

Aus dem Institut für Technische Petrographie und Mineralogie  
der Technischen Universität Graz

# Spurenelemente in Olivin zentralalpiner und moldanubischer Ultramafite

Von HANS KOLMER

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle (im Text)

Eingelangt am 31. Jänner 1977

**Inhalt:** Olivinkonzentrate aus 15 Ultramafiten (8 Dunite, 7 Peridotite) werden auf die Spurenelemente V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Y und Zr untersucht. Die Gehalte decken sich weitgehend mit der Vorstellung über die chemische Zusammensetzung der Gesteine der höheren Mantel- bzw. tieferen Krustenzone der Erde. Mit Ausnahme der Elemente V, Zn und Y sind Olivine aus Duniten in der Zusammensetzung gleich den Olivinen aus Peridotiten.

## Einleitung

Die Deutung der meisten ultramafischen Gesteinskomplexe als Abkömmlinge der Mantelzone der Erde ist durch viele Untersuchungen gesichert, vgl. z. B. de ROVER 1957 oder die Zusammenstellung bei RINGWOOD 1975. Weitere wertvolle Informationen über den chemischen Aufbau der unteren Krusten- bzw. höheren Mantelbereiche liefern auch Olivin-Knollen, welche mit basaltischen Magmen an die Erdoberfläche gefördert wurden und ebenfalls als Bruchstücke der Peridotitzone zu deuten sind, ERNST 1936, ROSS et al. 1954, WEDEPOHL 1963.

Die häufigste Phase in den ultramafischen Gesteinen ist der Olivin und Ziel dieser Untersuchung ist es, einen Beitrag zum Spurenelementchemismus dieses Minerals sowohl in Duniten als auch in Peridotiten aus dem zentralalpinen und moldanubischen Raum zu liefern.

Die zum Teil weit fortgeschrittene Serpentinisierung engt die Zahl jener Proben, für welche eine Spurenelementuntersuchung an Komponenten des ehemaligen Ausgangsgesteines noch aussichtsreich erscheint, stark ein. Zur Verfügung standen Dunitproben aus dem Kraubather Massiv, vom Hochgrößen, und dem Lärchkogel bei Trieben; weiters wurden Lherzolit von Traföb, Peridotit (harzburgitisch-lherzolitisch) von Steinbach/Burgenland, Granat (Pyrop)-Peridotit aus dem Kamptal/N. Ö. sowie ein Hornblende-Peridotit von Pingendorf/N. Ö. in die Untersuchung mit einbezogen; Nomenklatur nach WYLLIE 1967:2 ff.

Die Abtrennung des Olivins erfolgte mittels schweren Flüssigkeiten und Magnetseparator. Die so gewonnenen Konzentrate wurden unter dem Binokular weiter von Beimengungen befreit. Die Reinheit wurde röntgenographisch überprüft und liegt bei allen Proben  $> 95\%$ . Die makrochemische Zusammensetzung der Olivine wurde röntgenographisch bestimmt (YODER & SAHAMA 1957). Die hier

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)  
 untersuchten Proben liegen erwartungsgemäß im Bereich um  $F_{000}$ , vgl. z. B. AHRENS 1972. Für olivinreiche Einschlüsse in oststeirischen Vulkaniten beschreibt HERITSCH 1963 ganz ähnliche Gehalte, vgl. auch KURAT et al. 1976.

Die Spurenelementuntersuchung erfolgte röntgenspektrometrisch (ANDERMANN & KEMP 1958), zur Eichung standen internationale Standards zur Verfügung. Das Ergebnis ist in Tab. 1 und Abb. 1 dargestellt.

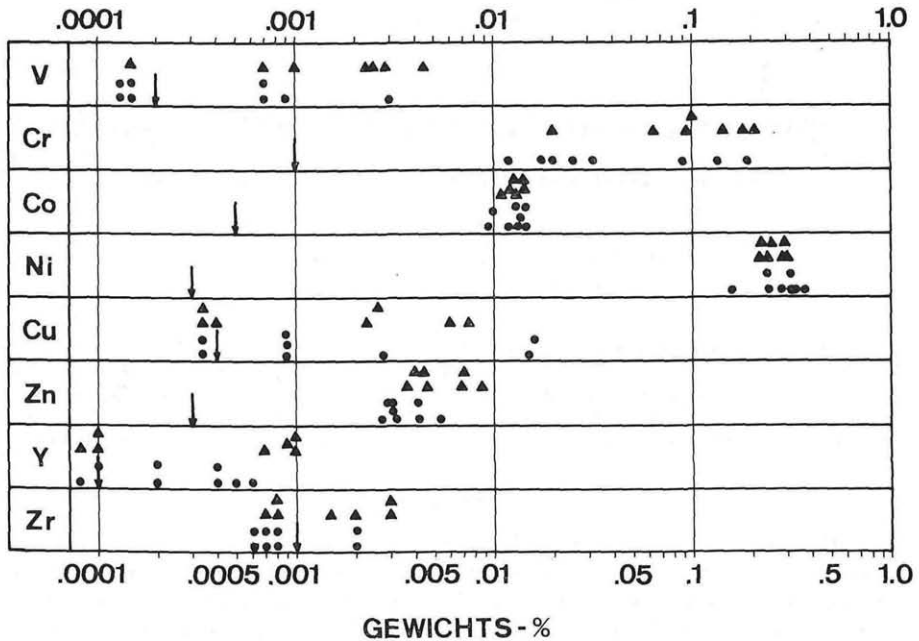


Abb. 1: Graphische Darstellung der Konzentration von 8 Spurenelementen in Olivin aus Duniten (●) und Peridotiten (△), Zentralalpen und Moldanbikum. (▼) = Nachweisgrenze; Punkte links davon sind Proben, in welchen das Element nicht nachgewiesen werden konnte.

### Ergebnis

#### Vanadium:

Das Mittel der V-Gehalte ultrabasischer Gesteine wird von TUREKIAN & WEDEFOHL 1961 unter Heranziehung der Ergebnisse von ROSS et al. 1954 mit 40 ppm angegeben. Letztere Autoren geben für Olivine aus Dunit 10 bzw. 30 ppm V an, Werte also, mit welchen die hier gefundenen Konzentrationen sehr gut übereinstimmen. Die im Mittel höheren V-Gehalte der Olivine aus Peridotiten liegen noch durchaus im angegebenen Bereich. Diese höheren Gehalte sind nicht durch mögliche Verunreinigungen, z. B. durch Pyroxen, zu erklären, da dieser nicht entsprechend hohe V-Gehalte besitzt.

#### Chrom:

Die Cr-Gehalte weisen erhebliche Unterschiede sogar innerhalb eines Vorkommens auf. Dies ist leicht aus der Tatsache erklärlich, daß Cr nicht in das Olivin-Gitter eingebaut wird, sondern überwiegend als diskrete Phase, Chromit oder

Tab. 1: Spurenelementkonzentration in Olivin aus dunitischem und peridotitischen Gesteinen, Zentralalpen und Moldanubikum (in ppm).

	Dunit								Peridotit						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V	9	<2	30	<2	<2	7	7	<2	10	45	23	29	25	7	<2
Cr	175	120	1900	255	200	1350	900	320	1000	2050	1850	1450	950	200	650
Co	135	120	145	130	130	145	100	95	135	120	145	125	140	110	130
Ni	3100	3700	3100	3300	2800	1600	2450	2350	2400	2250	2500	3000	2150	2900	2850
Cu	28	9	9	9	<4	150	160	<4	75	60	23	26	4	<4	<4
Zn	42	27	53	39	41	32	31	31	86	46	68	44	70	36	40
Y	4	5	2	2	1	4	<1	6	1	10	10	7	<1	9	1
Zr	<10	20	<10	<10	<10	<10	20	<10	20	15	<10	30	<10	<10	30

- |  |   |
|--|---|
| <p>1 Dunit, Kraubath, Gulsen,<br/>                 2 Dunit, Kraubath, Gulsen,<br/>                 3 Dunit, Kraubath, Gulsen,<br/>                 4 Dunit, Kraubath, Gulsen,<br/>                 5 Dunit, Kraubath, Preg,<br/>                 6 Dunit, Hochgrößen,<br/>                 7 Dunit, Hochgrößen,<br/>                 8 Dunit, Lärchkogel, ANGEL 1924</p> | <p>9 Lherzolit, Traföß, }<br/>                 10 Lherzolit, Traföß, } ANGEL 1924<br/>                 11 Lherzolit, Traföß, }<br/>                 12 Granat-Peridotit, Rosenberg/Kamp, BECKE 1914<br/>                 13 Hornblende-Peridotit, Pingendorf/NÖ.<br/>                 14 Peridotit (harzburgit.-lherzolit.), Steinbach/Bgld.<br/>                 15 Peridotit (harzburgit.-lherzolit.), Steinbach/Bgld. EVREN 1972</p> |
|--|---|

Picotit, im Mineral eingeschlossen vorliegt (STUEBER & GOLES 1967). Daraus resultiert auch die fehlende Korrelation zu Ni, wie sie in basaltischen Gesteinen zu beobachten ist, TUREKIAN 1963. Die in Tab. 1 angeführten Cr-Werte erweisen somit nur die Güte der Abtrennung von Olivin von seinen Begleitphasen. Cr-Gehalte in Olivin in der Größenordnung von 100—200 ppm liegen in Übereinstimmung mit Angaben bei FRÖHLICH 1960 und scheinen das an die Silikatphase gebundene Cr zu repräsentieren.

#### K o b a l t :

Auf der Basis aktivierungs-analytisch gewonnener Werte geben STUEBER & GOLES 1967 das Mittel für Dunite mit 119 ppm Co bzw. das Mittel ultramafischer Einschlüsse in Basalten mit 128 ppm Co an. Die hier bestimmten Co-Konzentrationen stimmen sehr gut damit überein. Idente Werte fand HERITSCH 1969 für Olivin aus einer Basaltknolle (Altenmarkt) und einer Olivinbombe aus Kapfenstein. Im Vergleich dazu liegen die Co-Werte für Olivine aus Duniten bei Ross et al. 1954 mit 150—200 ppm um den Faktor 1,5 höher.

#### N i c k e l :

Die Ni-Gehalte der Olivine sind weitgehend abhängig von den Gesteinen in welchen diese auftreten. So führen Olivine aus Basalten deutlich geringere Mengen an Ni als Olivine, die ultramafischen Einschlüssen oder Olivinbomben entstammen, z. B. WEDEPOHL 1963, HERITSCH 1969. Die Werte in Tab. 1 entsprechen ohne weiteres jenen vergleichbarer Olivine bei Ross et al. 1954 für Olivin aus Duniten bzw. ultramafischen Einschlüssen in Basalten. Die hohen Ni-Gehalte im Olivin aus Kraubath könnten aber auch auf einen gewissen Pentlandit- bzw. Heazlewoodit-Gehalt zurückgeführt werden (MEIXNER 1959).

#### K u p f e r :

Im allgemeinen liegen die gefundenen Cu-Konzentrationen im unteren Konzentrationsbereich, z. T. sogar unter der Nachweisgrenze. Eine Ausnahme bilden hier die beiden Dunitproben vom Hochgrößen mit 150 und 160 ppm Cu im Olivin. Die stark streuenden Gehalte lassen eine Mittelwertberechnung wenig sinnvoll erscheinen, jedoch liegt der Bereich, den die Werte umfassen, in der Größenordnung, wie er für Ultramafite in der Zusammenstellung bei WEDEPOHL 1974 angegeben wird. Für die in Untersuchung stehenden Gesamtgesteinsproben ist mit ganz ähnlichen Gehalten zu rechnen, da Pyroxene, Granat und Hornblende keinen wesentlichen Beitrag zu den Cu-Gehalten liefern, vgl. z. B. FAUST et al. 1956.

#### Z i n k :

In den untersuchten Olivinen schwanken die Zn-Gehalte nur wenig. Eine Mittelwertbestimmung der Zn-Gehalte für Olivin aus 8 Duniten ergibt  $\sim 36$  ppm, während Olivine aus 7 Peridotiten im Mittel  $\sim 56$  ppm Zn besitzen. Wie weit dieser Unterschied genetische Ursachen besitzt oder nur durch die geringe Probenzahl bedingt ist, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgeschätzt werden. Der Mittelwert für peridotischen Olivin steht in sehr guter Übereinstimmung mit Untersuchungen von WEDEPOHL 1953, 1972. Für Zn gilt wie für Cu, da Pyroxene kaum unterschiedliche Zn-Gehalte zu Olivin aufweise, sollten die Zn-Konzentrationen der Gesamtgesteine in einer ähnlichen Größenordnung liegen.

#### Y t t r i u m :

Die Y-Gehalte ultramafischer Gesteine sind im allgemeinen den Y-Gehalten der Chondrite sehr ähnlich. So geben SCHMITT et al. 1963 den mittleren Y-Gehalt der Chondrite mit 1,9 ppm an, ein Wert, mit welchem das hier bestimmte Mittel

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)  
der Y-Gehalte von Olivin aus Duniten ( $\sim 3$  ppm Y) gut übereinstimmt, berücksichtigt man die größere Genauigkeit der Aktivierungsanalyse gegenüber der röntgenspektrometrischen Methode. Die Olivine aus Peridotiten hingegen besitzen zum Teil deutlich höhere Konzentrationen. Wie weit diese auf eine mögliche Kontamination durch Pyroxen durchzuführen ist, werden zukünftige Untersuchungen zeigen. Durchschnittsgehalte zwischen 5 und 10 ppm Y stehen in Übereinstimmung mit Werten aus der Literatur, z. B. GOLES 1967:359 ff., HERRMANN 1970.

#### Zirkonium:

In der Mehrheit liegen die Zr-Konzentrationen unter der Nachweisgrenze. Die positiven Werte in der Größenordnung von 15–30 ppm Zr zeigen gute Übereinstimmung mit vergleichbaren Gesteinen bei PINSON et al. 1953. Die kleinen Gehalte und die geringe Streuung der Werte lassen vermuten, daß Zr in die Olivinstruktur eingebaut ist und nicht als Zirkoneinschluß vorliegt, DEGENHARDT 1957.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die hier vorgelegten Spurenelementkonzentrationen in Olivin aus Dunit bzw. aus Peridotit sich weitgehend in eine Vorstellung über den chemischen Aufbau der Gesteine des Erdmantels einfügen. Statistische Unterschiede im Elementgehalt sind für V, Zn und Y zwar vorhanden, die geringe Probenzahl läßt jedoch keine sicheren Aussagen zu. Es ist zu hoffen, daß die derzeit in Gang befindliche Untersuchung der Geochemie zentralalpiner und moldanubischer Ultramafite weitere Hinweise erbringt.

D a n k : Herrn Prof. Dr. H. HERITSCH danke ich für die Überlassung von Probenmaterial, Herrn Prof. Dr. H. FLÜGEL bin ich für die Erlaubnis zur Benützung des Magnetseparators zu Dank verpflichtet.

#### Literatur

- AHRENS T. J. 1972. The state of mantle minerals. — *Tectonophysics*, 13:189-219.  
ANDERMANN G. & KEMP J. W. 1958. Scattered x-rays as internal standard in x-ray emission spectroscopy. — *Anal. Chem.*, 30:1306-1309.  
ANGEL F. 1924. Die Gesteine der Steiermark. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, 60:302 S.  
— 1964. Petrographische Studien an der Ultramafit-Masse von Kraubath (Steiermark). — *Mitt.-Bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum*, 2/1964:1-95.  
BECKE F. 1914. Das niederösterreichische Waldviertel. I. Übersicht und petrographische Verhältnisse. — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 32:185-217.  
CORNELIUS H. P. 1939. Geologische und petrographische Notizen vom Hochgrößen bei Oppenberg (Wölzer Tauern, Steiermark). — *Verh. Reichsanst. Bodenf.*, 1939:5-6.  
DEGENHARDT H. 1957. Untersuchungen zur geochemischen Verteilung des Zirkoniums in der Lithosphäre. — *Geochim. Cosmochim. Acta* 11:279-309.  
ERNST Th. 1936. Der Melilith-Basalt des Westberges bei Hofgeismar, nördlich von Kassel, ein Assimilationsprodukt ultrabasischer Gesteine. — *Chem. d. Erde* 10:631-666.  
EVREN I. 1972. Die Serpentinegesteine von Bernstein und Steinbach (Burgenland). — *Tschermaks Min. Petr. Mitt.*, 17:101-122.  
FAUST G. T., MURATA K. J. & FAHEY J. J. 1956. Relation of minor-element content of serpentines to their geological origin. — *Geochim. Cosmochim. Acta*, 10:316-320.  
FRÖHLICH F. 1960. Beitrag zur Geochemie des Chroms. — *Geochim. Cosmochim. Acta*, 20:215-240.

- GOLES G. G. 1967. Trace elements in ultramafic rocks. — In: Ultramafic and related rocks, P. J. WYLLIE, Edit., Chapt. 11—II. Wiley & Son, New York — London — Sydney.
- HERITSCH H. 1963. Exkursion in das oststeirische Vulkangebiet. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 93:206-226.
- 1969. Ni-Gehalte von Olivinen aus Olivinbomben und basaltischen Gesteinen des oststeirischen Vulkanbogens. — Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 1969:209-211.
- HERRMANN A. G. 1970. Yttrium and lanthanides. — In: Handbook of geochemistry, K. H. WEDEPOHL Edit., Springer, Berlin-Heidelberg.
- KURAT G., KRACHER A. & SCHARBERT H. G. 1976. Petrologie des oberen Erdmantels unterhalb von Kapfenstein, Steiermark. — Fortschr. Mineral. 54, Bh. 1:53-54.
- MEIXNER H. 1959. Kraubather Lagerstättenstudien. V: Die Nickelmineralisation im Kraubather Serpentinegebiet. — Berg. Hüttenmänn. Mh. 104:83-87.
- PINSON W. H., AHRENS L. H. & FRANCK M. L. 1953. The abundances of Li, Sc, Sr, Ba and Zr in chondrites and some ultramafic rocks. — Geochim. Cosmochim. Acta 4:251-260.
- RINGWOOD A. E. 1975. Compositions and Petrology of the earth's mantle. — McGraw-Hill, New York.
- ROEVER W. P. de 1957. Sind die alpinotypen Peridotitmassen vielleicht tektonisch verfrachtete Bruchstücke der Peridotitschale? — Geol. Rdsch. 46:137-146.
- ROSS C. S., FOSTER M. D. & MYERS A. T. 1954. Origin of dunites and of olivine-rich inclusions in basaltic rocks. — Amer. Miner., 39:693-737.
- SCHMITT R. A., SMITH R. H., LASCH J. E., MOSEN A. W., OLEHY D. A. & VASILEVSKIS J. 1963. Abundances of fourteen rare-earth elements, scandium and yttrium in meteoritic and terrestrial matter. — Geochim. Cosmochim. Acta 27: 577—622.
- STUEBER A. M. & GOLES G. G. 1967. Abundances of Na, Mn, Cr, Sc and Co in ultramafic rocks. — Geochim. Cosmochim. Acta 31:75-93.
- TUREKIAN K. K. 1963. The chromium and nickel distribution in basaltic rocks and eclogites. — Geochim. Cosmochim. Acta 27:835-846.
- & WEDEPOHL K. H. 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. — Bull. Geol. Soc. Amer. 72:175-192.
- WEDEPOHL K. H. 1953. Untersuchungen zur Geochemie des Zinks. — Geochim. Cosmochim. Acta 3:93-142.
- 1963. Die Nickel- und Chromgehalte von basaltischen Gesteinen und deren Olivin-führenden Einschlüssen. — N. Jb. Miner., Mh. 1963:237-242.
- 1972. Zinc. — In: Handbook of Geochemistry, K. H. WEDEPOHL, Edit., Springer, Berlin-Heidelberg.
- 1974. Copper. — In: Handbook of Geochemistry, K. H. WEDEPOHL, Edit., Springer, Berlin-Heidelberg.
- WYLLIE P. J. 1967. Ultramafic and related rocks. — Wiley & Son, New York — London — Sydney.
- YODER H. S. jr. and SAHAMA Th. G. 1957. Olivine x-ray determinative curve. — Amer. Miner. 42, 475—491.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. Hans KOLMER, Institut für Technische Petrographie und Mineralogie, Technische Universität, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz.