

# GEDIEGENES GOLD IN ZINCKENIT-ERZGAENGEN VON TOKTAMIŞ BEI ORDU, NORDOSTANATOLIEN

Güner ASLANER und Joachim OTTEMANN

*Mineral Research and Exploration Institute of Turkey  
Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Heidelberg*

Im Gebiet von Toktamış<sup>1</sup> bei Ordu (Nordostanatolien) wurden Erzgaenge beobachtet, deren bleigraue Vererzung nach dem Augenschein mineralogisch nicht bestimmt werden konnte. Die Erzproben wurden von erstgenannter Verfasserin und M. Aslaner im Jahre 1969 aufgesammelt.

Nach einleitenden erzmikroskopischen und rontgenographischen Untersuchungen musste das Haupterzmineral der Gruppe der Bleispiessglanze und zwar den antimonreichen vom Typ des Zinckenits<sup>2</sup> zugeordnet werden. Dieses an sich nicht haeufige Erzmineral wird begleitet von Pyrit, Markasit, Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Antimonit und überraschenderweise auch von elementarem Gold.

Die chemische Untersuchung mit der Elektronen-Mikrosonde ergab für das Haupterz die Zusammensetzung von Zinckenit bzw. von einem chemisch nahe verwandten Mineral. Bei der mikroskopischen Musterung der speziell für die Mikrosonde praeparierten Anschliffe fiel zunaechst ein stark metallisch reflektierender, hellgelber Einschluss auf, dessen Aussehen Gold vermuten Hess, der jedoch zunaechst problematisch war.. Die Untersuchung mit der Mikrosonde bewies dann einwandfrei, dass es sich bei diesem und auch anderen weiter entdeckten Einschlüssen um gediegenes Gold handelt, das einen beträchtlichen Silbergehalt aufweist. Gangmineralien sind Quarz, Baryt und Dickit (?).

## ERZMIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN

### Zinckenit ähnliches Mineral

Das Haupterzmineral, zeigte im Auflicht folgende optische Eigenschaften. Ziemlich hohes Reflexionsvermögen etwa wie das Antimonit. Weissgraue Reflexionsfarbe. In Luft ist der Reflexionspleochroismus nur schwach, in Öl deutlicher. Das Mineral ist in Schnitten senkrecht zur Laengsrichtung nur sehr schwach anisotrop. Sehr auffallend für das Mineral ist sein Auftreten in strahligen Aggregaten (Abb. 1).

### Gold

Infolge des beträchtlichen Silbergehaltes hat das Gold eine hellgelbe Reflexionsfarbe. Durch ihr hohes Reflexionsvermögen unterscheiden sich die Goldein-

schlüsse leicht von unmittelbar benachbarten Pyritkornern. Gold findet sich in verschiedener Form und Grosse in erster Linie im Zinckenit (Abb. 2a, b). Gelegentlich zeigen die Goldeinschlüsse auch idiomorphe Umriss zum Teil in unmittelbarem Kontakt mit idiomorphen Pyrit (siehe Abb. 3).

### Pyrit

In der Gangart und im Zinckenit finden sich oft idiomorphe Pyrite, die haeufig in Luft nur schwach erkennbare grau bis braeunliche Zonen mit herabgesetztem Reflexionsvermogen enthalten (Abb. 4a). Mit der Mikrosonde liessen sich in diesen Zonen lediglich sehr kleine Mengen von Kupfer nachweisen (Abb. 4b). Das Kupfer beim zonierten Einbau in Pyrit dessen Reflexionsvermogen herabsetzt, wurde zuerst von G. Frenzel und J. Ottemann (1967) und spaeter auch von M. Einaudi (1968) beschrieben.

### Zinkblende

Die Zinkblende ist ausgesprochen eisenarm, hat aber normalen Cadmiumgehalt (Röntgenfluoreszenzanalyse). Sie zeigt manchmal rundliche Aggregate, in die der Zinckenit moosartig hineinzuwachsen scheint. Die Fluoreszenzfarbe im kurzwelligen UV-Licht ist dunkelbraun.

Hin und wieder lassen sich auch idiomorphe Zinkblendekristalle beobachten.

Bleiglanz und Markasit wurden in den untersxlchten Anschliffen nur selten gefunden.

### RÖNTGENOGRAPHISCHE ANALYSE

Bekanntlich sind die optischen Eigenschaften der Antimon-Bleispiessglanze untereinander sehr aehnlich: So war die rontgenographische Überprüfung des Zinckenit-Minerals besonders wichtig. Das aus geeignetem Probenmaterial sorgfaeltig isolierte, reine Z-Mineral wurde mit dem Röntgen-Diffraktometer (Philips, Müller Mikro III) untersucht. Versuchsbedingungen: 38 KV, 22 mA,  $Cu_{K\alpha}$  Ni-Filter. Die Auswertung der Rontgen-Diagramme erbrachte den Nachweis der Hauptinterferenzen des Zinckenits (Tabelle 1).

### CHEMISCHE ANALYSE MIT DER ELEKTRONEN-MIKROSONDE

Die verwendete Mikrosonde war ein Modell der Fa. ARL (Applied Research Laboratories, Glendale/Kalifornien, Typ EMX II). Gearbeitet wurde mit einem Elektronen-strahlenbündel von 0,001 mm  $\phi$  mit einer Beschleunigungsspannung von 20 KV bei einem Probenstrom von 0,02 bis 0,04mA.

Referenzprobe fur die Zinckenit-Analyse war ein synthetischer Boulangerit der Zusammensetzung  $Pb_5Sb_4S_{11}$ .

<b>Zinckenit-Analyse</b>			
	<i>Gew. (%)</i>	<i>Atom (%)</i>	<i>Atomverhaeltnis</i> <i>(approximativ)</i>
Pb	32,9	13,5	2
Sb	45,3	30,5	4
S	21,9	56,0	8
	100,1	100,0	

**Formel: 2 PbS · 2 Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>**



Abb. 1 - Vergr. 120 x, Ölimmersion.

Fundort : Tokramiş bei Ordu (Nordostanatolien). Strahliges Zinknitrataggregat (weiss); kleine idiomorphe Pyritkörner (weiss); Gangart (schwarz).

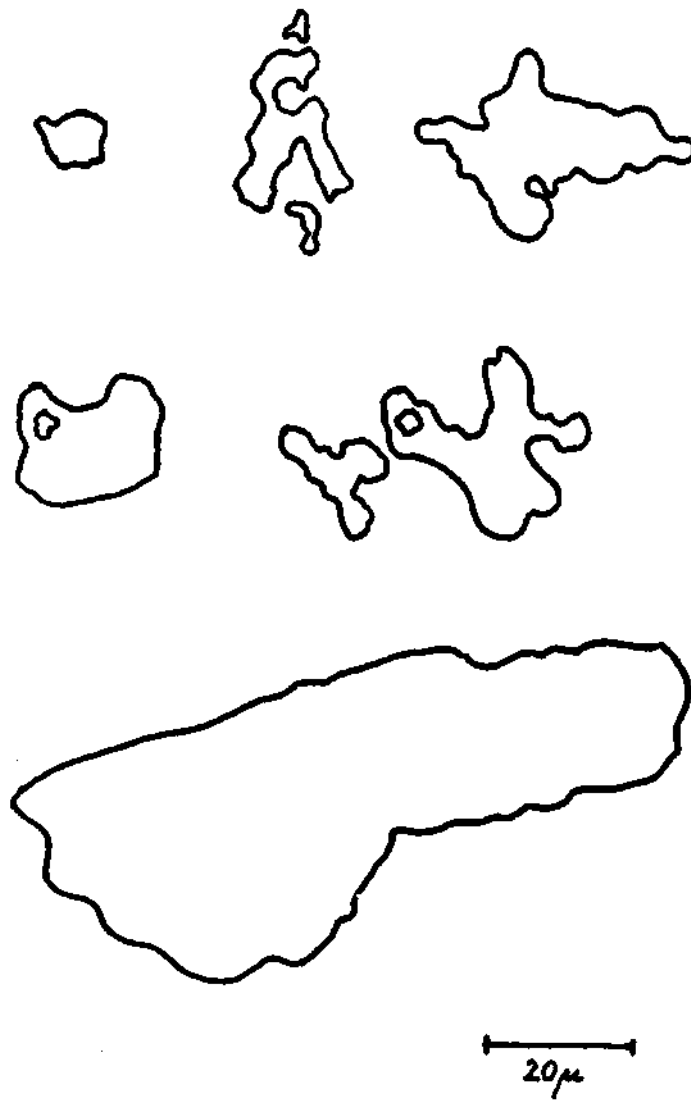


Abb. 2a - Form und Grösse der Gold-Einschlüsse im Zinkenit.

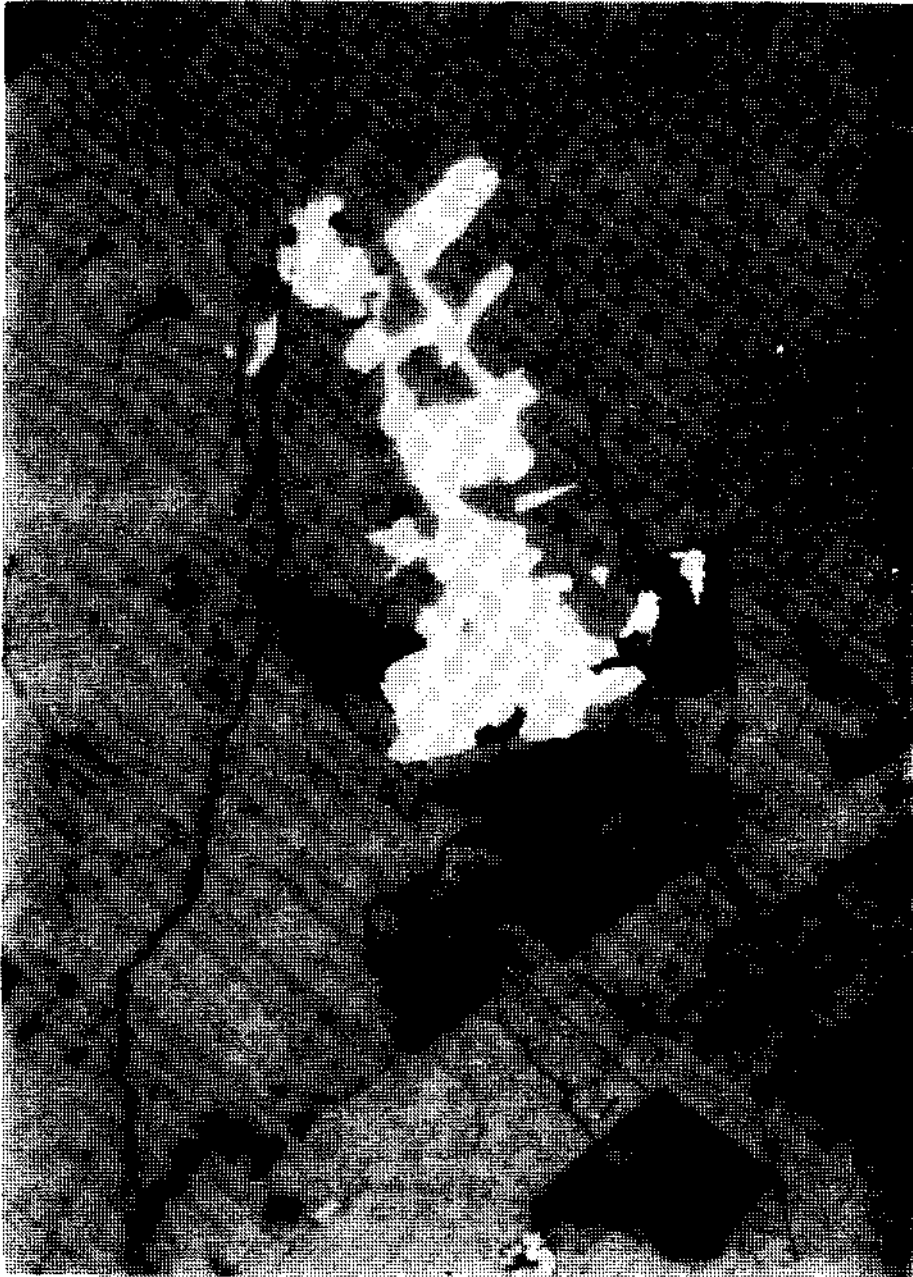


Abb. 2b - Vergr. 380  $\times$ , Ölimmerston.  
Fundort: Toktamış bei Ordu (Nordostanatolien). Gold (weiß) in Zinkenit (grau); Gangart (schwarz).

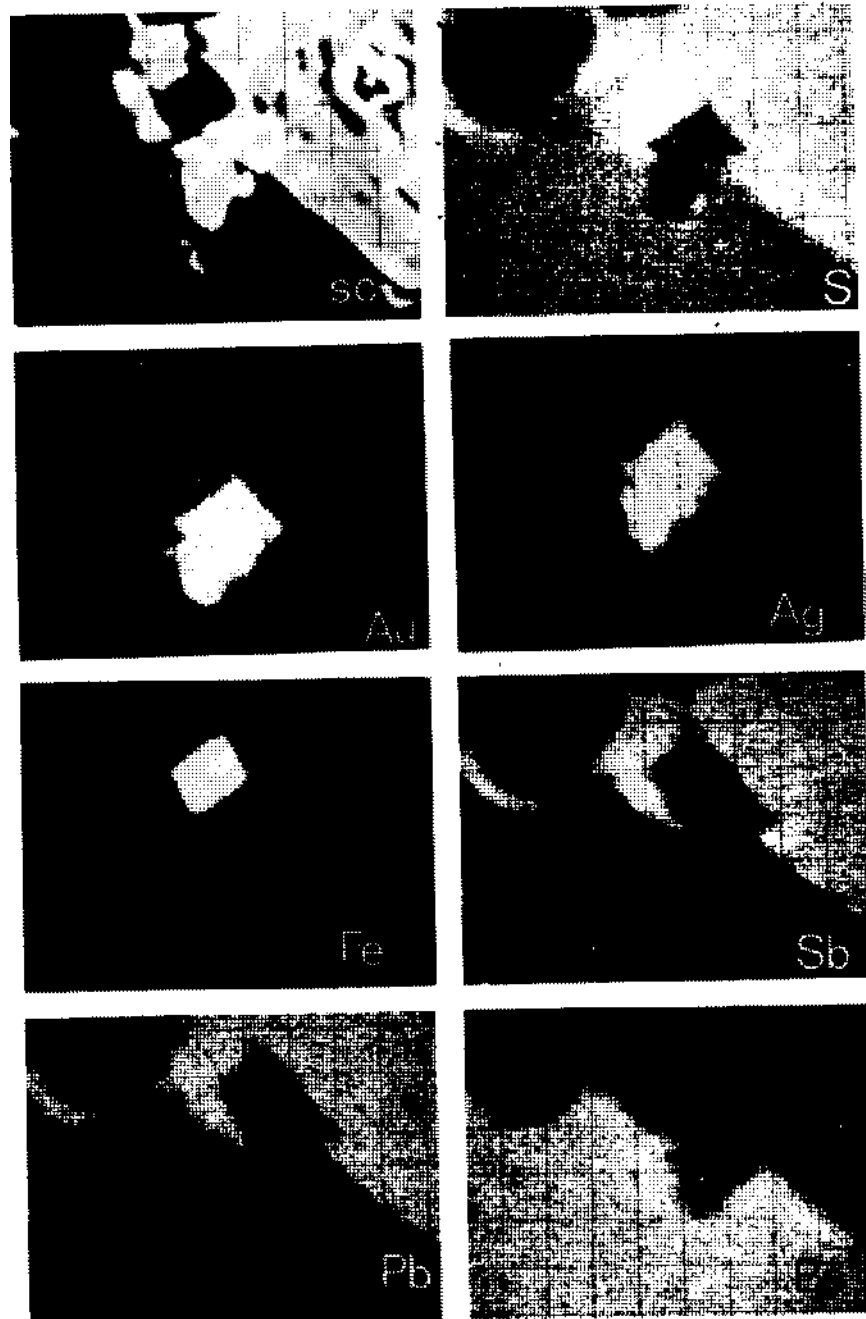


Abb. 3 - Einschluss von idiomorphem Gold an der Grenze Zinknit-Baryt. Mikrosonde-Scanningbilder mit dem Hauptelementen von Zinknit, Gold, Pyrit und Baryt: sc (inverses Bild des Probenstromes),

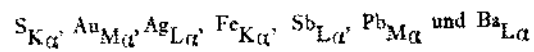


Bild (sc) zeigt die starken Änderungen des Probenstromes in Pyrit (dunkel) und Gold (sehr hell) infolge der unterschiedlichen, «mittleren Ordnungszahlen» der beteiligten Elemente dieser Minerale. Der Gold-Einschluss mit idiomorphen Umrissen liegt an der Grenze Zinknit-Baryt und grenzt mit einer Fläche direkt an einen Pyritkristall.

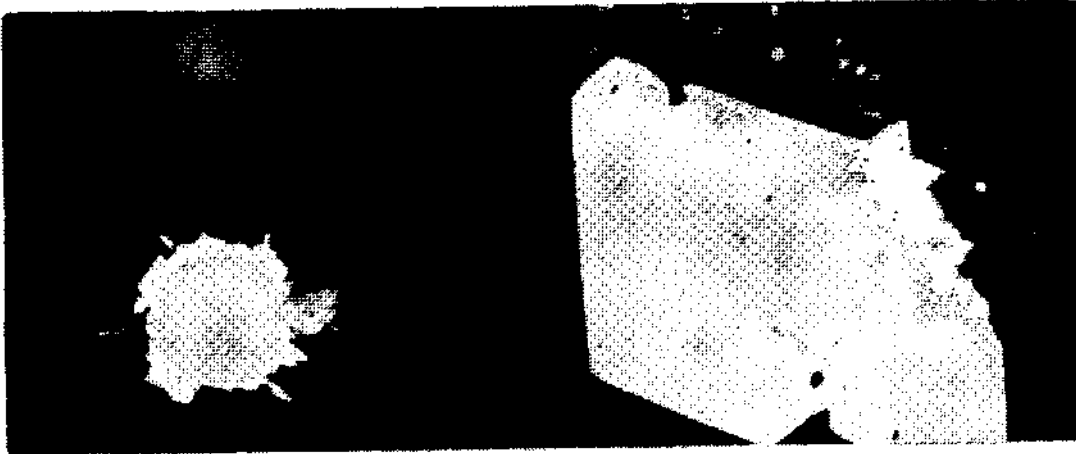


Abb. 4a - Vergr. 380  $\times$ , Ölimmersion.

Fundort : Toktamış bei Ordu (Nordostanatolien). Halbidiomorphe Pyritkörner mit Zonenbau (dunkel); Gangart (schwarz).

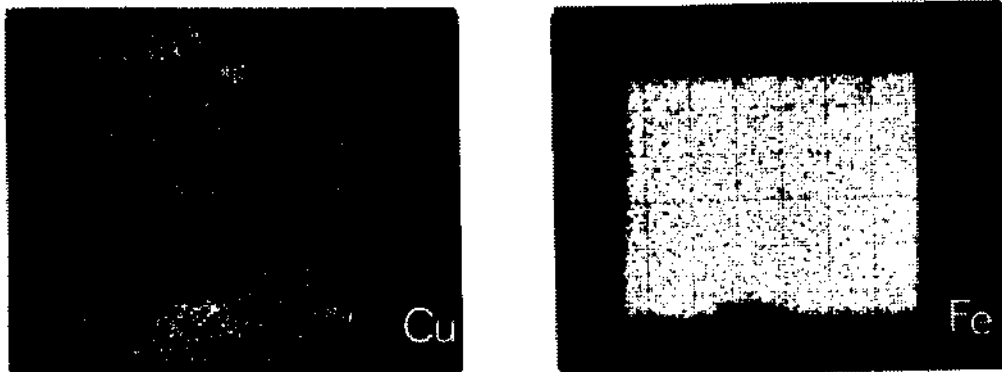


Abb. 4b - Zonar-Struktur im idiomorphen Pyrit verursacht durch geringen Kupfergehalt.  
Mikrosonde-Scanningbilder von  $\text{Cu}_{K\alpha}$  und  $\text{Fe}_{K\alpha}$

Tabelle - 1

Z-Mineral	(Toklamış)	Zinckenit	(ASTM	7-334)
d (Å°)	I/I <sub>1</sub> *	d (Å°)	I/I <sub>1</sub> *	hkl
—	—	5,50	5	440
—	—	4,80	5	080
—	—	4,42	5	460
3,9497	10	3,95	10	042
3,5645	10	3,56	10	062
3,4491	100	3,45	100	2100
3,3534	10	3,36	10	442
3,0862	10	3,08	10	462
				4100
3,0228	15	3,02	20	282
				2120
2,8023	25	2,80	40	622
—	—	2,70	5	2102
—	—	2,54	5	?
2,4200	5	2,42	10	2122
				6120
—	—	2,30	5	—
2,2464	5	2,25	10	—
2,1655	10	2,16	10	—
2,1337	15	2,13	20	—
1,9900	30	2,06	20	—
1,8795	5	1,99	30	—
1,8679	20	1,88	10	—
—	—	1,83	30	—
1,7235	5	1,71	5	—
—	—	1,72	10	—
—	—	1,692	5	—
1,6620	5	1,658	10	—
—	—	1,583	5	—
—	—	1,523	5	—
1,4621	5	1,463	10	—
1,4501	2	1,449	5	—
—	—	1,412	5	—
1,3921	2	1,393	10	—
—	—	1,370	5	—
1,3553	10	1,344	10	—
—	—	1,316	5	—

\* Die Intensitäten wurden auf die stärkste Linie 100 bezogen.

Mit der Mikrosonde-Scanning-Methode wurde festgestellt, dass es im Zinckenit gewisse Silber-haltige Partien gibt mit einem Silbergehalt, der etwa dem des gediegenen Goldes entspricht. In dieser «Zinckenit-Varietaet» ist nach vorlaeufigen Untersuchungen der Blei-und Antimon-gehalt etwas geringer.

Mikroskopisch unterscheidet sich diese Phase vom Zinckenit durch etwas höheres Reflexionsvermögen und geringere Haerte.

Für die chemische Identifizierung der Goldeinschlüsse wurde Au<sub>Ma</sub> - und Ag<sub>La</sub> - Strahlung verwendet. Als Referenzprobe für die quantitative Silber-Bestimmung diente eine Gold-Silber-Legierung (Hersteller: Degussa, Frankfurt) mit 58,5% Au; 30,0% Ag; 11,5% Cu + Sn.

Der Silbergehalt des Goldes bewegt sich zwischen 11 und 19 % Ag. Das Mittel von 6 analysierten Goldkörnern betraegt 13,8 % Ag.



G. Aslaner ist Herrn Dr. S. Alpan, Direktor des Lagerstättenforschungs Instituts Ankara, sowie dem Scientific and Technical Council of Turkey für die finanzielle Ermöglichung der Forschungsarbeit am Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Heidelberg und dessen Direktor, Herrn Prof. Dr. G.C. Amstutz, besonders dankbar. Den Herren Prof. Dr. P. Ramdohr und Prof. H.N. Pamir wird herzlich gedankt für ihre Hilfe bei dieser Arbeit. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft gebührt Dank für die Bereitstellung der Elektronen-Mikrosonde als Leihgabe im Heidelberger Institut.

*Manuscript received October 13, 1972*

## L I T E R A T U R

- EINAUDI, M.T. (1968) : Copper zoning in pyrite from Cerro de Pasco, Peru. *Amer. Mineralog.* 53, 1968, 1748-1752.
- FRENZEL, G. & OTTEMANN, J. (1967) : Eine Sulfidparagenese mit kupferhaltigem Zonarpyrit von Nukundamu/Fiji. *Mineralium Deposte* 7, 1967, 307-316.
- RAMDOHR, P. (1969) : The ore minerals and their intergrowth. *Pergamon Press Ltd.*, Oxford.
- & STRUNZ, H. (1967) : Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie. 15. Auflage. *Ferdinand Enke Verlag*, Stuttgart.
- RAMDOHR, P. (1969) : The ore minerals and their intergrowths. *Pergamon Press Ltd.*, Oxford.