

**DIE GENESE DER GOLD-ARSENOPYRIT-VERERZUNG STRASSEGG,  
STEIERMARK, ÖSTERREICH  
UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE AN HAND MINERALOGISCHER, PETROLOGISCHER,  
GEOCHEMISCHER UND ISOTOPENGEOCHEMISCHER UNTERSUCHUNGEN**

von

**Hans-Peter Bojar**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades an der  
Naturwissenschaftlichen Fakultät der Karl-Franzens-Universität Graz

Institut für Mineralogie und Petrologie  
Graz, Dezember 2000

Das oberostalpine Grazer Paläozoikum (GPZ) besteht aus drei Decken von niedriggradig metamorphen Sedimenten und Vulkaniten, welche von ihrem primären Basement abgetrennt sind. Die Decken unterscheiden sich in der sedimentären Fazies, im stratigraphischen Umfang der Sequenzen und im Metamorphosegrad. Während die oberen und die mittleren Decken nur eine sehr schwache Metamorphose aufweisen, erreichte die Metamorphose vor allem in den nordöstlichen und östlichen Anteilen der Schöckeldecke Grünschieferfazies, teilweise auch Amphibolitfazies.

Die Sedimentation umfaßt den Zeitraum vom späten Silur bis in das Devon. Die basalen Anteile der stratigraphischen Sequenz sind von silurischen, alkalinen Vulkanoklastika dominiert. Vom Silur bis in das frühe Devon kam es zur Ablagerung von karbonatischen bis klastischen Sedimenten. Darauf folgen pelagische Sedimente des Mitteldevons. Diese Sequenzen zeigen die Evolution eines passiven Kontinentalrandes, vom Aufbrechen eines silurischen Kontinentes mit alkalinem Vulkanismus bis zur Formung von Plattform- und Schelfsedimenten im Devon.

Das geotektonische Setting der Metavulkanite kann mittels Spurenelementverteilungen eingeschränkt werden. Im Diagramm  $Ti/Zr-Y*3$  kommen die Metavulkanite vom Straßegg im Feld der Intraplattenbasalte zu liegen. Im Diagramm  $Nb/Y-Zr/TiO_2$  liegen die Analysen im Alkali-Basalt-Feld. Diese Ergebnisse sind in guter Übereinstimmung mit publizierten Daten aus den Paläozoika der Ostalpen.

Das (GPZ) ist von zwei tektonischen Ereignissen der alpidischen Orogenese überprägt. Eine Unterkreide Kompression führte zur Ausbildung eines Deckensystems. Die hangendste Decke stellt die Hochlantsch-, bzw. Rannachdecke dar. Die Schöckeldecke ist an der Basis und die Laufnitzdorf-, bzw. Kalkschieferdecke sind in einer intermediären Position oder an der Basis anzutreffen. Eine Oberkreide-Extension steht im Zusammenhang mit dem Aufstieg des metamorphen Gleinalmdomes und der Öffnung des Kainacher Gosau-Beckens.

Der ehemalige Bergbaubereich Straßegg befindet sich zwischen dem Zuckenhutgraben (Breitenau am Hochlantsch) und südlich des Pramerkogels (Gasen).

Eine Gold-Arsenopyrit-Vererzung ist auf die Grünschiefer der Pramerkogelformation beschränkt. Die Edukte dieser Formation sind Metatuffite und Metabasalte. Die Metatuffite liegen als Grünschiefer mit der Paragenese Chlorit – Muskovit – Albit – Dolomit/Ankerit – Klinozoisit – Quarz vor. Elektronenmikrostrahlanalysen von Phengit zeigen teilweise erhöhte Werte von BaO (bis zu ~10 Gew. %). Der Einbau des Ba erfolgt großteils nach dem gekoppelten Ersatz: Ba für K gegen Al für Si. Metabasalte haben die Paragenese Aktinolith/Hornblende – Albit – Chlorit – Klinozoisit – Quarz. Die Amphibole zeigen sowohl retrograde (Hornblende Kerne – Aktinolith Ränder) als auch prograde (Hornblende Ränder – Aktinolith Kerne) Trends. In wenigen Proben konnte Almandin mit hoher Spessartin und Grossular Komponente nachgewiesen werden. Die Oberkreide-Metamorphose erreichte laut diesen Paragenesen höhere Grünschieferfazies mit einer maximalen Temperatur von etwa 500°C. Diese Temperatur wird durch Sauerstoff-Isotopen-Thermometrie (Calcit-Magnetit) bestätigt. Aus dem Phengitbarometer wurden Minimaldrücke von ~6 kbar abgeleitet.

Die Vererzung Straßegg ist an diskordante, NNW–SSE streichende Quarz-Karbonatgänge gebunden, welche die Schieferung unter einem kleinen Winkel schneiden. Gänge und Schieferung wurden verfaultet und sind von Abschiebungen eines späteren Deformationsereignisses betroffen. Die Öffnung der Gänge und somit auch die Bildung der Vererzung wird in Zusammenhang mit der Oberkreide-Extension gebracht.

Zur Ermittlung der Herkunft von Gangmineralen und Erzen wurden isotopengeochemische Untersuchungen angewandt. Im Arbeitsgebiet wurden sowohl Gesamtgesteine als auch separierte Minerale aus der Gesteinsmatrix und den Gängen untersucht. Die Mineralogie der Gesteine spiegelt sich auch in den Gängen: In Karbonatgesteinen sind Karbonatgänge, in Metapeliten und Metavulkaniten hingegen sind die Gänge aus Quarz, bzw. Quarz/Karbonat aufgebaut. Die verschiedenen Gesamtgesteine (Karbonate, Metapelite und Metavulkanite) haben ihre primären Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotopensignaturen erhalten. Die Isotopensignatur von Mineralen, welche aus einem Fluid ausfallen, ist von der Isotopensignatur des Fluides kontrolliert. Gangquarz, welcher aus einem externen, über große Distanzen migrierendem Fluid ausgefällt wird, sollte signifikante Unterschiede in der Isotopenzusammensetzung, verglichen mit Matrixquarz, aufweisen. Wird Quarz aus den unmittelbaren Nebengesteinen gelöst und in Gängen ausgefällt, muss die Isotopenzusammensetzung ähnlich sein.

Die Isotopenzusammensetzung von Gang- und Matrixquarz der Nebengesteine korreliert auffallend. Auch ist die Isotopenzusammensetzung von Quarz innerhalb einer Einheit konstant.  $\delta^{13}\text{C}$  von Karbonat aus Gängen hat eine variabelere Zusammensetzung als  $\delta^{18}\text{O}$ . Dies wird auf  $\text{CO}_2$ -Entgasung während der Mineralbildung zurückgeführt. Die  $\delta^{34}\text{S}$ -Verteilung von Sulfiden aus der Mineralisation zeigt einen recht konstanten Wert in einem engen Bereich um 0 ‰ (CDT). Auch Gesamtgesteins- $\delta^{34}\text{S}$ -Analysen kommen in diesen Bereich zu liegen.  $\delta\text{D}$ - und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte von Gangglimmern kommen im Feld der metamorphen Wässer zu liegen. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Gänge und die Mineralisation in einem vom Nebengestein gepufferten Fluid Regime gebildet wurden.

Ein Großteil der Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz sind  $\text{H}_2\text{O}$ - $\text{CO}_2$ - $\text{NaCl}$ -Einschlüsse. Die Salinität liegt um 5 Gew. %  $\text{NaCl}$ -Äquivalent. Die Totalhomogenisation dieser Einschlüsse findet bei Temperaturen zwischen 275 und 350°C statt. Dieser Temperaturbereich markiert die minimalen Bildungsbedingungen. Untergeordnet sind auch  $\text{H}_2\text{O}$ - $\text{NaCl}$ -Einschlüsse festzustellen. Die Koexistenz dieser beiden Einschlusstypen wird als Entmischung aus einem ursprünglich homogenen Fluid interpretiert.

Zwei verschiedene Erztypen konnten unterschieden werden: Der überwiegende Teil der Vererzung ist an polymetallische Quarz-Karbonatgänge gebunden. Untergeordnet treten auch monomineralische, an alterierte Bewegungshorizonte gebundene Arsenopyrit-Vererzungen auf. Die Erzabfolge in den Quarz-Karbonatgängen ist deutlich in zwei zeitlich getrennte Bildungsphasen unterteilt. Die ältere Phase wird von Arsenopyrit, Pyrit und untergeordnet Pyrrhotin aufgebaut. Gold in der Form von Elektrum ist vor allem an Minerale der ersten Phase gebunden. Es ist als Zwickelfüllung, als Einschluß in Pyrit bzw. untergeordnet auch Arsenopyrit, und selten auch als "Freigold" in Quarz anzutreffen. Elektrum ist häufig im Silber/Goldgehalt zoniert. Die silberreichen Bereiche liegen randlich. Die jüngere Bildungsphase besteht vor allem aus Galenit, Pb-Sb-Sulfiden, Tetraedrit, Bournonit, Chalkopyrit und untergeordnet Cd-Phasen, Telluriden, Sphalerit, Meneghinit und Ullmannit. Auffallend selten ist Sphalerit. Die jüngere Phase überprägt die erste Phase und füllt Risse in früher gebildeten Mineralen. Teilweise kann Elektrum auch in Paragenese mit Ullmannit-Tetraedrit und Pb-Sulfosalzen angetroffen werden.

Die ältere Bildungsphase ist um 400°C gebildet worden (Arsenopyrit-Thermometer). Die jüngere Phase wurde sicherlich über 300°C gebildet (Stabilität von Meneghinit). Die Sulfidparagenesen equilibrierten sich mit sinkender Temperatur (Entmischungslamellen von Diaphorit in Galenit).

Entlang einem Straßenprofil wurden repräsentative Gesamtgesteine beprobt und auf die Haupt-, Neben- und Spurenelemente untersucht. Metapelite zeigen keinerlei Anreicherung an Schwermetallen, diese sind auf Grünschiefer beschränkt. Im Bereich der Metavulkanite sind As- und Ni-Anomalien auffallend. Beiderseits einer an einen Bewegungshorizont gebundenen Arsenopyrit-Vererzung konnten mehrere Meter breite Arsenanreicherungen nachgewiesen werden. Auch ganggebundene Vererzungen zeigen eine solche Anreicherung. Quarz-Karbonatgänge sind in den Metavulkaniten von einigen cm-breiten Alterationszonen begleitet. Diese Alterationen werden von Plagioklas – Fe-Dolomit und Quarz aufgebaut.

Die Elektrum-Arsenopyrit-Vererzung Straßegg ist somit eine schichtgebundene, gangförmige Vererzung. Die Gänge schneiden die Schieferung unter einem geringen Winkel. Die regionale Tektonik ist durch eine NE–SW gerichtete Extension geprägt. Die Gänge werden in diesem Regime geöffnet und progressiv gefaltet. Gangbildung und Vererzung werden demnach mit der Oberkreide Extension, Metamorphose und dem damit in Verbindung stehenden fluid flow in Verbindung gebracht. Isotopengeochemische Untersuchungen und mineralogische Ergebnisse zeigen, dass die Mineralisation und die Gänge in einem durch das Nebengestein gepufferten Fluid Regime gebildet wurden.

Diese Dissertation wurde vom FWF-Projekt 12180-TEC (A. Mogessie & O. Thalhammer) gefördert.

## Literatur

- BOJAR, H.-P., BOJAR, A.-V., MOGESSIE, A., FRITZ, H. & THALHAMMER, O. A. R. (2001): Evolution of veins and sub-economic ore at Straßegg, Paleozoic of Graz, Eastern Alps, Austria: evidence for local fluid transport during metamorphism. - *Chemical Geology*.
- BOJAR, H.-P., MOGESSIE, A. & THALHAMMER, O. A. R. (1998): Die Mineralogie der Elektrum-Arsenopyrit-Vererzung am Straßegg, Breitenau am Hochlantsch/Gasen Steiermark, Österreich. - *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark*, 128, 57-76.