

**DIE SULFIDMINERALISATIONEN VON ARZBERG (STEIERMARKE):
ERGEBNISSE PETROGRAPHISCHER, MINERALCHEMISCHER
UND GEOCHEMISCHER UNTERSUCHUNGEN**

M. M. Feichter^{1, 2} & A. Mogessie¹

¹Institut für Mineralogie und Petrologie
Universität Graz, Universitätsplatz 2, A-8010 Graz, Austria
²Rotekreuzstrasse 7, D-30627 Hannover, Germany

Das Revier Arzberg-Haufenreith liegt im oberostalpinen Deckenkomplex des Grazer Paläozoikums. Von etwa 1200 bis 1927 wurde sporadisch untertägiger Bergbau auf Ag-hältige Bleierze betrieben. Die Metallanomalien (Pb, Zn, Ba und Ag) beschränken sich auf niedrig- bis mittelgradig metamorphe, vorrangig mergelige Paraserien obersilurisch bis mitteldevonischen Alters ("Arzbergformation") der Schöckeldecke. Zwei sulfidische Mineralisationstypen werden unterschieden: (1) Geringmächtige, feinkörnige, stratiforme Vererzungen (Bleiglanz+Magnetkies+Pyrit), die lateral in Barytmineralisationen übergehen. Das konkordante Auftreten der Mineralisationen innerhalb der Wirtsgesteine spricht für eine synsedimentäre Metallanlieferung und -fällung in beckenförmigen Erzfallen [1]. Die stratiforme Mineralisation zeigt charakteristische Merkmale für "Stockwerk"-, bzw. "feeder"-Systeme aus SEDEX-, bzw. VMS-Lagerstätten. (2) Ein grobkörniger, epigenetischer Mineralisationstyp (Bleiglanz+Kupferkies+Pyrit), der an diskordante Quarz-Karbonat-Dehnungsgänge in tuffitischen Chlorit-Biotitschiefern gebunden ist.

Stratiforme magnetkiesreiche Vererzungen – in Paragenese mit Pyrit, bzw. Bleiglanz – sind lediglich im Süden des Stollensystems aufgeschlossen. Im Norden treten dagegen fast ausschließlich reine Bleiglanzmineralisationen auf. Zinkblende und Kupferkies sind als Nebengemengteile bevorzugt in den magnetkiesreichen Paragenesen vertreten. Als Akzessorien kommen Ag-führende Phasen (Freibergit, Pyrargyrit, Ag-Au-Hg Legierungen), Cobaltit [CoAsS], Ullmannit [NiSbS] und Breithauptit [NiSb] ausnahmslos in enger Assoziation mit Bleiglanz vor. Der beprobte Lagerstättenbereich liegt im mittelsteil nach Norden einfallenden Nordschenkel einer großräumigen E-W streichenden Antiklinale. Daher kann der kontinuierliche Übergang von S nach N mit einer räumlichen Zonierung einer stratigraphisch liegenden, proximalen Magnetkiesfällung zu einer hangenden, distalen Bleiglanz-Mineralisation interpretiert werden. Intensive Deformation wie Isoklinalverfaltung und multiple Abschiebungen unterschiedlichster Größenordnungen erschweren die Rekonstruktion des ursprünglichen Ablagerungsraumes und der Mineralsukzession.

Die stratiformen Sulfidvererzungen lassen sich mineralogisch und geochemisch in vier Paragenesetypen unterteilen, vom Typ I im Norden bis zum Typ IV im Süden des Untersuchungsgebietes. Diese Typen unterscheiden sich zusätzlich in Paragenese und Mineralchemie der Gangartminerale. Die magnetkiesdominierten Vererzungen sind an chloritreiche Paragenesen gebunden, während die bleiglanzreichen Typen in karbonatischen Nebengesteinen liegen, in denen als Besonderheit Stilpnomelan auftritt.

Kupferkies führt reproduzierbar hohe Ag-Gehalte (bis 7000 ppm in Paragenese III), während die Ag-Konzentrationen im Bleiglanz meist unterhalb der Nachweisgrenze der Mikrosonde liegen (< 500 ppm). Bis zu 700 ppm Co und Ni wurden in Magnetkies gemessen. Pyrit ist Co-dominiert (bis zu 8700 ppm Co, max. 2000 ppm Ni). Der Fe-Gehalt von Zinkblende schwankt in der Sulfidvererzung von 5 bis etwa 8 Gew.%. Die Zinkblenden der Barytmineralisation sind mit Fe-Gehalten < 1 Gew.% deutlich Fe-ärmer.

Die Fahlerze sind als Freibergite zu klassifizieren (Ag-Gehalte > 20 Gew.%, As < 1 Gew.%). Der durchschnittliche Ag-Gehalt liegt in der Typ I Mineralisation bei 27 Gew.% und steigt in den Typen II und III deutlich über 30 Gew.% an. In Berührungsparagenese mit diesen Ag-reichen Fahlerzvarietäten stehen wenige μm große Erzphasen mit Ag > 43 Gew.%, die sich optisch und chemisch von Freibergit und Pyrrargyrit abheben und wahrscheinlich eine eigenständige, homogene, fahlerzähnliche Mineralphase repräsentieren.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden erstmals Ag-Au-Hg Legierungen aus Arzberg dokumentiert. Sie sind bevorzugt an Rissfüllungen ausgeheilter Pyrite der Vererzungstypen I und II gebunden und mit Ag-Gehalten zwischen 66 und 84 Mol% sowie Au-Gehalten zwischen 17 und 32 Mol% als goldführendes Silber anzusprechen. Der Hg-Gehalt liegt zwischen 0 und 6 Mol%.

Die Chemismen von Karbonat und Chlorit unterliegen, bezogen auf ihre räumliche Entfernung zum Vererzungshorizont, starken Schwankungen. So beobachtet man eine Verschiebung von sehr Fe-reichen Varietäten (Siderit, Ankerit und Daphnit) im unmittelbaren Vererzungsbereich über Mg-reichere Ankerite im Alterationsbereich bis hin zu Calcit und Rhipidolith im hydrothermal unbeeinflussten Nebengestein. Die Begleitminerale der diskordanten Quarz-Karbonat-Gänge sind chemisch nahezu äquivalent ihren unmittelbaren Umgebungsgesteinen (tuffitische Chlorit-schiefer).

Hellglimmer sind ausnahmslos phengitisch ($3.4 < \text{Si}/^{4}\text{Al} < 4.8$) und reich an Ba (bis 7.7 Gew.% BaO). Stilpnomelan ist Fe-reich ($0.83 < X_{\text{Fe}} < 0.93$), liegt in enger Assoziation mit Siderit und Magnetit vor und führt außergewöhnlich hohe BaO-Konzentrationen (1.9–2.7 Gew.%). Feldspäte sind in die Alkalifeldspatreihe Orthoklas-Albit einzuordnen; die maximale Celsiankomponente in Kalifeldspat liegt bei knapp 3.8 Mol%, die Anorthitkomponente in Albit ist mit max. 0.3 Mol% sehr gering. Die Turmaline sind als Mischglieder der Schörl-Dravitreihe mit deutlicher Fe-Vormacht einzustufen [2].

Die Sulfidvererzungen in Arzberg sind Pb-dominiert (max. 36 %) sowie arm an Cu (< 0.2 %), Zn (< 1.5 %) und As (< 150 ppm). Au (< 620 ppb) und Ag (< 340 ppm) sind in den Paragenesetypen I bis III angereichert. Die Untergliederung in die Paragenesetypen I bis IV ist typisch für eine lateral und vertikal zonierte sedimentgebundene Sulfidlagerstätte mit $\text{Cu} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{Pb} (+\text{Ag}, \text{Au}) \rightarrow \text{Ba}$.

Pb-Isotopenmessungen ergeben ein ^{207}Pb - ^{206}Pb Modellalter von 460 Mio. Jahren, und deuten somit auf altes kontinentales Krustenblei als Metallquelle hin. Die Schwefelisotope der konkordanten Sulfiderze weisen positive Werte zwischen +3 und +6 ‰ [PDB] auf. Pyrite aus den tuffitischen Nebengesteinen haben sehr leichten Schwefel (-9 ‰). Die S-Isotopie von Baryt (+16.9 ‰) stimmt gut mit unter- bis mitteldevonischem Meerwasser (+18 ‰) überein.

Quarz und Karbonat zeichnen sich durch vergleichbar schwere Sauerstoffisotopenverhältnisse von +18 bis +20 ‰ [SMOW] aus. Homogene Sauerstoff-Isotopendaten von Quarzen der verschiedenen Vererzungstypen, sowie Fraktionierungen zwischen Quarz, Chlorit und Magnetit deuten auf Äquilibrierung mit metamorphen Fluiden bei 400–500°C hin.

Temperaturabschätzungen mittels Chloritthermometrie ergeben 320 bis 360°C, und mittels Siderit-Ankerit-Paaren 350 bis 580°C für die metamorphe Überprägung von Mineralisation und Nebengesteinen. Die Phengitkomponente in Hellglimmern weist auf Minimaldrucke von 3.0–5.5 kbar hin, während das Zinkblendebarometer (Zinkblende in Paragenese mit Pyrit und Magnetkies) unrealistisch hohe Drucke liefert.

Das Projekt P12180-TEC wurde vom Fond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) unterstützt.

Literatur

- [1] WEBER, L. (1980): Die Blei-Zinkerzlagerstätten des Grazer Paläozoikums und ihr geologischer Rahmen. - Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt, 12, 289 Seiten.
- [2] FEICHTER, M. M., MOGESSIE, A., THALHAMMER O. A. R. & WEBER, L. (1998): Die Pb-Zn Lagerstätte Arzberg/Steiermark. - Mitteilungen der Österreichischen Mineralogischen Gesellschaft, 143, 271-272.