

**EDELMETALLE: KOMPLEXE MINERALOGIE, UNVERZICHTBARE ROHSTOFFE,  
UND DOCH WASSERLÖSLICH ?**

**E. Stumpfl**

Institut für Mineralogie und Petrologie  
Montanuniversität Leoben, Franz-Josef-Strasse 18, A-8700 Leoben, Austria

Edelmetalle sind heute weltweit von grösstem wirtschaftlichem und wissenschaftlichem Interesse. Diese kurze Übersicht befasst sich vorwiegend mit den Elementen der Platin-Gruppe (Pt, Ir, Os, Pd, Rh, Ru), die unter der Abkürzung "PGE" zusammengefasst sind, und nur am Rande mit Gold. Angesichts weltweit Gesetzeskraft erlangender Abgas-Kontrollvorschriften sind die PGE als Katalysatoren untrennbar mit dem wichtigsten Indikator wirtschaftlichen Wohlstandes, dem Automobil, verbunden. Auch erfreuen sie sich in den wachsenden Märkten Ost- und Südostasiens zunehmender Beliebtheit als Schmuck-Metalle. In der pharmazeutischen Forschung spielen sie eine wichtige Rolle; ein Grossteil der in der Chemotherapie verwendeten Verbindungen basieren auf PGE.

Geopolitisch relevant ist die Tatsache, dass Südafrika und Russland die wichtigsten Produzenten, die EU, USA und Japan die Haupt-Konsumenten der PGE sind. Der Gesamtwert der Jahresproduktion liegt in der Grössenordnung von sechs Milliarden Euro. So ergibt sich ein spannendes Szenario, das von den Fluktuationen an der London Metals Exchange (LME) ebenso geprägt wird wie von wissenschaftlichem Fortschritt und von politischen Entwicklungen in Russland und im südlichen Afrika.

Die Entstehung von PGE-Lagerstätten und selbst das chemische Verhalten von PGE sind nach wie vor Gegenstand lebhafter wissenschaftlicher Debatte. Einzelne experimentelle Daten zur Löslichkeit von PGE in Fluiden bei hydrothermalen Temperaturen sind erst in den letzten Jahren verfügbar geworden (z.B. [1]). Bis dahin galt weithin das Diktum mineralogischer Lehrbücher: "Platin: löslich nur in heissem Königswasser (aqua regia; HCl/HNO<sub>3</sub>)", und der unorthodoxe Versuch, daran zu rütteln (z.B. [2]; [3]), führte zu heftigen Reaktionen. Die komplexe Mineralogie der PGE hat die ersten Hinweise darauf geliefert, dass die oft geforderte Entstehung von Platin-Mineralen (PGM) aus sulfidischen Schmelzen nicht die Regel ist. Die Zahl der bekannten PGM ist inzwischen auf mehr als 150 angewachsen. Darunter sind nicht nur Sulfide, sondern auch eine Vielzahl von Verbindungen mit Sb, Bi, Te, Sn, Cu, Hg, und Pb, die sich häufig aus hydrothermalen Lösungen bilden.

Die Frage, warum in der grössten PGE-Lagerstätte der Welt, dem südafrikanischen Bushveld, die Gesamtgehalte an PGE über hunderte von Kilometern nur geringe Schwankungen zeigen, die Mineralogie der Erze aber radikalen Änderungen unterliegt, ist noch nicht geklärt. Erze der Union-Mine im nordwestlichen Bushveld führen mehr als 80 % Pt-Fe-Legierungen. In Rustenburg, im Südwesten, sind es 40 % Pt-Pd Telluride, 30 % Pt-Pd-Sulfide, und 10 % Laurit (RuS<sub>2</sub>). In der Atok-Mine (Lebowa) im östlichen Bushveld liegen die betreffenden Werte bei 75 % Pt-Pd-Sulfide und 15 % Pt-Pd-Telluride ([4]).

Die PGM werden häufig von wasserführenden Silikaten (Amphibole, Glimmer) und von Quarz begleitet, der NaCl-reiche Flüssigkeitseinschlüsse (FI) führen kann. PGE können als Chlorid-Komplexe in wässrigen Lösungen transportiert werden. FI wurden auch in platinführenden Chromititen der Ophiolite des südlichen Ural nachgewiesen. [5] und [6] konnten zeigen, dass podiforme Chromitite ihre Entstehung Flotations-ähnlichen Prozessen in wasserhaltigen Olivin-Chromit-gesättigten Mantel-Schmelzen von Supra-Subduktionszonen verdanken.

Bis vor kurzem haben Mineralogen und Lagerstättenforscher daran gezweifelt, dass Platin-Körner in Seifen, d.h. Konzentrationen von PGM in Fluss-Sanden, ebenso wie Gold-Nuggets, aus Edelmetall-haltigen Oberflächen-Wässern entstehen können. Schon vor fast dreißig Jahren hat der Autor gezeigt, dass PGM in Seifen von Oxydationsrändern umgeben sind (sie "rosten"). Wohin gehen die dabei frei werdenden PGE ? Sie werden zur Bildung neuer PGM verwendet ("neoformations"; [7]). "Säurefest" und "nicht oxydierend" sind die PGE nicht einmal immer im Labor, und sicher nicht in der Natur und in geologischen Zeiträumen. Unverzichtbar sind sie trotzdem.

#### **Literatur**

- [1] XIONG, Y. & WOOD, S. (2000): Experimental quantification of hydrothermal solubility of platinum group elements with special reference to porphyry copper mineralization. - *Mineral. Petrol.* 68, 1-28.
- [2] STUMPFL, E. F. (1974): The genesis of platinum deposits: further thoughts. - *Minerals Sc. Engineering*, 6, 120-141.
- [3] BALLHAUS, C. G. & STUMPFL, E. F. (1986): Sulfide and Platinum mineralization in the Merensky Reef: Evidence from hydrous silicates and fluid inclusions. - *Contrib.Mineral.Petrol.* 94, 193-204.
- [4] CAWTHORN, R. G., LEE, C. A., SCHOUWSTRA, R. P. & MELLOWSHIP, P. (2002). Relationship between PGE and PGM in the Bushveld Complex. - *Canad.Mineral.* 40, 311-328.
- [5] MELCHER, F., GRUM, W., SIMON, G., THALHAMMER, T. V., & STUMPFL, E. F. (1997). Petrogenesis of the ophiolitic giant chromite deposits of Kempirsai, Kazakhstan: a study of solid and fluid inclusions in chromite. - *J. Petrology*, 38, 1419-1458.
- [6] MATVEEV, S. & BALLHAUS, C. (2000). Role of water in the origin of podiform chromite deposits. - *Earth Planet.Sc.Letters*, 203, 235-243.
- [7] OBERTHÜR, T., WEISER, T. W., & GAST, L. (2003). Geochemistry and mineralogy of platinum-group elements at Hartley Platinum Mine, Zimbabwe, Part 2. - *Mineral.Dep.* 38 (Stumpfl Issue), 344-355.