

SBORNÍK NÁRODNÍHO MUZEA V PRAZE

ACTA MUSEI NATIONALIS PRAGAE

Volumen XXX B (1974), No. 4-5

REDAKTOR JIŘÍ ČEJKA

JOSEF VEPREK¹ – ALENA HOFFMANOVÁ¹ – VLADIMÍR HOFFMAN² – ZDENĚK TRDLIČKA²

MINERALOGISCH-CHEMISCHE FORSCHUNG DES GEDIEGENEN SILBERS AUS DEM ERZREVIER VON KUTNÁ HORA

MINERALOGICKO-CHEMICKÝ VÝZKUM RYZÍHO STŘÍBRA Z KUTNOHORSKÉHO RUDNÍHO REVÍRU

[Vorgelegt im Dezember 1974]

Abstract

Během podrobného mineralogického studia rudního revíru Kutná Hora byl na různých místech zjištěn výskyt ryzího stříbra (vzácně s malou příměsí alargenta). Je zarostlé v křemenné nebo křemen-kutnohorit-rodochrozitové žilovině jako různé zprohýbané plíšky, drátky a šupinky o řádové velikosti 0,X—X mm (max. 3 mm). Na čerstvé ploše je ryzí stříbro bílé, žlutobílé, světle žluté, smetanově bílé až červenožluté; na vzduchu tyto barvy přecházejí do tmavě šedých až černých odstínů. Mikroskopicky je bílé se smetanovým odstínem, izotropní, což je odlišuje zvláště od makroskopicky podobného alargenta. Ryzí stříbro a další zjištěné fáze systému Ag-Sb (Sb-stříbro, alargentum) se nevyskytují většinou samostatně, nýbrž společně, což platí hlavně o alargentu a Sb-stříbru, srůstající buď společně nebo s ryzím stříbrem, které bylo někdy nalezeno jako samostatná fáze zmíněného systému. Uvedené nerosty obrůstají pyrit I a křemen I a zatlačují tetraedrit, kalcit I a hlavně pyrargyrit a miargyrit. Jsou zatlačovány akantitem. Sukcesivně spadají s pyrargyritem a miargyritem do jedné z nejmladších mineralizačních period minerogenetického procesu.

Pro ryzí stříbro z Kutné Hory je charakteristický zvýšený obsah antimonu.

Einführung

Das Kuttenberger Erzrevier ist schon von historischer Zeit durch die Anwesenheit von Silbererzen bekannt. Das alte Schrifttum führt zwar von den Silbererzen auch das Vorkommen vom gediegenen Silber an (in J. KRATOCHVÍL, 1958), welches aber in neuer Zeit nicht bestätigt

¹ Bezirksmuseum — Kutná Hora.

² Institut für mineralische Rohstoffe — Kutná Hora, Sedlec, 425.

wurde. Erst während des ausführlichen mineralogischen Studiums (1969 bis 1974) namentlich des Haldenmaterials nach der alten historischen Förderung gelang es dem ersten Verfasser, gediegenes Silber (selten mit kleiner Beimengung von Allargentum), welches auch makroskopisch zu beobachten ist, an verschiedenen Stellen des Kuttenberger Erzreviers zu finden. Akzessorisches Vorkommen des Allargentums aus dem gleichzeitigen Grubenbau auf dem Reizser-Erzzug (nördlicher Teil des Kuttenberger Erzreviers) haben M. KVAČEK und F. NOVÁK (1972) beschrieben. Die Ergebnisse unserer Forschung haben die Richtigkeit der alten Angaben über die Funde des gediegenen Silbers im Kuttenberger Roherz bestätigt, aber bisher fehlten genaue Angaben über seine chemische Zusammensetzung und strukturelle Eigenschaften. Weil uns zahlreiches, passendes Studiumsmaterial aus dem ganzen Erzrevier zu dieser Forschung jetzt zur Verfügung stand, legen wir diesen Bericht mit den Ergebnissen des Studiums vor. Das Studiumsmaterial wird in den Sammlungen von Bezirksmuseum in Kutná Hora und von Nationalmuseum in Praha angelegt.

Lokalisation, Beschreibung und Mineralassoziation der Proben mit gediegenem Silber

Im Kuttenberger Erzrevier wurden verschiedene Gebilde des gediegenen Silbers sichergestellt — mannigfaltig verbogene Blechplättchen, Drähtchen, Knollen und Schuppen, deren Grösse stellenmässig von 0, X zu X mm schwankt. Auf der frischen Oberfläche ist das gediegene Silber weiss, gelbweiss, hellgelb, creme bis rotgelb, aber diese Farben gehen oft in die dunkelgrauen bis schwarzen Tönen über, was den feinen Überzügen der Silberumwandlungsprodukte zu zuschreiben ist. Gediegenes Silber kommt vorwiegend in der Quarzgangart mit Pyrargyrit, Miargyrit, Tetraedrit und Akanthit vor, und es kristallisierte besonders an den Stellen mit den Vorkommen von Mangancarbonaten (Rhodochrosit und Kutnohorit). Nähere Lokalisation der studierten Vorkommen mit ausführlicherer Beschreibung des gediegenen Silbers und seiner Mineralvergesellschaftung in einzelnen Erzügen des Erzreviers werden in folgender Übersicht angeführt.

Mikroskopische Charakteristik des gediegenen Silbers

Mikroskopisch besitzt gediegenes Silber weisse Farbe mit leichtem Stich nach creme, was es wie von Sb-Silber, so auch von Allargentum abweichend macht. Sb-Silber ist weiss mit einem cremegrauen Stich und bei ihm ist nur weniger niedrigeres Reflexionsvermögen zu beobachten. Allargentum ist dagegen weiss mit grauem Stich und sein Reflexionsvermögen scheint auffallend niedriger als beim gediegenen Silber zu sein. Gediegenes Silber und das Sb-Silber sind isotrop im Gegenteil zu Allargentum, welches durch sichtbare Anisotropie charakterisiert wurde (die Anisotropiefarben: dunkelgrau — hellgrau). Die allotriomorphen, in feinkörnigen Aggregaten zusammengestellten Körner des Allargentums bilden oft eine Mosaikstruktur. Beschriebene optische Eigenschaften

dieser Minerale machen sich bei der Beobachtung in der Ölimmersion ausdrucksvoller.

Es wurde in manchen Anschliffen des Erzmaterials von Kutná Hora mikroskopisch festgestellt, dass gediegenes Silber, Sb-Silber und Allargentum grösstenteils nicht selbstständig, sondern gemeinsam als einzelne Phasen des Ag-Sb-Systems vorkommen. Dieses gilt namentlich über Allargentum und Sb-Silber, die in der Regel nicht homogen sind und die entweder gemeinsam, oder mit gediegenem Silber in der Mineralvergesellschaftung stehen.

Gediegenes Silber, Sb-Silber und Allargentum wachsen Pyrit I und Quartz I um, sie verdrängen Tetraedrit (silberreich), Calcit I und hauptsächlich Pyrargyrit und Miargyrit, in welchen sie netzartig durchdringen (namentlich gediegenes Silber) und sie örtlich intensiv metasomatisch ersetzen, wodurch es zur Entstehung von relikten bis myrmekitähnlichen Strukturen kommt. Das Sb-Silber bildet — neben den körnigen Aggregaten — auch feine leistenförmige Gebilde im Miargyrit, welche ihn sehr intensiv verdrängen. Die Paare in Systemen: gediegenes Silber — Sb-Silber und Sb-Silber — Allargentum verwachsen miteinander fingerförmig, sie wachsen sich intim durch, oder gediegenes Silber (bzw. Sb-Silber) säumt die körnigen Aggregate des Allargentums ein.

Diese Ag-Phasen gehören mit Pyrargyrit und Miargyrit sukzessiv zu einer von jüngsten Mineralisationsperiode, welche durch grösste Akkumulation von edelmütigen Silbermineralen, zu welcher bei dem mineralogenetischen Prozess in den Erzgängen des Kuttenberger Erzreviers gekommen ist, dadurch charakterisiert wird.

Chemische Zusammensetzung des gediegenen Silbers

Chemische Gesamtzusammensetzung der studierten Proben von gediegenem Silber (bzw. vom Allargentum) wurde mit Hilfe der qualitativen Spektralanalyse (Tabelle 1) ermittelt. Mit Hilfe der Elektronenstrahlmikrosonde (Tabelle 2) wurden einige Proben des gediegenen Silbers und des Allargentums verfolgt. Von den durch beide Analysen festgestellten Elementen können nur solche für die Diskussion als typisch bezeichnet werden, die im Kristallgitter des gediegenen Silbers (bzw. des Allargentums) gebunden werden: As, Au, Bi, Cu, Hg, Sb und Zn. Weitere spektrographisch ermittelte Elemente gehören zu den heterogenen Mineralbeimengungen, welche es unmöglich war, wegen ihrer intimen Durchwachsung mit gediegenem Silber, von diesem Mineral abzutrennen.

Arsen — kommt in drei Proben als problematisches oder untergeordnetes Element vor. Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese winzige Arsenkonzentrationen im Kristallgitter des gediegenen Silbers gebunden werden könnten, weil kein heterogener Arsenopyrit — als Hauptträger des Arsens — in der dichten Mineralvergesellschaftung mit gediegenem Silber beobachtet wurde. Ähnliche Tatsache hat A. H. CLARK (1972) im Falle des Silbers aus der Lagerstätte Alacrán (Chile) hingewiesen; seinen Analysen nach enthält dieses Silber 0,1—3,1% As und es steht dazu vom Interesse, dass dieses arsenführende Silber bei relativ niedrigen Temperaturen entstanden worden war — 100—250 °C.

Tabelle 1. Qualitative Spektralanalyse des gediegenen Silbers von Kutná Hora

Probe	Ag	Al	As	Au	Bi	Ca	Cd	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	Pb	Sb	Si	Ti	Zn
1	■							•	•			•		?	•			●
2	■						•	•	○					•	■			■
3	■							○							●			•
4	■						?	•				?		•	●			•
5	■	●	?			○	?	•	○	○	•	•		○	■	●	•	○
6	■	○				○	•	●	○	•	•	•		○	●	●		○
7	■	○	○	•	○	○	?	○	●	○	•	•		●	●	●		•
8	■		?				•	○	•	•		•	•	•	■			○

Ranggruppen der Elemente :

■ X 0 % □ ● 0, X % □ • < 0, 0 X %.

■ X % □ ○ 0, 0 X % □ ? problematische Anwesenheit

Bemerkungen zur Tabelle 1: negative Elemente in allen Proben:

B, Ba, Be, Co, Cr, F, Ga, Ge, In, K, Li, Mo, Na,
Nb, P, Sc, Sr, Ta, Te, Tl, U, V, W, Y, Yb, Zr.

(Analytiker: Dr. J. Litomiský, Institut für mineralische Rohstoffe, Kutná Hora, 1973. Spektrograph Q 24, Gleichstrombogen 6 A, Graphitelektroden, die Proben wurden mit Graphit analysiert, Exposition 2,5 Min. Wegen des Probemangels wurden die Proben 1—4 und 8 mit Glasfaser, auf welcher sie für die Röntgenanalyse geklebt worden waren, analysiert. Aus diesem Grund wurden in diesen Proben folgende Elemente spektrographisch nicht ausgewertet: Al, Ca, Mg und Si.)

Lokalisation der Proben:

1. Gutglücker-Erzzug, obere Erzzone (Ag 150).
2. Greifer-Erzzug, Haldenmaterial in der Nähe des Denkmals „Der Kelch“ (Ag 111, 112).
3. Greifer-Erzzug, Haldenmaterial in der Nähe des Denkmals „Der Kelch“ (Ag 106).
4. Esel-Erzzug, Haldenmaterial in der Nähe der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 117).
5. Esel-Erzzug, Sonde in der Halde bei der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 1).
6. Esel-Erzzug, Haldenmaterial in der Nähe der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 72).
7. Esel-Erzzug, Haldenmaterial in der Nähe der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 16).
8. Rowener-Erzzug, Haldenmaterial im nördlichen Teil des Erzzuges (Ag 146).

Tabelle 2. Quantitative chemische Zusammensetzung des gediegenen Silbers und des Allargentums von Kutná Hora

Element (%)	Gediegenes Silber								Allargentum	
	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6	Probe 7	Probe 8	Probe 9	Probe 10
Ag	100,22	99,07	99,0	98,61	97,8	97,04	96,03	95,71	84,92	84,4
Au	n.b. ¹⁾	n.b.	n.b.	n.b.	0,3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,3
Cu	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Zn	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Sb	0,00	0,07	1,6	0,00	2,8	2,84	2,79	3,55	15,52	15,9
As	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,03
S	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,03	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,1
Summe	100,22 ^{a)}	99,14 ^{a)}	100,6 ^{b)}	98,61 ^{a)}	101,53 ^{b)}	99,89 ^{a)}	98,82 ^{a)}	99,26 ^{a)}	100,45 ^{a)}	100,73 ^{b)}

Bemerkung zur Tabelle 2: ¹⁾ n.b. = nicht bestimmt

(Analytiker: a) Dipl.-Ing. A. Langrová, Tschechoslowakische Akademie der Wissenschaften von Praha, 1975.
Elektronenstrahlmikrosonde, Modell JXA - 50A, Anregungsspannung 20kV, Probestrom 3.10^{-8} A.
Standarde: Ag und Sb — reinste Metalle.

b) Dipl.-Ing. V. Hulínský, CSc. und V. Mothěžíková, Technische Hochschule von Praha, 1972.
Elektronenstrahlmikrosonde, Modell JXA - 5, Anregungsspannung 20 kV, Probestrom 3.10^{-8} A.
Standarde: Ag₂S, ZnS, As₂Se₃, Au, Cu und Sb — reinste Metalle.]

Lokalisation der Proben:

1. Esel-Erzzug, Haldenmaterial im Gebiet der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Probebezeichnung G 3142 + G 3143).
2. Greifer-Erzzug, Haldenmaterial aus dem Wasserleitungsaushub östlich vom Gedenkmal „Der Kelch“ (Ag 101).
3. Esel-Erzzug, Haldenmaterial im Gebiet der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 72).
4. Dieselbe Lokalisation (Ag 16).
5. Esel-Erzzug, Sonde in der Halde bei der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 1).
6. Gutglücker-Erzzug, Haldenmaterial aus der oberen Erzzone (Ag 149).
7. Esel-Erzzug, Haldenmaterial im Gebiet der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 98).
8. Esel-Erzzug, Sonde in der Halde bei der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Probebezeichnung TR M).
9. Greifer-Erzzug, Haldenmaterial aus dem Wasserleitungsaushub östlich vom Gedenkmal „Der Kelch“ (Ag 106).
10. Esel-Erzzug, Haldenmaterial im Gebiet der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 117).
Allargentum aus dem Pirkner-Platz (im nördlichen Teil des Esel-Erzzuges) enthält 15.45 % Sb.

Gold — wurde durch die Elektronenstrahlmikrosonde in gediegenem Silber und Allargentum aus dem Esel-Erzzug (0,3 % Au) sichergestellt. Auch die qualitative Spektralanalyse hat in einem Falle den Spurengehalt vom Gold verzeichnet. Die Anwesenheit des Goldes im gediegenen Silber überrascht gar nicht, weil das Silber mit dem Gold verschiedene Legierungen (feste Lösungen) von variablen Zusammensetzungen bildet. Das Gold ist auch in anderen, mit gediegenem Silber in der Mineralvergesellschaftung stehenden Ag-Mineralen (Pyrargyrit, Freibergit, Akanthit, selten auch Proustit) anwesend und stellt darum ein typisches topomineralisches Element der jüngeren silberführenden Erzassoziatio­n besonders in den südlichen und südwestlichen Teilen des Kuttenberger Erzreviers dar.

Wismut — der Einbau dieses Elements im Kristallgitter des gediege­nen Silbers scheint problematisch zu sein, weil das Wismut nur einmal in geringen Mengen in der Probe des gediegenen Silbers von Esel-Erz­zug festgestellt wurde. Da wir keine selbstständigen Wismut-Minera­le aus dieser Assoziatio­n mikroskopisch beobachtet haben, können wir eine Voraussetzung machen, dass das Wismut in Form der festen Lösung im gediege­nen Silber vielleicht anwesend könnte (siehe auch Ch. PALACHE — H. BERMAN — C. FRONDEL, 1946; F. V. ČUCHROV et al., 1960).

Kupfer — es scheint wahrscheinlich zu sein, dass kleine Menge dieses Elements offenbar im Kristallgitter des gediegenen Silbers als feste Lösung gebunden wird, was auch die Analyse mit Hilfe der Elektronen­strahlmikrosonde bestätigt hat (bis 0,1 % Cu).

Quecksilber — wurde in der Spurenkonzentration (Probe aus dem Rowener-Erzzug) oder stellenmässig 0,0X — < 0.0X % (Probe aus dem Esel-Erzzug) sichergestellt. Es steht von der Möglichkeit, das Quecksilber wahrscheinlich als feste Lösung im Kristallgitter des gediegenen Silbers zu diskutieren.

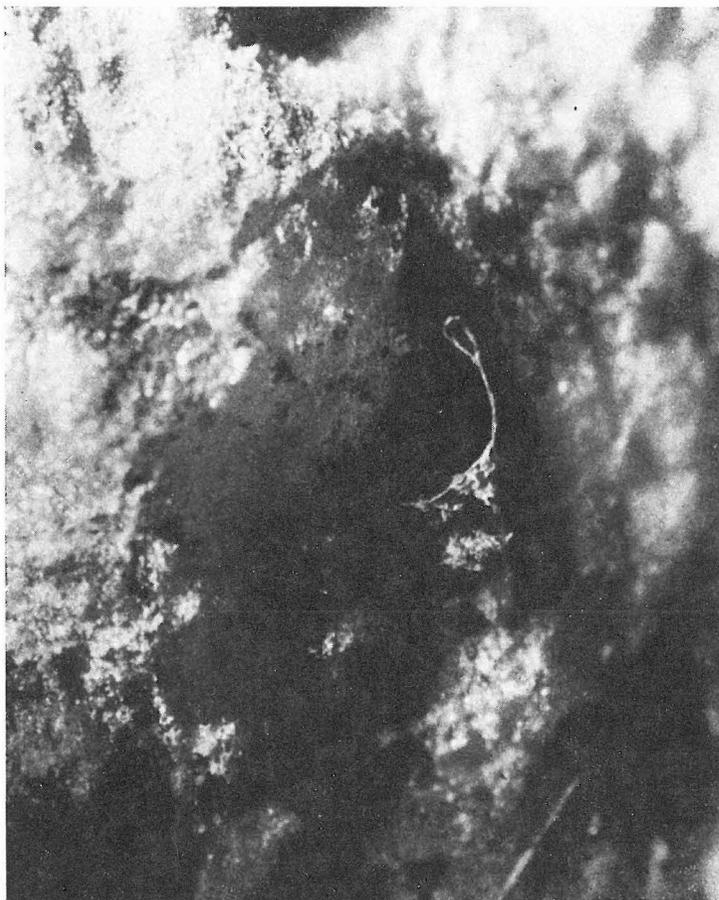
Antimon — die Gehalte dieses Elements im gediegenen Silber (bzw. im Sb-Silber) von Kutná Hora schwanken von 0,00 bis zu 3,55 %, und nur im Allargentum erreichen sie den Wert bis 15,9%. Weil aber die Konzentration des Antimons in der Mehrheit von analysierten Proben den Wert 11 % Sb nicht übergestiegen ist, ist es nötig, diese Minerale vorwiegend für gediegenes Silber (evtl. Sb-Silber) zu halten. Allargentum enthält zwar — auf Grund der Forschung vom binaren Ag-Sb-Phasen­system — 11,2 bis 16,2 % Sb (in W. UYTENBOGAARDT — E. A. J. BURKE, 1971). Dieses haben auch die Ergebnisse der Röntgenanalysen bestätigt, welche vor allem die Existenz des gediegenen Silbers nur mit kleinen Beimengungen von Phase α (=Sb-Silber) und ϵ (=Allargentum) im Kuttenberger Erzrevier nachgewiesen haben.

Zink — die Analyse mit Elektronenstrahlmikrosonde ergab im gediege­nen Silber 0,2 % Zn. Daraus kann man entnehmen, dass das Zink in das Kristallgitter des gediegenen Silbers als feste Lösung im beschränkten Mass eintreten kann. Nur in den Proben, wo zur Erhöhung der Zink­konzentration kam, ist es notwendig, das Zink (sowie auch das Cadmium) auf heterogenen Sphalerit zurückzuführen.

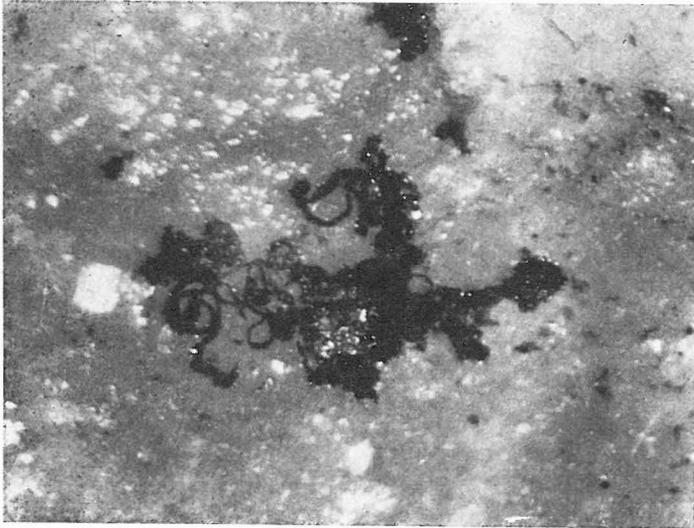
TAFEL I.



TAFEL II.

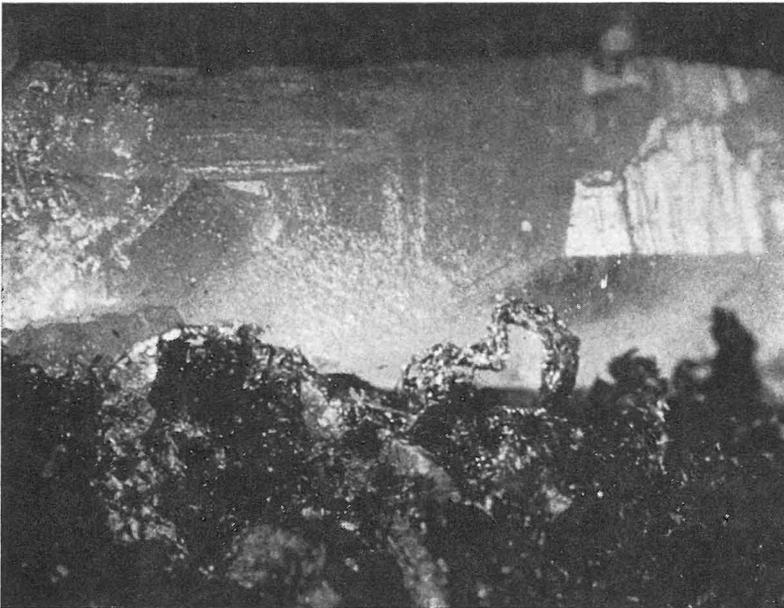


TAFEL III.

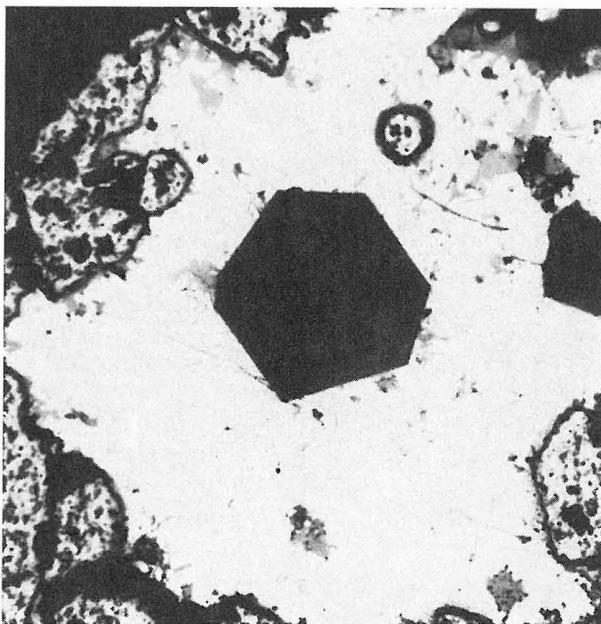


3

4

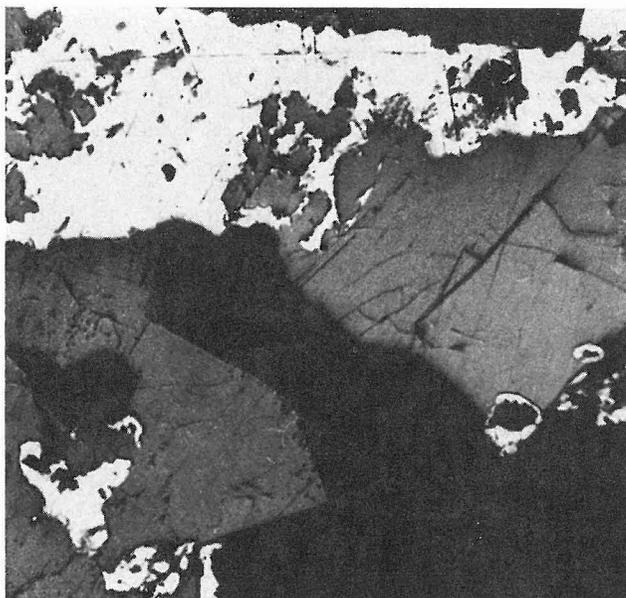


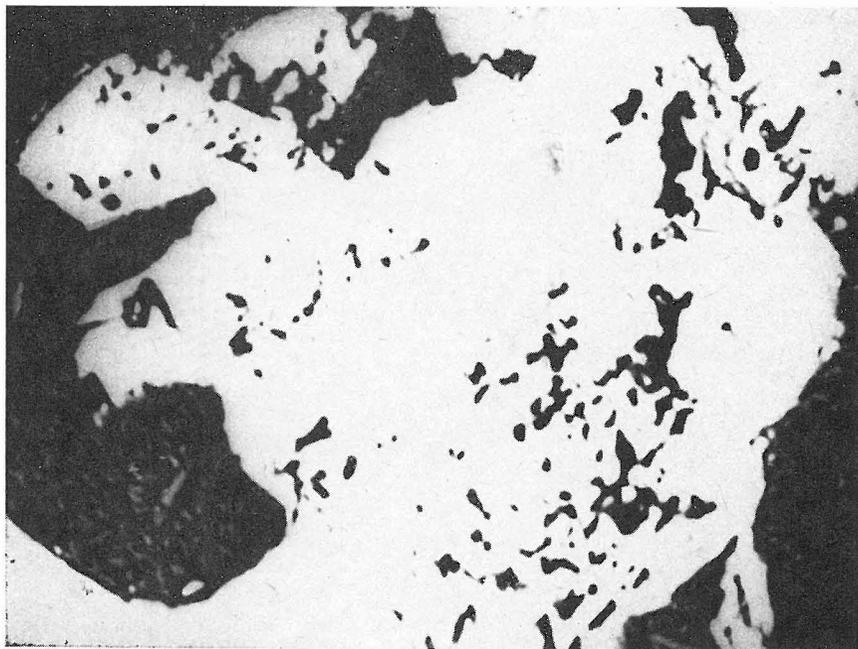
TAFEL IV.



5

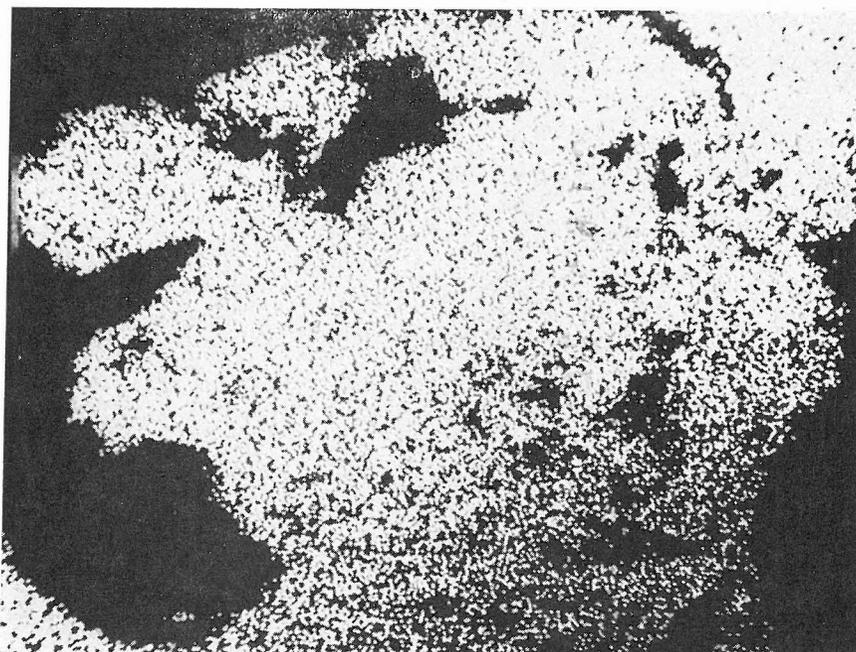
6



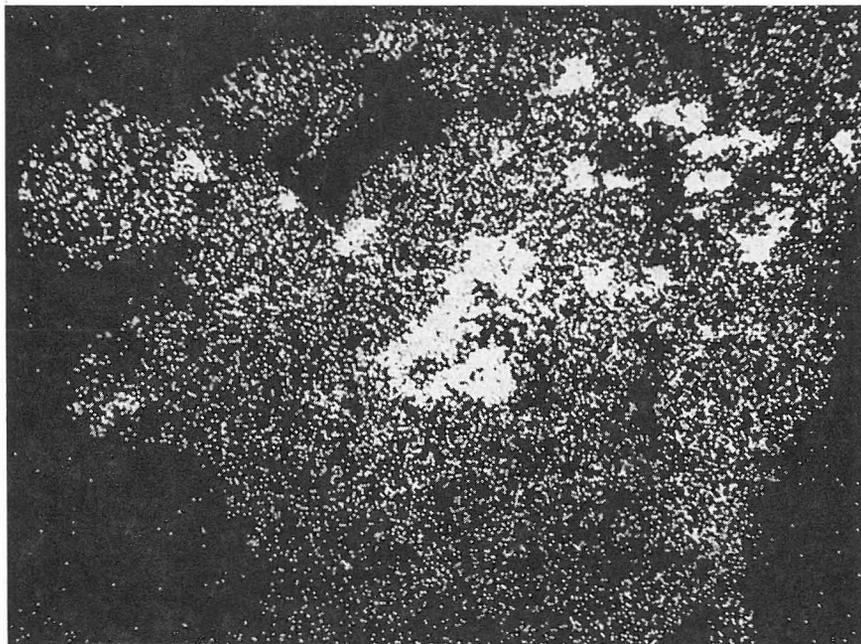


8

7

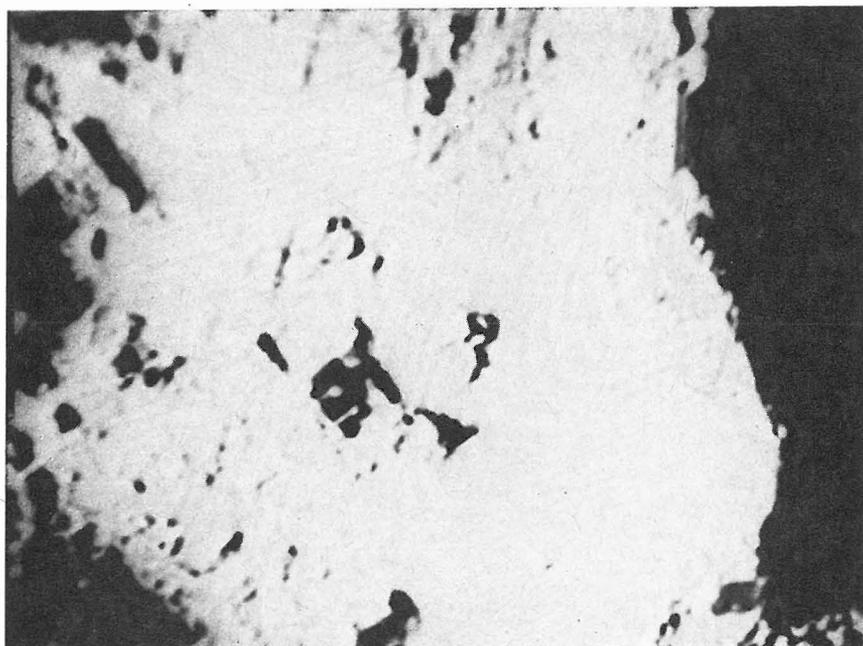


TAFEL VI.

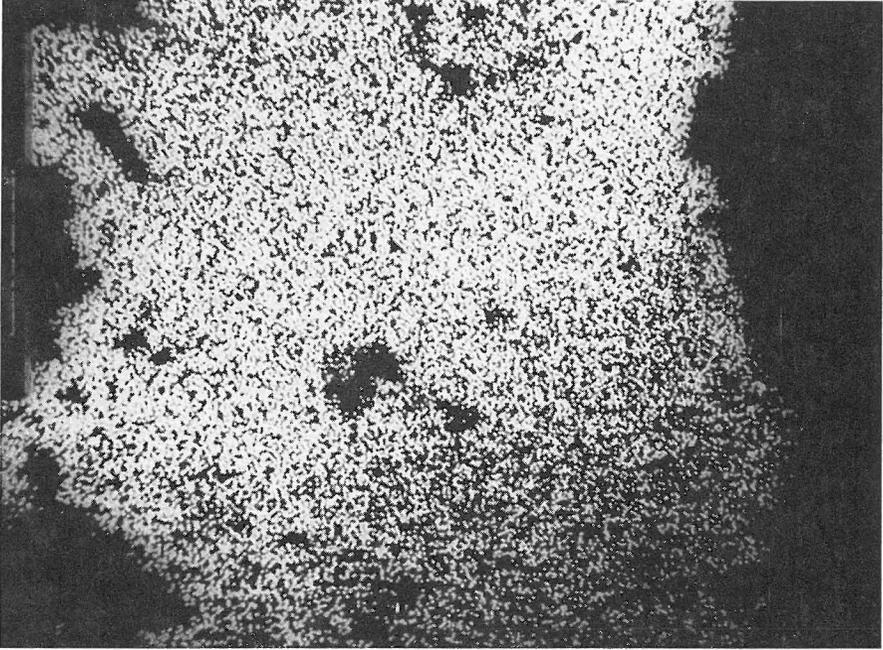


9

10

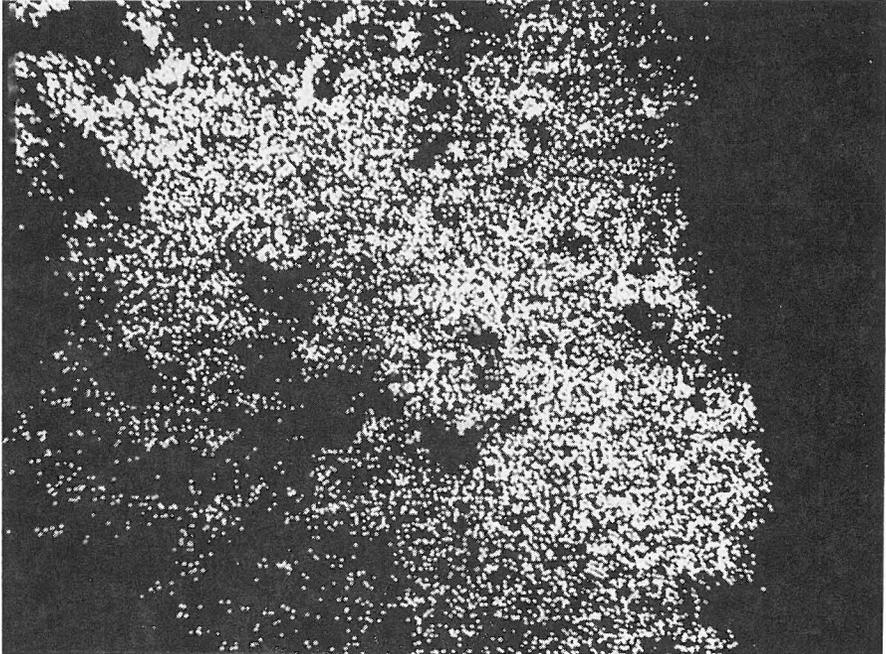


TAFEL VII.



12

11



TAFELERKLÄRUNGEN

- Abb. 1. Die Blechplättchen und Gallen des gediegenen Silbers wachsen auf die Quarz-Kristallen auf. Kutná Hora, Esel-Erzzug, Ag 1. Vergr. 10 mal. Photo: V. Štefan.
- Abb. 2. Ein Drähtchen des gediegenen Silbers im Quarz-Hohlraum. Kutná Hora, Esel-Erzzug, Ag 165. Vergr. 20 mal. Photo: V. Štefan.
- Abb. 3. Drahtförmiges gediegenes Silber auf dem Quarz. Kutná Hora, Greifer-Erzzug, Ag 111. Vergr. 15 mal. Photo: V. Štefan.
- Abb. 4. Ein Drähtchen des gediegenen Silbers wächst auf dem Kontakt des Sphalerits (schwarz) mit Quarz (grau). Kutná Hora, Greifer-Erzzug, Ag 101. Vergr. 20 mal. Photo: V. Štefan.
- Abb. 5. Gediegenes Silber (weiss) wächst Quarz (schwarz) und Pyrit (rauhe Oberfläche) um. Es enthält Pyrargyrit (grau). Kutná Hora, Esel-Erzzug, die Halde in der Umgebung der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche. Anschliff, ohne Nicols. Vergr. 200 mal. Photo: V. Hoffman, Z. Trdlička.
- Abb. 6. Gediegenes Silber (weiss) verdrängt Pyrargyrit (grau). Quarz ist schwarz. Kutná Hora, Esel-Erzzug, das Haldenmaterial aus der Umgebung der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche. Anschliff, ohne Nicols. Vergr. 250 mal. Photo: V. Hoffman, Z. Trdlička.
- Abb. 7. Elektronenbild des gediegenen Silbers. Kutná Hora, Gutglücker-Erzzug (Ag 149). Gesamtvergrößerung 300 mal.
- Abb. 8. Röntgenbild von Ag — L_{α} — Ag 149. Dieselbe Vergrößerung.
- Abb. 9. Elektronenbild von Sb — L_{α} — Ag 149. Dieselbe Vergrößerung.
- Abb. 10. Elektronenbild des Allargentums. Kutná Hora, Greifer-Erzzug (Ag 106). Gesamtvergrößerung 300 mal.
- Abb. 11. Röntgenbild von Ag — L_{α} — Ag 106. Dieselbe Vergrößerung.
- Abb. 12. Röntgenbild von Sb — L_{α} — Ag 106. Dieselbe Vergrößerung.
Photo der Abb. 7—12: M Kozumplíková.

Aus den Studiumergebnissen der chemischen Zusammensetzung des gediegenen Silbers aus dem Kuttenberger Erzrevier geht hervor, dass relative Erhöhung des Antimon-Gehaltes für dieses Mineral charakteristisch ist, wodurch das gediegene Silber von Kutná Hora von dem gediegenen Silber aus manchen Lokalitäten der Böhmisches Masse scheint abweichend zu sein (z.B. von Kostelní Střimelice, Příbram, Hodějovice, Jáchymov — Z. TRDLIČKA — V. HOFFMAN, 1972; Z. TRDLIČKA — Z. JANOVSÝ, im Druck). Geochemischer Charakter des gediegenen Silbers von Kutná Hora mit dem erhöhten Antimon-Gehalt wird dadurch verursacht, dass dieses Mineral an solcher Mineralvergesellschaftung teil nimmt, welche selbstständige, durch das Vorkommen von Ag-Sb-Mineralen (namentlich von Pyrargyrit, Miargyrit und von verschiedenen Ag-Sb-S-Mineralphasen) charakterisierte minerogenetische Phase darstellt.

Röntgenometrische Forschung

Röntgenometrisches Studium des gediegenen Silbers aus dem Kuttenberger Erzrevier wurde auf den abgetrennten Proben von Gutglücker-, Greifer-, Esel- und Rowener-Erzzügen durchgeführt. Aus den Ergebnissen dieses Studiums (Tabelle 3) kann man entnehmen, dass in den angeführten Erzzügen das gediegene Silber (von relativ höherer Feinheit) vorwiegend anwesend ist, während das Allargentum nur als kleinere Beimengung in der Probe des gediegenen Silbers aus dem Rowener-Erzzug festgestellt wurde. Einige Diffraktionslinien der Probe 3 aus dem Greifer-Erzzug haben bestimmte Erhöhung ihrer Werte gezeigt, was auf relativ höhere Antimon-Gehalte in diesem gediegenen Silber hinweisen könnte, wodurch diese Probe einige Parallelen mit Sb-Silber aufweist. Das Sb-Silber wurde auch aus dem Esel-Erzzug identifiziert, aber nur in der Mineralvergesellschaftung mit gediegenem Silber.

Aus dem Strukturpunkt kann man eine Zusammenfassung machen, dass im Kuttenberger Erzrevier hauptsächlich gediegenes Silber (evtl. Sb-Silber mit kubischem Strukturgitter) anwesend ist. Im gediegenen Silber wurde auch das Allargentum mit hexagonalem Strukturgitter in Form der beigemengten Phase sichergestellt. Das Sb-Silber (=Animit) und das Allargentum gehören nach H. STRUNZ (1970) zu der Huntolith-Dyskrasit-Strukturgruppe und nach dem neuesten Studium des Phasensystems Ag - Sb (W. PETRUK et al., 1970; S. SOMANCHI — L. A. CLARK, 1966) werden sie als α — Phase (=Sb-Silber) und ε — Phase (=Allargentum) bezeichnet. Das Allargentum wird manchmal auch unter Bezeichnung „ φ — Phase“ angeführt (in W. UYTENBOGAARDT — E. A. J. BURKE, 1971).

Vebreitung des gediegenen Silbers im Kuttenberger Erzrevier

Auf Grund der ausführlichen Forschung von Erzmaterialien mit Silber-Mineralen aus ganzem Kuttenberger Erzrevier wie im Terrain, so auch im Laboratorium, geht hervor, dass dieses Mineral von bisher festgestellten gediegenen Metallen (Allargentum, gediegenes Wismut, Elektrum) eine überwiegende Komponente in diesem Erzareal darstellt. Sein relativ grösste Vorkommen wurde im Haldenmaterial nach der mittelalter-

Tabelle 3. Röntgenometrische Identifikation des gediegenen Silbers von Kutná Hora

Gediegenes Silber																Sb-Silber (α -Phase)		Allargent. (ζ -Phase)							
Probe 1		Probe 2		Probe 3		Probe 4		Probe 5		Probe 6		Probe 7		Probe 8		Ag (99,999 %)	Ag 90,6%; Sb 8,4%; Hg 1%	Ag 87,03%; Sb 12,97%							
																[W. Petruk et al., 1970]									
I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å	I	d Å				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	2,545				
10	2,34	8	2,35	10	2,37	10	2,36	10	2,35	10	2,35	10	2,35	10	2,33	100	2,359	10	2,38	7	2,396				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2,25 ¹⁾	—	—	—	—	10	2,245				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2,22 ¹⁾	—	—	—	—	—	—				
6	2,04	6	2,04	5	2,05	5	2,04	6	2,03	6	2,03	6	2,04	7	2,02	38	2,044	4	2,08	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1,744				
7	1,437	8	1,440	6	1,448	6	1,444	5	1,441	7	1,441	7	1,441	9	1,432	25	1,445	5	1,454	4	1,469				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1,343 ¹⁾	—	—	—	—	6	1,352				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,273				
8	1,227	10	1,230	8	1,231	8	1,232	8	1,231	10	1,230	9	1,231	10	1,225	26	1,231	5	1,242	5	1,252				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1,228				
4	1,175	4	1,176	4	1,180	4	1,180	2	1,180	4	1,179	5	1,180	5	1,185	13	1,1796	3	1,192	3	1,195				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1,122				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1,082				
2	1,019	2	1,019	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1,016	4	1,0215	1	1,025	—	—				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0,995				
8	0,936	8	0,937	5	0,939	4	0,938	5	0,937	7	0,939	6	0,940	7	0,933	15	0,9375	6	0,9449	5	0,943				
7	0,913	8	0,913	5	0,915	4	0,914	5	0,913	7	0,914	6	0,916	8	0,910	10	0,9137	6	0,9226	6	0,928				

Bemerkung zur Tabelle 3: ¹⁾ Kleine Beimengung von Allargentum.

(Analytiker: Dr. V. Dadák, Institut für Erzforschung, Praha, 1972—1974. Pulveraufnahme nach Debye-Scherrer, D = 114,59 mm, Cu K $\alpha_{1,2}$, Ni-Filter, 30 kV, 20 mA, Exposition 20—24 Stunden. Die Auswertung der Röntgenaufnahmen haben die zwei letztgenannten Verfasser durchgeführt.)

Lokalisation der Proben:

1. Gutglücker-Erzzug, obere Erzzone (Ag 150).
2. Greifer-Erzzug, Haldenmaterial in der Nähe des Denkmals „Der Kelch“ (Ag 111, 112).
3. Greifer-Erzzug, Haldenmaterial in der Nähe des Denkmals „Der Kelch“ (Ag 106).
4. Esel-Erzzug, Haldenmaterial in der Nähe der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 117).
5. Esel-Erzzug, Sonde in der Halde bei der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 1).
6. Esel-Erzzug, Haldenmaterial in der Nähe der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 72).
7. Esel-Erzzug, Haldenmaterial in der Nähe der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche (Ag 16).
8. Rowener-Erzzug, Haldenmaterial im nördlichen Teil des Erzzuges (Ag 146).

lichen Förderung auf dem Esel-Erzzug (im Gebiet der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche) verzeichnet. Zu öfteren Funden dieses Minerals kam auch auf dem Greifer-Erzzug, und zwar im alten Haldenabfallsmaterial im Gebiet des Denkmals „Der Kelch“ und der ehemaligen Hl. Martin-Kirche. Nur die Funde des gediegenen Silbers in alten Haldenmaterialen der Rowener- (nördlicher Teil) und Gutglücker-Erzzüge (obere Erzzone), und endlich im Anton de Padua-Stollen sind als einzelne zu bezeichnen. Auf übrigen Erzzügen des Erzreviers (nördlicher Teil) — Reizser-, Dauer-ganger- und Altböhmischer Erzzüge, von welchen uns umfangreiches Studiumsmaterial aus den neuen Förderungsarbeiten zur Verfügung stand, wurde die Existenz des gediegenen Silbers nicht einmal nachgewiesen. Abschliessend kann zusammengefasst werden, dass zur Ausscheidung des gediegenen Silbers und des Allargentums während des minerogenetischen Prozesses vorwiegend in südwestlichen und mittleren Teilen des Kuttenberger Erzreviers gekommen ist, während sein Vorkommen in der Richtung nach Nord (in dem Erzrevier) heftig nimmt ab.

Aus der ausführlichen struktur-chemischen Forschung ist abzuleiten, dass gediegenes Silber auffällig das Allargentum im Kuttenberger Erzvorrat überwiegt. Allargentum wurde als ein Nebenbestandteil im Phasensystem Ag-Sb auf den Esel- und Rowener-Erzzügen ermittelt. Diese unsere Feststellung steht ganz in guter Übereinstimmung mit den Angaben in der Weltliteratur (in W. UYTENBOGAARDT — E. A. J. BURKE, 1971), nach welchen Allargentum nur mit weiteren Mineralen des Phasensystems Ag-Sb (Sb-Silber, Dyskrasit) stabil ist. M. KVAČEK und F. NOVÁK (1972) beschrieben aber ein selbständiges Vorkommen des Allargentums aus dem nördlichen Teil des Kuttenberger Erzreviers (Reizser-Erzzug). Aber es ist nicht unterdessen möglich, die näher nicht unterlegte Angabe dieser Verfasser zu bestätigen, dass Allargentum auf dem Altböhmischer-Erzzug vorkommen könnte. Mit Hilfe der Elektronenstrahlmikrosonde wurde hier unterdessen nur das gediegene Wismut festgestellt.

L I T E R A T U R

- CLARK, A. H. (1972): Mineralogy of the Alacrán deposit, Pampa Larga, Chile. VII. Native arsenian silver. N. Jb. Miner. Mh., **11**, 500—505. Stuttgart.
- ČUCHROV, F. V. et al. (1960): Mineraly. (Minerale). I. Teil. Verlag der Akad. Wiss. USSR. Moskva.
- KRATOCHVÍL, J. (1958): Topografická mineralogie Čech. (Topographische Mineralogie vom Böhmen). II. Teil. Verlag der Tschech. Akad. Wiss. Praha.
- KVAČEK, M. — NOVÁK, F. (1972): Allargentum in the Kutná Hora ore district. Čas. Miner. Geol., **17**, 297—300. Praha.
- PALACHE, Ch. — BERMAN, H. — FRONDEL, C. (1946): The system of mineralogy of J. D. Dana and E. S. Dana Yale University 1837—1892. I. Teil. New York.
- PETRUK, W. — CABRI, L. J. — HARRIS, D. C. — STEWART, J. M. — CLARK, L. A. (1970): Allargentum, redefined. Canad. Mineralogist, **10**, 163—172. Ottawa.
- SOMANCHI, S. — CLARK, L. A. (1966): The occurrence of an Ag₅Sb phase at Cobalt, Ontario. Canad. Mineralogist, **8**, 610—619. Ottawa.
- STRUNZ, H. (1970): Mineralogische Tabellen. Akad. Verlagsgesellschaft Geest und Portig. K.-G. Leipzig.
- TRDLIČKA, Z. — HOFFMAN, V. (1972): Příspěvek k chemismu ryzího stříbra v ČSSR. (Beitrag zum Chemismus des gediegenen Silbers von ČSSR.) Čas. Nár. muzea, **140**, 139—142. Praha.
- TRDLIČKA, Z. — JANOVSÝ, Z. (im Druck): Ryzí stříbro z Kostelních Střimelic. (Gediegenes Silber von Kostelní Střimelice.) — Čas. Nár. muzea. Praha.
- UYTENBOGAARDT, W. — BURKE, E. A. J. (1971): Tables for microscopic identification of ore minerals. Elsevier Publishing Comp. Amsterdam.

Die Übersicht über Lokalisation und Beschreibung der studierten Proben

Erzzug	Lokalisation	Makroskopische Beschreibung des gediegenen Silbers			Mineralvergesellschaftung
		Farbe	Gebilde	Stellenmässige Grösse (in mm)	
Esel - Erzzug I Haldenmaterial im Gebiet der Hl. Dreifaltigkeits-Kirche	Sonde in der Halde bei Hl. Dreifaltigkeits-Kirche Ag 1 (26. 4. 1971)	gelbweiss, örtlich geht in schwarzem Stich über	Knollen von verschiedenen Formen mit ungleicher bis körniger Oberfläche, örtlich auch kurze, verdickte Ausläufer	X	Auf der Klufffläche des Quarzes - abrispförmige Überzüge des Pyrargyrits; nur ein Korn des gediegenen Silbers wurde von feinen Nadelaggregaten des Akanthits überzogen. Akzessorische Minerale: Pyrit und Arsenopyrit (Kriställchen).
	Ag 2-5, 25, 52-54, 56, 72, 97, 115 (aus dem Jahre 1971), 152 (29. 4. 1974), 155-159 (25. 6. 1974), 160 (18. 7. 1974)	vorwiegend gelbweiss, örtlich bunt, selten bis schwarz anlaufend	Schuppen und Blechplättchen von verschiedenen Begrenzungen; die Oberfläche ist körnig, holprig bis löckerig	O,X	In der Quarzgangart mit Limonit-Überzügen auf den Klüften kommt Pyrargyrit in allen Proben (Körner selten auch Kristalle) vor; Akanthit ist häufig und sitzt auf das gediegene Silber auf. Tetraedrit, Pyrit, Sphalerit, Arsenopyrit — alle in Körnern; Calcit — niedrige Rhomboeder. Ag 155-159 — nur mit Pyrargyrit, Arsenopyrit und Quarz.
	Ag 17, 22, 98, 100 (aus dem J. 1971 u. vom 11. 6. 1972)	gelblich, oft weich bunt anlaufend	Blechplättchen, Schuppen mit körniger Oberfläche	X	Meistens die Proben mit Kutnohorit; Tetraedrit bildet ein Äderchen im Kutnohorit; Pyrargyrit — körnige Aggregate; akzessorische Minerale: Akanthit, Pyrit, Galenit, Sphalerit.
	Ag 58-63, 66, 80 (1. 8. 1971)	hellgelb, rotgelb bis dunkel anlaufend	Kleine winzige verzweigte Knollen, auch Blechplättchen und Schuppen; körnige Oberfläche	X	Im Quarz-Kutnohorit-Gang auf der Kluff Akanthit; Pyrit — häufiges Mineral; Nebenminerale: Tetraedrit (Körner), Arsenopyrit; akzessorische Minerale: Pyrargyrit (Körner).
	Ag 16 (8. 7. 1971)	schwach anlaufend - in Quarzhohlräumen, heller im Quarz	Kleine Knollen mit ungleicher Oberfläche, manchmal mit kleinen Ausläufern	O,X	Quarzgang mit häufigem Pyrit, akzessorisch — Pyrargyrit (Körner), Miargyrit und Chalkopyrit.
	Ag 117-145, 165 (13. 1. 1973)	gelbweiss, sehr oft bis rotbraun, örtlich schwarz (Anlaufsfarben)	Schuppen, Knollen, Blechplättchen, Körner; die Oberfläche ist holprig bis löckerig, die Ränder werden spitzig geteilt und verbogen; auch ein Drätchen (Ag 165)	X	Rhodochrosit-Äderchen mit Tetraedrit, an welchen gediegenes Silber gebunden wird. Akzessorische Minerale: Akanthit, Pyrit, Allargentum.
Haldenmaterial aus dem Anton de Padua-Stollen Ag 161 (19. 8. 1974)	schwach gelblich	Blechplättchen mit körniger Oberfläche	O,X	Quarzgang mit Calcit-Kriställchen. Pyrargyrit in den roten Überzügen und unter den Quarzkriställchen häufig. Berthierit in Nadelchen, Pyrit ist akzessorisch.	
Greifer - Erzzug Haldenmaterial aus dem Wasserleitungsaushub zwischen Gedenkmal „Der Kelch“ und Havirna Ag 55 (15. 10. 1971)	Haldenmaterial aus dem Wasserleitungsaushub in der Nähe der Durchkreuzung von Greifer- und s.g. Mißpuler-Erzzügen Ag 89, 90, 110 (11. 6. 1971)	meistens Anlaufsfarben	Schuppen mit gerundeten Rändern und feinkörniger Oberfläche	O,X	Quarzgangart mit Limonit-Überzügen. Pyrit ist häufig, Akanthit geläufig und Sphalerit akzessorisch.
	Haldenmaterial aus dem Wasserleitungsaushub östlich vom Gedenkmal „Der Kelch“ Ag 101-106, 116 (3. 7. 1972)	gelblich und schwach anlaufend	Kleine Blechplättchen und Knollen in Quarzhohlräumen; die Oberfläche ist ungleich, körnig	O,X	Im feinkörnigen Quarz ist Akanthit relativ häufig, örtlich sitzt er auch an gediegenes Silber auf. Tetraedrit bildet kleine Körner, Pyrit und Arsenopyrit sind akzessorisch.
	Ag 109 (21. 7. 1972)	gelbweiss, meistens geht die Farbe nach schwarze Überzüge	Kurze, dickere, bogenförmig oder kippelförmig verbogene Gebilde, auch Knollen, selten Schuppen; die Oberfläche ist ziemlich holprig, körnig	X	Quarzgängchen mit gediegenem Silber, an welchen kleine Akanthit-Aggregate aufsetzen. Sphalerit ist häufig, Pyrit gehört zu den Nebenbestandteilen, Arsenopyrit und Allargentum sind akzessorisch.
	Ag 111, 112 (7. 8. 1972)	meistens dunkel anlaufend	Knollen im Drusenraum, die Oberfläche ist ungleich bis körnig	X	Quarzgangart mit Arsenopyrit, Pyrit und Akanthit (er sitzt an gediegenes Silber auf).
	Ag 111, 112 (7. 8. 1972)	hell gelb bis dunkel anlaufend, ein Blechplättchen ist rosenfarbig	Unregelmässige, gerundete Gebilde mit abschnittförmigen Rändern, selten auch dünne, verbogene Drätchen, die Oberfläche ist feinkörnig	X	Quarzgangart mit Limonit-Überzügen, Pyrit und Arsenopyrit, akzessorisch sind Pyrargyrit und Akanthit.
	Haldenmaterial aus dem Kanalisationsaushub östlich vom Gedenkmal „Der Kelch“ Ag 151 (21. 1. 1974)	fast schwarz, örtlich gelblich	Kleine Blechplättchen mit abschnittförmigen, verbogenen bis faserigen Rändern	O,X	Akanthit ist sehr häufig — pflanzenbuschförmige Aggregate, Pyrit kommt in Äderchen oft vor.
	Bauaushube bei Grundmauern der ehemaligen Hl. Martin-Kirche Ag 113, 114 (30. 6. 1971)	dunkelgrau	Winzige Blechplättchen mit abschnittförmiger Begrenzung, schwach körnig	O,X	Akanthit ist häufig, die Nebenbestandteile: Sphalerit, Pyrit, Arsenopyrit.
Rowener-Erzzug Haldenmaterial aus dem Kanalisationsaushub im nördlichen Teil des Erzzuges Ag 146 (5. 2. 1973) Ag 153, 154 (1. 6. 1974)	gelbweiss bis rotgelb	Schuppen und kleine Knollen, die Oberfläche eher glatt bis feinkörnig	O,X	Das gediegene Silber sitzt in der Kluff des weissen, grobkörnigen Calcis, akzessorisch sind Tetraedrit, Pyrit, Arsenopyrit, evtl. Galenit.	
Gutglücker-Erzzug Haldenmaterial aus der oberen Erzzone Ag 149, 150 (17. 9. 1973)	weiss bis cremegelb, auch rot anlaufend	Kleine verbogene, löckerige oder körnige Blechplättchen von unregelmässiger Begrenzung	O,X	Gediegenes Silber kommt in der Kluff des Quarzes (mit Pyrit und Sphalerit) vor. Tetraedrit, Akanthit und Calcit sind auch anwesend. Die dunklen Überzüge (mit Stahlfarbe und -Glanz) werden von Akanthit, Pyrargyrit, Stephanit und Polybasit (?) zusammengesetzt.	