelationsdiagramm zeigt die schlechte Wanderungsfähigkeit des Chroms. Legende siehe Abb. 2.

auszuschließen, daß es sich hier um ursprüngliche Lagerintrusionen handelt, wie ENZENBERG und LAMMERER dies vom Reckner-Serpentinit annehmen.

MIYASHIRO (1975: 264) beschreibt in Anlehnung an HESS (1938) und MC TAGGART (1971), daß Peridotite und Serpentinite mit einem Fe/(Mg+Fe)-Verhältnis von 0,05–0,13 aus orogenen Rücken stammen, während ein Verhältnis von 0,1–0,2 für eine Lagerintrusion spricht. Letzteres trifft für die Serpentinite und Ophikalzite aus dem Untersuchungsgebiet zu.

Die tektonische Situation mit dem Nebeneinander der penninischen, mittel- und unterostalpinen Decken (s. WIGGERING, 1981) spricht für eine Einschuppung dieser relativ kleinen Ophiolitkörper in das ebenfalls tektonisch stark beanspruchte Nebengestein. Dies wird noch durch das Vorhandensein anderer eingeschuppter Körper, wie z. B. dem Kristallinsporn am Matreier Schloßberg, verstärkt. Die tektonischen Strukturen in den stark brekziierten Serpentiniten und Ophikalziten lassen sich nicht ins Nebengestein weiterverfolgen, was ebenso für eine Eigenständigkeit der Ophiolithkörper spricht.

Chemismus und Genese der Serpentinite und Ophikalzite bei Matrei a. Br. und am Mieslkopf lassen sich durchaus mit denen vom Reckner vergleichen, allerdings handelt es sich bei der Platznahme um tektonische Einschuppungen.

Literatur

ENZENBERG , M.: Die Geologie der Tarntaler Berge (Wattener Lizum), Tirol. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **17**, 5–50, Wien 1967.

FRÖHLICH, F.: Beitrag zur Geochemie des Chroms. – Geochim. et Cosmochim. Acta, **20**, 215–240, London 1960.

HARTMANN, E.: Der Schuppenbau der Tarntaler Berge am W-Ende der Hohen Tauern. – Jb. Geol. R.-A., **62**, 23–387, Wien 1913.

HERMANN, A. G.: Praktikum der Gesteinsanalyse. – 204 S., Berlin (Springer) 1975.

HESS, H. H.: A primary peridotit magma. – Am. J. Sci., **35**, 321–344, New Haven 1938.

HOERNESS, S.: Untersuchungen zur Metamorphose in den westlichen Hohen Tauern (Österreich). – Tscherm. Mineral. Petrogr. Mitt., **20**, 81–106, Wien 1973.

LAMMERER, B.: Geochemische Untersuchungen an Serpentiniten des Ochsner-Rotkopf-Massivs (Oberer Zemmgrund) und des Ahrntales (Südtirol). – Dipl. Arb. Univ. München, München 1969.

LAMMERER, B.: Statistisch-chemische Untersuchungen an Serpentiniten der Ostalpen und Ost-Elbas – Zur Klärung ihrer Genese und ihres Stoffhaushaltes. – Diss. Univ. München, 72 S., München 1972.

MC TAGGART, K. C.: On the origin of ultramafic rocks. – Geol. Soc. Am. Bull., **82**, 23–42, Boulder 1971.

MIYASHIRO, A.: Classification, characteristics and origin of ohpiolithes. – J. Geol., **83**, 249–281, Chicago 1975.

PETRASCHECK, W. E.: Intrusiver und extrusiver Peridotitmagmatismus im alpinotypen Bereich. – Geol. Rdsch., **48**, 205–217, Stuttgart 1959.

ROST, F.: Probleme der Ultramafitite. – Fortschr. Min., **48**, 54–68, Stuttgart 1971.

TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich; Bd. I. – 766 S., Wien (Deuticke) 1977.

WIGGERING, H.: Die Geologie des Nordwest-Randes des Tauernfensters bei Matrei a. Br. (Tuxer Voralpen/Tirol) und geochemische Untersuchungen an Serpentiniten und Ophikalziten des unterostalpinen Permomesozoikums. – Dipl. Arb. Univ. Münster, 93 S., Münster 1981.

WINKLER, H.: Petrogenesis of Metamorphic Rocks. – 334 S., New York (Springer) 1974.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 12. Jänner 1982.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: 1982

Autor(en)/Author(s): Wiggering Hubert

Artikel/Article: Geochemisch-petrographische Untersuchungen an Serpentiniten und Ophicalciten des unterostalpinen Permomesozoikums bei Matrei am Brenner (Tirol) 313-323