

## Mn-Zn versus Sn-W in minerals of the Tumurtijn-ovoo Fe-Mn-Zn skarn deposit, Mongolia

### Mn-Zn gegen Sn-W in Mineralen der Fe-Mn-Zn-Skarnlagerstätte Tumurtijn-ovoo, Mongolei

WOLFRAM GOTTESMANN (Falkensee), GUIDO FRIESE (Berlin) & GISELA WASCHKOWSKI (Berlin)

**Key words:** Skarn deposit, manganese, trace elements, element partitioning, andradite, magnetite, jacobsite.

#### Abstract

The separation of base metals (Pb, Zn, Cu) and rare metals (Sn, W, Mo) into own ore deposits has been ascribed since long to different formation temperatures. The rare metals are declared to be typical for high-T mineralizations (pneumatolytic), the base metals for low-T mineralizations (hydrothermal). Therefore, a mixed accumulation should be excluded. However, there are deposits in which elements of both groups are enriched together. This questions the absolute role of temperature for the separation.

The hydrothermal sedimentary Tumurtijn-ovoo skarn deposit in Eastern Mongolia is extremely specialized on Zn and does not show Sn-W mineralization. Sphalerite is intimately associated with andradite, magnetite and jacobsite. The element groups Mn-Zn and Sn-W display opposite behavior in these minerals. The element distributions depend on the stratigraphy of the layered deposit and point to compositional changes in the ore-producing solution with time. Upwards in the stratigraphic succession, Mn increases from 1.1 wt% to 1.5 wt% in andradite and from 0.12 wt% to 1.18 wt% in magnetite; Zn increases from 206 ppm to 650 ppm in magnetite; Sn decreases from 73 ppm to 28 ppm in andradite; W decreases from 174 ppm to 44 ppm in andradite and from 95 to 26 ppm in magnetite. Compared with magnetite jacobsite has the highest amounts of Zn (2900 ppm) and the lowest amounts of Sn (94 ppm) and W (8 ppm). Hence, jacobsite formed at the end of the evolution of the ore-producing solution and is accompanied by the highest sphalerite contents. Zinc and tin show some specific trends in their variation. Zinc favors the incorporation in magnetite against andradite. This partitioning may be the reason why Zn in andradite is not increased in the uppermost skarn unit, where the highest Zn content was offered, but is incorporated in sphalerite, jacobsite, and magnetite. The variation of tin shows maxima in andradite and magnetite of the middle part of the stratigraphic succession. In this respect the Sn variation deviates from the W variation and this may be the cause for the accumulation of Sn separate from W in own deposits.

On the whole, the element distributions at Tumurtijn-ovoo are more likely to be explained by changes in the composition of the solution than by changes of its temperature. By comparison with data from literature, the W content higher in andradite than in grossularite confirms the hydrothermal character of the andradite-skarn formation at Tumurtijn-ovoo. The contrasting distribution of W and Mn at Tumurtijn-ovoo can be noted as argument for a low-Eh origin of the deposit.

#### Zusammenfassung

Die Trennung von Buntmetallen (Pb, Zn, Cu) und seltenen Metallen (Sn, W, Mo) in eigene Erzlagerstätten wird seit langem auf unterschiedliche Bildungstemperaturen zurückgeführt. Die seltenen Metalle werden als typisch für hoch temperierte Mineralisationen (pneumatolytisch) angesehen, die Buntmetalle für tief temperierte Mineralisationen (hydrothermal). Eine gemischte Anreicherung sollte daher ausgeschlossen sein. Es gibt aber Lagerstätten, in denen Elemente beider Gruppen angereichert sind. Das stellt die alleinige Rolle der Temperatur für die Trennung in Frage.

Die hydrothermal-sedimentäre Skarnlagerstätte Tumurtijn-ovoo in der östlichen Mongolei ist extrem spezialisiert auf Zn und weist keine Sn-W-Mineralisation auf. Sphalerit ist innig mit Andradit, Magnetit und Jakobsit vergesellschaftet. Die Elementgruppen

Mn-Zn und Sn-W verhalten sich in diesen Mineralen gegensätzlich. Die Verteilung der Elemente steht in Beziehung zur Stratigraphie der geschichteten Lagerstätte und weist auf zeitlichen Wechsel in der Zusammensetzung der Erz-produzierenden Lösung hin. Aufwärts in der stratigraphischen Abfolge nimmt Mn in Andradit von 1,1 Gew.% auf 1,5 Gew.% zu und in Magnetit von 0,12 Gew.% auf 1,18 Gew.%; Zn nimmt in Magnetit von 206 ppm auf 650 ppm zu; Sn nimmt in Andradit von 73 ppm auf 28 ppm ab; W nimmt in Andradit von 174 ppm auf 44 ppm ab und in Magnetit von 95 ppm auf 26 ppm. Im Vergleich mit Magnetit hat Jakobsit die höchsten Gehalte an Zn (2900 ppm) und die niedrigsten Gehalte an Sn (94 ppm) und W (8 ppm). Daraus folgt, dass sich Jakobsit am Ende der Entwicklung der Erz-produzierenden Lösung bildete und von den höchsten Gehalten an Sphalerit begleitet wird. Zink und Zinn weisen spezifische Trends in ihrer Variation auf. Zink bevorzugt den Einbau in Magnetit gegenüber Andradit. Diese Verteilungsregel kann der Grund dafür sein, dass Zn im Andradit der obersten Skarneinheit nicht erhöht ist, wo der höchste Zn-Gehalt angeboten, aber in Sphalerit, Jakobsit und Magnetit fixiert wurde. Die Variation von Zinn zeigt Maxima in Andradit und Magnetit des Mittelteils der stratigraphischen Abfolge. In diesem Punkt weicht die Sn-Variation von der W-Variation ab, und das kann der Grund für die Sn-Akkumulation getrennt von W in eigenen Lagerstätten sein.

Insgesamt können die Elementverteilungen am Tumurtijn-ovoo besser durch stoffliche Änderungen in der Lösung als durch Änderungen ihrer Temperatur erklärt werden. Im Vergleich mit Literaturdaten bekräftigt der in Andradit gegenüber Grossular höhere W-Gehalt den hydrothermalen Charakter der Andradit-Skarn-Bildung am Tumurtijn-ovoo. Die gegenläufige Verteilung von W und Mn am Tumurtijn-ovoo kann als Argument für niedriges Eh bei der Bildung der Lagerstätte gewertet werden.