

DER ERDMANTEL UNTERHALB DER STEIERMARK UND DER RESTLICHEN WELT

KURAT, G.

Mineralogisch-Petrographische Abteilung, Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, Postfach 417, A-1014 Wien.

Der obere Erdmantel ist weltweit durch Xenolithe in Alkali-Basalten und Kimberliten dokumentiert (NIXON, 1987). Auch in der Steiermark finden sich einige Vorkommen, darunter das klassische von Kapfenstein (siehe Zusammenfassung von KURAT et al., 1980 und 1991). Die typischen Gesteine des oberen Erdmantel sind Peridotite mit untergeordneten Anteilen an Pyroxeniten, Eklogiten und Hornblenditen. Abgesehen von den unterschiedlich häufigen Beimengungen chemisch fraktionierter Gesteine, variieren auch die Häufigkeiten der perioditischen Gesteinstypen von Vorkommen zu Vorkommen. In Summe dominieren Lherzolithe über Harzburgite, Dunite und den üblicherweise selteneren Klinopyroxen oder Hornblende Peridotiten. Mit dem Gesteinstyp variieren naturgemäß die chemische Pauschalzusammensetzung, aber auch die Texturen. Fast alle Charakteristika erscheinen durch die lokale Tektonik geprägt. So ist z.B. die Lokalität Kapfenstein durch nicht oder nur schwach tektonisierte (protogranulare) Peridotite gekennzeichnet, wogegen die Vorkommen W Ungarns von tektonisierten (porphyroklastischen) Peridotiten dominiert werden. Diese Vorkommen repräsentieren das Zentrum des Erdmantel-Diapires der Transdanubischen Vulkanischen Region (TVR), wogegen sich Kapfenstein am Rande der TVR befindet. Mit zunehmender Deformierung (und damit verbundener Rekristallisation) sind auch Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung verbunden. Entsprechen die Chemismen der protogranularen Lherzolithe Kapfensteins (und der übrigen Welt) weitgehend der primitiven Erdmantel-Zusammensetzung (JAGOUTZ et al., 1979), so sind die tektonisierten Gesteine entweder an inkompatiblen Elementen verarmt (d.h., Residua der Basaltbildung) oder an diesen Elementen angereichert (metasomatisch). Diese beiden Prozesse scheinen weltweit eng miteinander verknüpft zu sein und ihre Effektivität ist offensichtlich von tektonisch induzierten textuellen Veränderungen abhängig.

Die (häufig anzutreffende) primitive Zusammensetzung von Erdmantel-Lherzolithen ist überraschenderweise in den lithophilen Elementen geochemisch nicht fraktioniert. Die refraktären lithophilen Elemente haben chondritische (also solare) relative Häufigkeiten. Diese Tatsache schließt eine Entwicklung über einen weltweiten Magma-Ozean aus (KATO et al., 1988). Sehr ausgeprägt ist hingegen eine kosmochemische Fraktionierung des oberen Erdmantels: die Häufigkeiten der Elemente, welche flüchtiger sind als Mg, nehmen mit zunehmender Flüchtigkeit ab. Dies ist eine unmißverständliche Botschaft betreffend die Akkretion der Erde bei relativ hoher Temperatur mit nachfolgender Trennung der Proto-Erde von ihrer Proto-Atmosphäre.

Ähnlich unmißverständlich ist die Botschaft der siderophilen Elemente im oberen Erdmantel. Diese Elemente sind stark verarmt und ihre Häufigkeiten sind umgekehrt

proportional zu ihren Metall-Silikat-Verteilungskoeffizienten. Hier zeigt sich ganz klar die Mantel-Kern-Fraktionierung. Allerdings paßt das nur qualitativ. Gemessen an den experimentell bestimmten Verteilungskoeffizienten sind die siderophilen Elemente im Erdmantel viel zu häufig (vgl. BORISOV et al., 1992). Offensichtlich ist der Erdmantel mit dem Erdkern nicht im Gleichgewicht. Eine geringfügige Beimengung chondritischer Materie in der Spätphase der Akkretion der Erde könnte für die heutigen Häufigkeiten verantwortlich sein (WÄNKE et al., 1984).

Schluß: Der obere Erdmantel ist weltweit chemisch erstaunlich eintönig. Er ist grün (wenn gut gekühlt), erinnert sich seiner Herkunft aus dem solaren Nebel (unfraktionierte refraktäre lithophile Elemente), der Bildung des Erdkernes (Verarmung an siderophilen Elementen) und der fortgesetzten Akkretion nach dem Verlust der Uratmosphäre. Natürlich reichen die Erinnerungen der Erdmantelgesteine weiter. Es wird an uns liegen, ihnen diese zu entlocken.

- BORISOV, A., PALME, H., HOLZHEID, A., SPETTEL, B., DINGWELL, D.B., O'NEILL, H.S.C. (1992): The origin of highly siderophile elements in the upper mantle of the Earth: an experimental approach. *Lunar Planet.Sci.* **23**, 1-2.
- JAGOUTZ, E., PALME, H., BADDENHAUSEN, H., BLUM, K., CENDALES, M., DREIBUS, G., SPETTEL, B., LORENZ, V., WÄNKE, H. (1979): The abundances of major, minor and trace elements in the earth's mantle as derived from primitive ultramafic nodules. *Proc.Lunar Planet.Sci.Conf.* 10th, 2031-2050.
- KATO, T., RINGWOOD, A.E., IRIFUNE, T. (1988): Constraints on element partition coefficients between MgSiO₃ perovskite and liquid determined by direct measurements. *Earth Planet.Sci.Lett.* **90**, 65-68.
- KURAT, G., PALME, H., SPETTEL, B., BADDENHAUSEN, H., HOFMEISTER, H., PALME, C., WÄNKE, H. (1980): Geochemistry of ultramafic xenoliths from Kapfenstein, Austria: evidence for a variety of upper mantle processes. *Geochim. Cosmochim. Acta* **44**, 45-60.
- KURAT, G., EMBEY-ISZTIN, A., KRACHER, A., SCHARBERT, H.G. (1991): The upper mantle beneath Kapfenstein and the Transdanubian Volcanic Region, E Austria and W Hungary: a comparison. *Mineral.Petrol.* **44**, 21-38.
- NIXON, P.H. (ed.) (1987): *Mantle Xenoliths*. J.Wiley and Sons, 844 pp.
- WÄNKE, H., DREIBUS, G., JAGOUTZ, E. (1984): Mantle chemistry and accretion history of the Earth. In: KRÖNER, A., HANSON, G., GOODWIN, A. (Eds.), "Archean Geochemistry", Springer, Berlin, pp. 1-24.