

DIE MINERALOGIE DER Pb-Zn-LAGERSTÄTTE VON GÜMÜŞHANE (TÜRKEI)

Ahmet ÇAĞATAY* und İbrahim ÇOPUROĞLU*

ZUSAMMENFASSUNG. - Die wichtigsten Blei-Zinklagerstätten bei Gümüşhane sind Hazine Mağara und Kirkpavili. Die Lagerstätten sind durch Zufuhr der mesozonalen Erzlösungen in die Oberkreide-Kalkstein hydrothermal metasomatisch entstanden. Die Vererzung sieht höchstwahrscheinlich mit der tertiären Granitoiden im Zusammenhang. Die zahlreichen Erzproben, die mineralogisch untersucht wurden, stammen von Hazine Mağara und Kirkpavili Vorkommen. Nach dieser Untersuchungen wurden im Erz neben der bis heute bekannten Mineralien, zahlreiche unbekannt Mineralien festgestellt. Die beobachteten Erzminerale sind wie folgend: Pyrit, Galenit (Bleiglanz), Zinkblende, Fahlerz, Aikinit, Gedigenes Gold, Elektrum, Gedigenes Silber, Kupferkies, Boumonit, Boulangerit, Luzonit, Bornit, Mawsonit, Klaprothit, Galenowismutit, Hessit, Arsenopyrit, Emplektit, Gedigenes Wismut, Wittichenit, Altait, Tetradymit, Magnetskies, Rutil, Anaias, Zirkon, Titanit und Graphit. Durch die Umwandlung dieser primären Minerale wurden kalkosin, Covellin, Smithsonit, Malachyt, Azurit, Psilomelan, Pyrolusit entstanden. Die Gangminerale der Hazine Mağara und Kirkpavili Vorkommen sind Quarz, Calcit, Dolomit, Baryt, Ankerit, Siderit, Chlorit und Sericit.

ABSTRACT. - The most important lead-zinc deposits of Gümüşhane, Hazine Mağara and Kirkpavili ore deposits were formed by the mesothermal solutions ascended through the faults and metasomatized the Upper Cretaceous massive limestones. The ore mineralization is thought to be closely related to the Tertiary granitoids. Many samples which were taken from the waste of Hazine Mağara and Kirkpavili ore deposits have been mineralogically examined in detail and beside the known ore minerals up to the present, many new minerals have been determined as a result of this study. The ore minerals are; pyrite, galena, sphalerite, fahl-ore, aikinite, native gold, enargite, luzonite, bomite, mawsonite, klaprothite, galena-bismuthine, hessite, arsenopyrite, emplectite, native bismuth, vitishenite, altaite, tetradymite, pyrotite, rutile, anatase, zircon, titanite and graphite. The surficial alteration and weathering of these primary minerals resulted secondary minerals such as chalcocite, covellite, limonite, arsenic-antimony ochres, anglesite, cerussite, smithsonite, malachite, azurite, psilomelane, pyrolusite. The gangue minerals of Hazine Mağara and Kirkpavili ore deposits are quartz, calcite, dolomite, barite, ankerite, siderite, chlorite and sericite.

EINLEITUNG

Die Gold und Silber enthaltende Blei-Zinklagerstätte bei Gümüşhane liegt 2-3 km westlich von der Stadt Gümüşhane und innerhalb der geologischen Karte Blatt TRABZON H 42 b₂ (Abb. 1). Die Stadt Gümüşhane wurde nach dem Silber der Lagerstätten benannt.

Mit der ersten Bergbautätigkeiten sollen in den Blei-Zinklagerstätten bei Gümüşhane, nach Angaben des "Milliyet Türkiye İller Ansiklopedisi, 1982" in den Jahren 1238-1268 begonnen worden sein. Nach der gleichen Quelle wurde die Stadt Gümüşhane im Jahr 1243 von Selçuken in den Haenden von İlhanen übertreten. Später hat der Sultan von dem osmanischen Reich, Fatih Sultan Mehmet nach dem Krieg "Otlukbeli" diesen Ort von Akkoyunlular zurückgenommen. In der Blei-Zinklagerstätte bei Gümüşhane soll die erste Bergbautätigkeit während des osmanischen Reich unter die Führung von IV. Murat begonnen sein.-Nach dieser Tätigkeit wurden diese Gruben einige Zeitlang stillgelegt und in der gleichen Zeit die Stollen der Lagerstätte mit dem Grundwasser geflutet. Während der Herrschaft von III. Mustafa wurde versucht, die Stollen zu entwässern und die Gruben wieder aufzumachen. Der Versuch für diese Bergbautätigkeit war aber erfolglos.

Nach Angaben von Kraus (1889) hat die Firma Daniel Pappa im Jahr 1860 mit dem Bergbau begonnen. Im Jahr 1894 wurde aber die Bergbaugenehmigung von der damaligen Regierung abgesagt. Danach gab es unter die Bergleute viele Arbeitslosen, die in verschiedenen Orten des Anatoliens wanderten und zu der Entwicklung der anderen Bergbautätigkeiten des Anatoliens beigetragen haben.

Nach dem ersten Weltkrieg hatten Fuat Bey und seine Teilhaber die Lagerstätten von Gümüşhane übernommen. Im Jahr 1921 haben in diesem Provinz englische Militäergeologen gearbeitet.

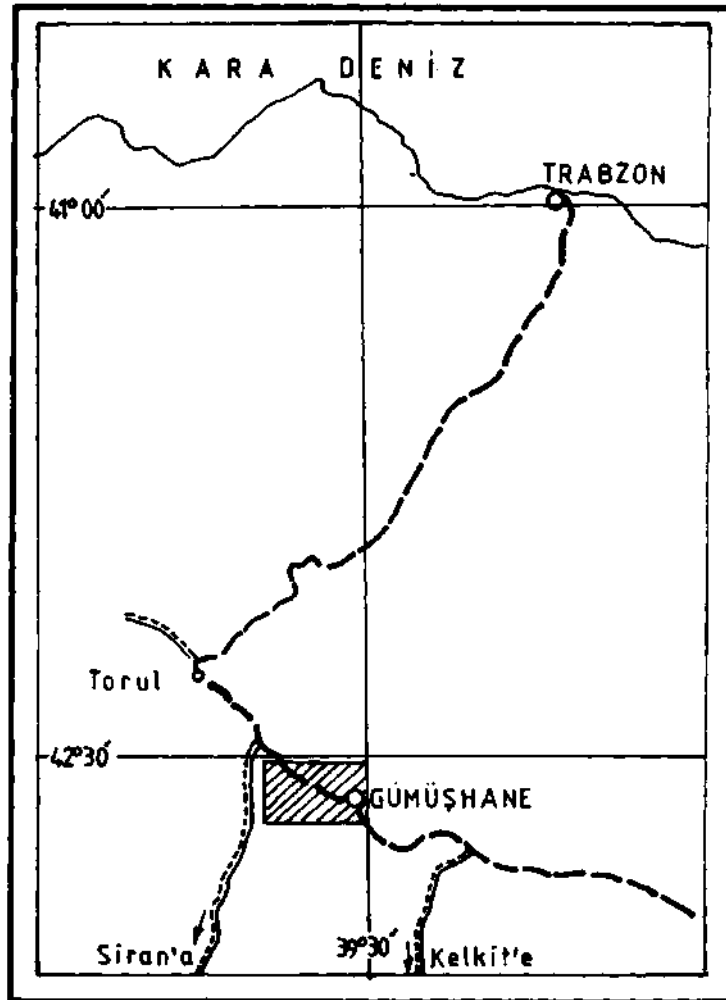


Abb.1- Übersichtskarte des Arbeitsgebietes

Nach der Begründung der türkischen Republik wurde die Untersuchungen in der Blei - Zinklagerstätte bei Gümüşhane von Ölsner (1935) durchgeführt. Er hat die Lagerstätte genalisch in zwei Gruppen geteilt. Nach Ölsner ist die erste Gruppe dieser Lagerstätte in Kalksteinen metasomatisch entstanden. Die zweite Gruppe besteht aus der hydrothermalen Gängen in Graniten.

Kovenko (1937) hat in dieser Lagerstätte drei verschiedene Vererzungstypen beobachtet. Dem ersten Typ gehören die im Kalkstein eingelagerten Erzlinen, wie bei Hazine Mağara und Kırkpavili zu beobachten sind. Der zweite Typ der Vererzung besteht aus hydrothermalen Erzgängen und Adern wie in Deremaden auftreten. Der dritte Typ der Vererzung ist an der Störungszonen gebunden und besteht aus der sekundären Mineralien.

Schumacher (1937), der diese Lagerstätte sehr kurz besucht hat, hat die Vererzung als hydrothermale Gänge angesehen.

Gysin (1938) hat auch geologische Untersuchungen über die Lagerstätte bei Gümüşhane durchgeführt.

Nach Angaben von Dandria (1940) wurden die Vorkommen von Hazine Mağara und Kırkpavili durch die in Oberkreide - Kalkstein eingedrungene mesothermale Erzlösungen als hydrothermal - metasomatische Vererzung gebildet.

Pejatovic und et al. (1970) haben die Lagerstaette bei Gümüşhane in zwei Gruppen geteilt. Zur ersten Gruppe gehören die Gaengen, die in den magmatischen Gesteinen auftreten. Die zweite Gruppe besteht aus der Vererzungen, die in den Kalkstein metasomatisch eingelagert sind.

Çoğulu (1970) hat petrographische Untersuchungen über die Granitoiden durchgeführt. Er hat das Granitoid von Gümüşhane mit dem Granitoid von Rize verglichen.

Bosch und et al. (1974) haben im Rahmen des UNESCO- Projekt im Lagerstaettenbereich eine geologische Untersuchung durchgeführt.

Yılmaz (1976) hat das inhomogen aussehende Granitoid von Gümüşhane petrographisch in verschiedenen Granitoidarten eingeteilt. Diese Abarten sind Granodiorit, Çamlıca - Adamelith, Gümüşhane - Adamelith, porphyrische Mikrogranit, Er hat auch die mit der Granitoiden von Gümüşhane eng verbundenen Aplit, Pegmatit und Quarzadem festgestellt.

Kamitani und et al. (1977) haben die Granitoiden, die Oberkreide - Kalksteine und Eozän - Vulkaniten von Gümüşhane untersucht und danach festgestellt, dass die Gümüşhane Vererzungen hauptsächlich in den Oberkreide - Sedimenten eingelagert sind.

Erbayar und Ödevci (1979) haben an einigen Erzproben geochemische Analysen durchgeführt, die aus der Gruben der Gümüşhane - Lagerstaetten stammen (Tabb. 1).

SAMPLE LOCATION	ELEMENTS						AUTHORS
	Pb %	Zn %	Cu %	Fe %	Ag gr/t	Au gr/t	
Hazine Mağara	—	—	—	—	2368	3,9	Ölsner, 1935
Kirkpavili Maden	48.3	—	—	—	500	—	
Dere Maden	60.5	—	—	—	20.7	—	
Dere Maden	20.5	—	—	—	580.4	—	
Canca Zuhuru	—	—	—	—	4.0	0.2	
Dere Maden	80.17	—	—	—	—	—	Kovenko, 1937
Hazine Mağara ya ait 5 m karot ortalaması	8.04 3.04	8.46 2.80	— 0.80	— 17.4	1600 89	13,0 2.55	Dandria, 1940
Hazine Mağara	14.30	35.0	0.20	—	243.5	2.5	Erbayar und Ödevci, 1979
Kirkpavili Maden	0.07	0.30	0.43	—	—	—	
Hazine Mağara 1	4.75	—	17.26	—	3739.3	48.7	Güner et. al. 1985
2	—	—	0.13	—	29.8	2.2	
3	6.98	—	0.33	—	103.0	2.9	
Kirkpavili Maden	—	—	0.25	—	4.2	1.0	

Tabelle 1- Die chemischen Analysen der einigen Proben die von dem Arbeitschicht entnommen wurden.

Nach Angaben von Öztunalı (1983) hat die Vererzung hauptsächlich die WNW-OSO verlaufende Störungen ausgewählt und durch die in Oberkreide - Kalkstein eingedrungenen Erzlosungen hydrothermal - Metasomatisch entstanden.

Çınar und et al. (1983) führten in der Umgebung von Gümüşhane eine geologische Untersuchung durch und danach fertigten eine geologische im Masstab von 1:25 000 von der Umgebung der Gümüşhane - Lagerstaette an.

Güner und et al. (1985) führten in der Gebieten von Gümüşhane ebenfalls geologische Arbeiten durch.

Nach dieser oben erwahnten Arbeiten stellt man fest, dass die zahlreiche, gründliche Untersuchungen über die Blei - Zinklagerstaette bei Gümüşhane durchgeführt wurden. Dagegen fehlt aber eine gründliche mineralogische Untersuchung dieser Lagerstaette. Die Autoren dieser Arbeit besuchten im September 1986 die Lagerstaette bei Gümüşhane, um eine gründliche mineralogische Untersuchungen durchzuführen. Waeährend dieses Besuches wurden viele Proben, hauptsaechlich von der Hazine Mağara und Kirkpavili genommen. Bei der Probenahme auf der Gelaende haben uns die Geologen von MTA (Trabzon) sehr geholfen.

GEOLOGIE

Die aeltesten Gesteinen der Blei - Zinklagerstaette bei Gümüşhane sind die permokarbonischen Granitoide und die metamorphen Gesteine (Çoğulu, 1970). Darüber liegen Konglomerate, die eingeschaltete Jura (Lias) aeltrige Andezit-Bazaltlaven und ihre pyroklastische Gesteinskomponente enthalten (Yılmaz, 1976). Die liegenden Konglomeraten überlagern die dünn-schichtigen, fossil enthaltenden, roten Kalksteine (Abb. 2). Darüber folgen Sandsteine, Mergel und mergelige,

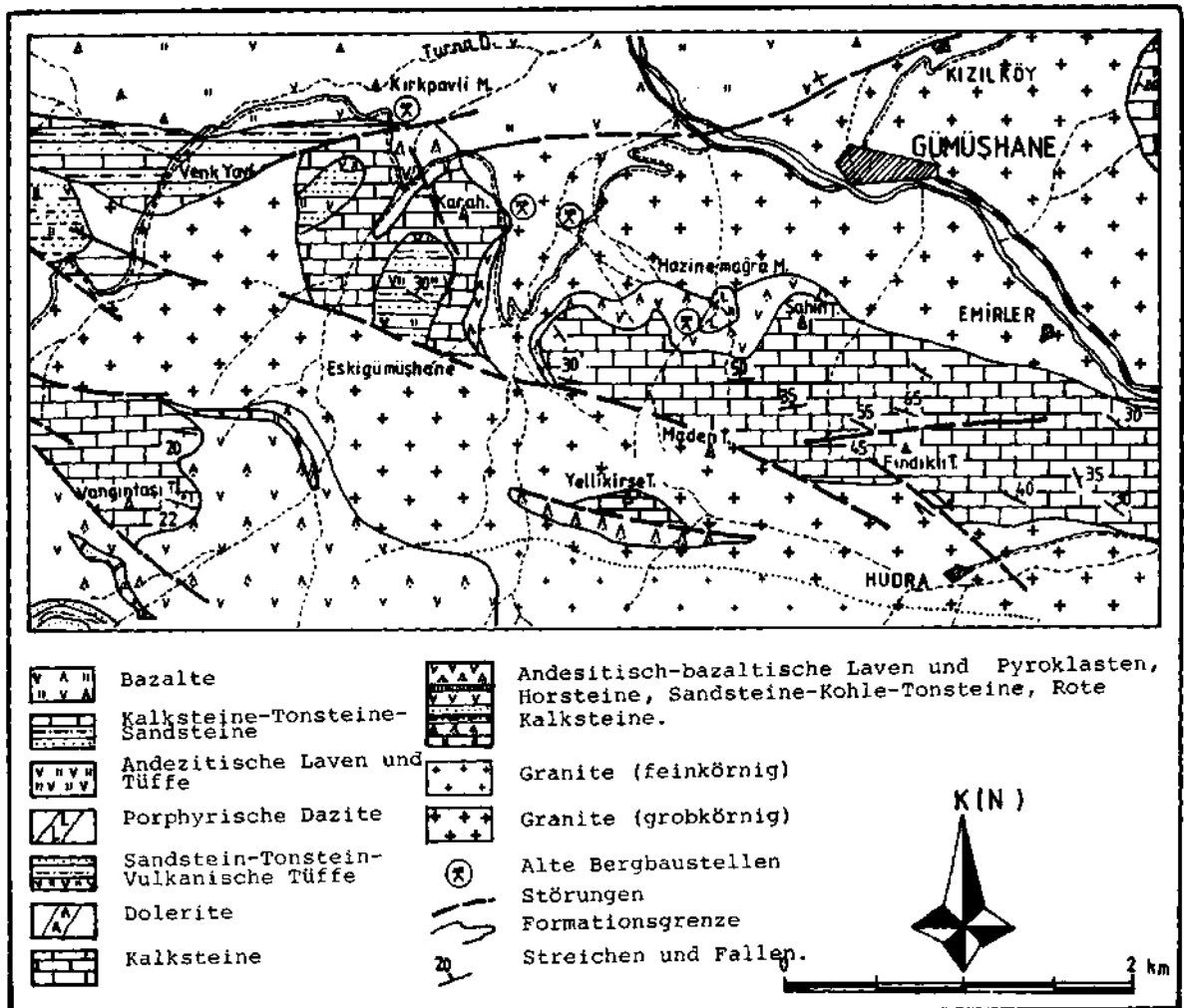


Abb. 2- Die geologische Karte des Arbeitsgebietes (nach Güner und et al., 1985).

kohlige Wechsellagerungen. Über dieser Serien liegen 3 - 5 m mächtige Hornstein - Serien (Güner und et al.,1985). Die massiv aussehende Oberkreide - Kalksteine, die über Dogger - Malm liegen und hellgraue Farbe zeigen, sind dolomitisiert und schwach rekristallisiert. Darüber sind 400 - 500 m mächtige tonige, rot farbige Oberkreide - Kalksteine, vulkanische Tuffe, Sandsteine gelagert. Über dieser Serien kommen Oberkreide - Vulkaniten und Produkte, die aus verwitterten andezitischen Tuffen bestehen.

Nach Angaben von Güner und et al. (1985) sind die tertiären Granitoide in die oben genannten Serien eingedrungen. Das Eozän beginnt mit den dünnen Konglomeratlagen und diese werden von vulkanisch - sedimentären Serien nachgefolgt. Die im Eozän abgelagerten Serien, die aus Kalksteine, Tonsteine, Sandsteine und andezitisch - bazaltischen Laven und ihren piroklastischen Komponenten bestehen, wurden von Granitoid - Intrusionen nicht verändert. In dieser Umgebung gibt es auch junge Andezit - Diabaz - Gänge.

Das Gümüşhane - Gebiet befindet sich im südlichen Teil des ostpontitischen Bereiches (Ketin, 1966) und erlebte die Entwicklung der herzynischen und alpidischen Orogenese mit. Deshalb trifft man sehr oft im Arbeitsgebiet zahlreiche Störungen, Verfaltungen und Überschiebungen.

VERERZUNGEN

Bei der Blei - Zinklagerstätte von Gümüşhane sind die hydrothermalen Erzlösungen in die Störungszonen eingedrungen und haben im Kalkstein linsenartige, hydrothermal - metasomatische Erzlagen gebildet. Für diese linsenartige Vererzung bilden die Hazine Mağara und Kırkpavili Vorkommen sehr gute Beispiele (Kovenko, 1937). Nach Angaben von Kovenko (1937) und Dandria (1940) liegt Hazine Mağara Vorkommen innerhalb der dolomitischen Kalksteine und an dem Kontakt von der Kalkstein - Mergeln. In der Nähe von dem Hazine Mağara - Vorkommen liegt eine Verwerfung, die in der Richtung 38° SW einfällt und höchstwahrscheinlich mit der Vererzung in enger Beziehung steht. Da die tektonische Tätigkeit an dieser Verwerfung auch nach der Vererzung andauert, trifft man hier dadurch zerbrochene und zerstückelte Erze. Die wichtigsten Erzminerale von Hazine Mağara sind in den Kompakt - Pyriten ausgebildet. Makroskopisch kennt man in den Erzproben neben Bleiglanz auch Zinkblende. Kupferkies und Fahlerz sehr deutlich.

MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN

Die An- und Dünnschliffe, die aus den Erzproben von der Hazine Mağara und Kırkpavili Vorkommen hergestellt worden sind, wurden unter dem Mikroskop gründlich untersucht. Die Erzproben, die hauptsächlich aus Bleiglanz bestehen, sind an Erzparagenese reicher als die Erzproben, die mehr Pyrit enthalten. Deshalb wurden bei den mineralogischen Untersuchungen meistens die Erzproben vorgezogen, die an Bleiglanz reich sind.

Pyrit. -Es ist das häufigste, weit verbreitete und wahrscheinlich älteste Sulfidmineral der Blei-Zinklagerstätte Gümüşhane. Dieses Mineral ist fast überall in den Gängen oder zerstreut als "Imprägnationen" in den magmatischen und sedimentären Gesteinen zu finden. Neben den idiomorphen und hypidiomorphen Pyriten kommen auch in Bleiglanz und Zinkblende als skelettartige Aggregatarten vor. Solche Pyriten wurden manchmal von den Wirtmineralien verdrängt. Pyrit zeigt fast immer kataklastische Risse und Sprünge. Entlang dieser Risse und Sprünge wurde Pyrit von jüngeren Mineralien wie Bleiglanz, Zinkblende, Bornit, Kalkosin, Covellin und Kupferkies gefüllt. Selten tritt radialstrahlige Aggregatarten von Pyrit auf, die wahrscheinlich Markazitpsödomorphosen sind.

Bleiglanz. -Nach dem Pyrit ist Galenit das nächst häufigste und verbreitete Sulfidmineral der Blei-Zinklagerstätte Gümüşhane. Bleiglanz bildet hier idiomorphe und hypidiomorphe Kristalle aus, die manchmal um ihre Ränder herum und entlang ihrer Spaltflächen, Risse und Sprünge in Anglesit und Cerussit umgewandelt wurden. Die dreieckigen Spaltbrücken des Bleiglanzes zeigen oft Biegung, Krümmung und Windung auf. Die tektonische Tätigkeit des Gebietes wurde höchst wahrscheinlich auch nach der Entstehung des Bleiglanzes weiter andauert. Die Spaltflächen und die Risse-Sprünge der Bleiglanz-Kristalle wurden gelegentlich von zwei verschiedenen Fahlerz-Typen und Kupferkies angefüllt (Tafel I und II).

Zinkblende. -Die Zinkblende ist nach dem Pyrit und Bleiglanz das dritt häufigste und verbreitete, primäre Erzmineral der Lagerstätte Gümüşhane, das oft zahlreiche Entmischungen und Kupferkies, selten auch Bornit und Bleiglanz enthält. Die Zinkblende-Kristalle sind hypidiomorph und zeigen öfter kataklastische Struktur. Die Spaltflächen, Sprünge und Risse der Zinkblende-Kristalle wurden durch jüngere Bleiglanz, Fahlerz und Kupferkies angefüllt. Sie sind an der Ran-

den, entlang der Spaltflaechen, Sprüngen und Rissen in Smithsonit umgewandelt worden. Im Allgemein hat die Zinkblende von Gümüşhane-Vorkommen rote innenreflektive, die reich an FeS-Inhalt andeuten.

Fahlerz . - Fehler ist Fahlerz in der Blei-Zinklagerstaette fast überall in geringer Menge als erste Generation vorhanden. Fahlerze treten hier in drei verschiedenen Arten auf. Die erste Art ist Wismut-Blei-Fahlerz. Die zweite ist Tennantit. Selten tritt in Bleiglanz Ag-Fahlerz auf. Im Allgemein kommen Wismut-Blei-Fahlerz und Tennantit zusammen vor (Tafel I, abb. a, b; Tafel II, abb. a). Die Fahlerze, die kataklastische Struktur aufweisen, wurden entlang der Rissen und Sprüngen von Bleiglanz, Karbonate und Quarz angefüllt. Diese Fahlerze treuen teilweise in Bleiglanz und manchmal zwischen Quarz und Pyriten auf. Wismut-Blei-Fahlerze und Tennantit kommen mit Kupferkies als ineinander Verwachsen vor. Sie sind an der Rande der Kristalle in Enargit-Luzonit umgewandelt worden. Diese Fahlerze besitzen manchmal Entmischungen des Kupferkieses. Sie bilden ab und zu auch mit dem Kupferkies eine mirmekitischen Verwachsungen. Tennantit verdringt das Bi-Pb-Fahlerz als kleine Gaengchen. Durch die oberflaechliche Umwandlung der Fahlerze entstehen Sb-As-Oker, Kalkosin und Covelling. Ag, Fahlerze kommen in Bleiglanz als kleine runde Einschlüsse vor. Durch die Zersprung und Zersetzung der Bi-Pb-Fahlerzen entstehen Wismutil, Wittichenit, Klaprothit, Emplektit und sekundear Bleiglanz (Tafel I, abb. a und b; Tafel II, abb. a). Diese Zersetzung der Bi-Pb-Mineralien wurde auch von Ramdohr (1975) oft beobachtet.

Aikinit . - Im Allgemein tritt dieses Mineral in geringen Mengen mit der Kupferkies, Bi-Fahlerze und Klaprothit ineinander Verwachsen auf. Aikinit hat meistens die Grosse von 100 Mikron. Sie sind in Formen von idiomorph, hypidiomorph und kleinen Staebchen kristallisiert und zeigen mit der Bleiglanz und Kupferkies mirmekitische Verwachsungen auf. Daneben wurde in Aikinit die kleinen Teilchen von Pyrit, Bi-Pb-Fahlerz, Kupferkies als Einschlüsse beobachtet. Durch die oberflaechliche Umwandlung wurden Aikinite gelegentlich in Covellin, Cerussit und Wismutil umgewandelt.

Gold und Elektrum . -Oft wurden diese Mineralien im Bleiglanz, in den Spaltflaechen der Bleiglanzen und zwischen den Bleiglanzkristallen beobachtet. Die Farbe von Gold ist nach Ag-Inhalt von Weiss nach gelb wechselnd. Manchmal tritt Gold zwischen Fahlerz, Quarz und Pyrit auf (Tafel I, abb. b, c und d). Das Gold in diesen Lagerstaetten ist immer noch als "Freigold" und manchmal Elektrum vorhanden. Wenn der Silbergehalt des gediegenen Gold höher und seine Farbe lichter ist, so nennt man ihn als Elektrum.

Silber . Gediengenes Silber wurde in den Rissen und an Sprüngen von den Fahlerzkristallen beobachtet. Sehr selten treten auch silberaderchen auf. Die Hauptmenge des Silber steckt hier in gediegenen Silber, in Sulfiden und Sulfosalzen.

Kupferkies . - Die in dieser Mineralparagenese sehr wenig auftretende Kupferkiese kommen in Bleiglanz und Zinkblende als Einschlüsse vor. Ausserdem kann man kleine Gaengchen beobachten, die im Bleiglanz eingedrungen sind (Tafel I, abb. a; Tafel II, abb. b).

Bourmonit und Boulangerit . - Diese beiden Mineralien treten an den Kontakten von Kupferkies, Fahlerz und Bleiglanz sehr selten auf. Die manche Bleiglanzen enthalten Boumoniteinschlüsse. Sie sind rundliche allotriomorphe Körner, die manchmal von Fahlerzen kokardenförmig umhüllt werden. In einzelfaellen wird Boumonit und Boulangerit von Bleiglanz schön und typisch verdraengt. Die Körner von Boulangerit sind meist stengelig. Die isolierte Kristalle haben rhombischen Querschnitt.

Enargit-Luzonit . - Sie treten sehr selten an den Randen von Fahlerzen und Kupferkiesen, manchmal in Fahlerzen als Einschlüsse auf. Manche Enargit-Luzonit-Kristallen werden von kleiner Gaengchen Fahlerzs verdraengt. Enargit hat grosse Aehnlichkeit mit Luzonit und bildet gedrungen prismatische Körner inmitten von anderen Erzen. Durch die oberflaechlichen Alteration wurden die Enargit-Luzonit in Kalkosin, Covellin und As-Sb-Oker umgewandelt.

Bornit . - Im Allgemein wurde Bornit in sehr kleineren Mengen und Kömer in Zinkblende und Bleiglanz beobachtet. Sehr oft kommt mit Kupferkies und Fahlerz ineinander verwachsen und manchmal in Kupferkies als Entmischungen vor. Kupferkieslamellen in Form dünner Tafeln oder Linsen sind sehr hacufig entmischt. Durch die oberflaechlichen Umwandlung wurde Bornit in Kalkosin, Covellin und Limonit umgewandelt.

Mawsonit . - Dieses Mineral tritt sehr selten in Bleiglanz, Kupferkies und Fahlerz, manchmal auch mit der Luzonit verzahnt auf. Mawsonit sieht unter dem Mikroskop dem Bornit sehr aehnlich aus. Der Unterschied ist nur die höhere Anizotrophie, die Mawsonit besitzt.

Klaprothit. - Dieses Mineral tritt sehr selten mit den anderen Bi-Mineralien zusammen in Bleiglanz auf (Tafel I, abb. a). In Form von strahlig bis säulig aussehende Klaprothit-Kristalle zeigen mit Aikinit mirmekitische Verwachsungen auf. In Klaprothit kann man auch sehr selten kleine Einschlüsse von Bi-Fahlerze beobachten. An den Kontakten von Bleiglanz-Klaprothit kommen sehr selten gedüngene Wismut- und Galenowismut-Kristalle vor, die unter sich mirmekitische Verwachsungen zeigen. Klaprothit kann auch ein Zerfallsprodukt von Wittichenit sein, der selbst aus Bi-Fahlerz entsteht

Galenobismutit. - Nadelige bis leistenförmige Kristalle von Galenobismutit treten sehr selten und in kleineren Mengen in Bi-Fahlerzen auf. Manchmal kommt es auch sehr selten im Quarz und Calcit vor. Die Verwachsung mit Wismutglanz ist manchmal skelettartig oder baumförmig, dass man vielleicht an Zerfall eines komplexen Sulfosalzes denkt

Hessit. - Die Korngröße von Hessit in vorliegenden Proben sind 25-30 Mikron und enthalten kleinere Einschlüsse von Elektrum, Altait und Tetradimit. Im Allgemeinen wird Hessit in Fahlerzen als hypidiomorphe Körner zerstreut beobachtet

Arsenkies. - Im Bleiglanz tritt dieses Mineral sehr selten als sehr kleinere idiomorphe Kristalle auf, das unter sulfidischen Mineralen, das älteste ist.

Emplektit. - Im Allgemeinen entsteht Emplektit durch die Zersetzung der Bi-Pb-Fahlerzen. Dieses Mineral tritt sehr selten mit Bi-Pb-Fahlerz, Klaprothit, Wismutit und gedüngener Wismut zusammen. Emplektit zeigt manchmal eine mirmekitische Verwachsung mit der Aikinit und Klaprothit auf.

Wittichenit. - Dieses Mineral tritt wie andere Sulfosalzen sehr selten und mit Klaprothit und Emplektit verwachsen auf, das durch die Zersetzung von Bi-Pb-Fahlerz entstanden ist (Tafel II, abb. a).

Altait. - Er wurde im Allgemeinen sehr selten und in sehr kleineren Mengen in Bleiglanz als idiomorphe und hypidiomorphe Kristallen beobachtet.

Tetradymit. - Dieses Mineral tritt auch in kleineren Mengen mit den anderen Bi-Sulfosalzen zusammen in Galenit

Magnetkies. - Dieses Mineral tritt in kleineren Mengen mit der Klaprothit, Bomit, Bleiglanz, Zinkblende und Fahlerz zusammen in der idiomorphen Pyriten auf. Unter diesen Mineralien ist nur das Magnetkies älter als Pyrit und bilden im Pyrit Einschlüsse. Magnetkies wird von Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende, Fahlerz und vielen anderen verdrängt

Rutil-Anatas. - Während der hydrothermal-hydrothermale Vorgänge wurden Rutil-Anatas von dem Nebengestein (Kalkstein) aufgenommen. Sie treten als kleine idiomorphe, hypidiomorphe Körner in kleineren Mengen auf. Sie können fast in allen hydrothermal-ausgebildeten Mineralien als Einschlüsse beobachtet werden. Sie zeigen manchmal kataklastische Struktur. Die Risse, Spalte und Brüche von Rutil-Anatas wurden durch junge sulfidische Mineralien ausgefüllt. Die Kristalle zeigen manchmal Druck- und manchmal auch Verwachsungszwillinge. Die im Erz auftretenden Rutilkristalle haben mit den Rutilkristallen, die im Nebengestein beobachtet wurden, große Ähnlichkeit.

Zirkon. - Zirkon wurde im Erzparagenese selten beobachtet Die 25-30 Mikron Größe, idiomorph-hypidiomorphe Zirkonkristalle treten hauptsächlich in Bleiglanz und Quarz auf. Zirkon wurde auch wie Rutil-Anatas aus dem Nebengestein aufgenommen.

Titanit. - Titanit kommt in der Mineralparagenese selten als idiomorphe, kleinere Kristalle in Quarz, Calcit und Bleiglanz vor. Titanit ist ein detritisches Mineral, das in Kalkstein transportiert wurde. Bei der Vererzung wurde Titanit aus dem Nebengestein mobilisiert

Graphit. - Dieses Mineral wird mit den Gangmineralien (Quarz, Dolomit und Calcit) zusammen in Bleiglanz beobachtet. Sechseckige Plattenförmige Graphitkristalle wurden bei der Vererzung aus dem Nebengestein übernommen. Wahrscheinlich wurde die kohlige Substanz, die im Kalkstein in geringen Mengen vorhanden ist während der Vererzung graphitisiert.

Kohle. - In den Gangmineralien des Erzes wird gelegentlich kohlige Substanz beobachtet, die auch im Nebengestein (Kalkstein) zu beobachten ist

Kalkosin-Cavellin. - Diese Mineralien entstehen durch die Umwandlung der kupferhaltigen Mineralien wie Kupferkies, Bomit, Fahlerz, Enargit-Luzonit. In Erzmineralien tritt Cavellin immer mehr als Kalkosin auf. Diese beiden Mineralien wurden am Rande und entlang der Sprung- und Spalttrissen von primären Kupfermineralien beobachtet.

Limonit . - Diese sekundären Mineralien entstehen durch die Umwandlung aus Eisen enthaltende Mineralien wie Pyrit, Kupferkies, Bornit. Oft werden die Limonitmodifikationen wie götit, Lepidokrosit zusammen ineinander und nebeneinander beobachtet.

Arsenik-Antimuan-Oker . —Sehr selten auftretende diese sekundären Mineralien entstehen durch die äusseren Umwandlung aus Fahlerz, Enargit-Luzonit und Aikinit. Sie werden auch sehr selten von Covellin begleitet.

Anglesit-Cerussit . - Sie entstehen durch die Umwandlung aus Bleiglanz. Sie treten an den Rändern, Spaltflächen und entlang der Sprüngen und Rissen von Bleiglanz auf. Zuerst wurde der Anglesit, danach Cerussit ausgebildet. In diesen Mineralien beobachtet man oft die Reste von Bleiglanz und ab und zu Mal auch sehr wenig Covellin. Die bei der Umwandlung von Bleiglanz entstandenen Anglesit- und Cerussit-Mineralien zeigen sehr schöne konzentrisch schalige Strukturen.

Smithsonit . - Dieses sekundäre Mineral entsteht durch die Umwandlung von Zinkblende. Er tritt an Rändern und entlang der Spaltflächen, Sprünge und Rissen von Zinkblende auf. Die in Zinkblende auftretenden Mineralien wie Bornit, Pyrit, Kupferkies wurden bei der Smithsonit-Entstehung in Covellin und Limonit umgewandelt.

Malachyt-Azurit . - Sie wurden durch die Umwandlung der kupferenthaltenden Mineralien wie Kupferkies, Fahlerz und Enargit-Luzonit entstanden. Im Handstück und auch unter dem Mikroskop kann man die radialstrahlige Aggregate von Malachyt-Azurit leicht erkennen.

Psilomelan-Pyrolusit . - Sehr selten auftretende Mineralien wurden durch die Umwandlung aus Siderit-Ankerit entstanden. Diese Mineralien treten sehr wenig an Rändern, entlang der Spaltflächen, Sprüngen und Rissen von Siderit und Ankerit auf.

Gangminerale

Quarz . - Er tritt als das häufigste Gangmineral in kleineren idiomorph-hypidiomorphen Kristallen auf. Manchmal verdrängt Quarz als Aederchen die Erzminerale, die xenomorph und hypidiomorph und miteinander verzahnt verwachsen sind.

Calcit-Dolomit . - Sie treten als kleine meist rhombische Kristalle auf. Die Calcit-Adern und Gänge dringen die ganzen Erzminerale durch. Manchmal füllt Calcit als Matrix den Zwischenraum zwischen den Quarzkristallen aus.

Schwefelspat (Baryt) . - Baryt tritt als idiomorphe, stengelige Aggregate sehr wenig auf. Der Zwischenraum der Barytkristalle wurden häufig durch Karbonate, Bleiglanze und Quarze ausgefüllt.

Siderit-Ankerit . - Sie werden in wenigen Mengen als kleine rhombische Kristalle beobachtet. Sie sind an Rändern und entlang der Spaltflächen in Limonit, psilomelan-Pyrolusit umgewandelt.

Chlorit-Sericit . - Diese Mineralien wurden oft zwischen den Quarzkörnern, manchmal auch zwischen den Erzmineralen in kleineren Mengen beobachtet.

Chemische Analysen

Die chemischen Analysen, die von den verschiedenen Autoren in verschiedenen Zeitabständen durchgeführt worden sind, wurden Tab. 1 angegeben. Wie daraus zu entnehmen ist, zeigen manche Proben höhere Werte von Gold und Silber. Die Autoren wie Ölsner (1935) und Dandria (1940) behaupten, dass die Silbergehalte der Erze aus dem Fahlerz und dem gediegenen Silber entstammen. Dagegen aber konnten die Autoren dieser Arbeit unter dem Mikroskop das gediegene Silber sehr selten feststellen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Gold-Silber haltigen Vererzungen der Blei-Zinklagrste in der Nähe von Gümüşhane werden in den ganzen magmatischen und sedimentären Gesteinsfolgen beobachtet, die in Zeitabständen zwischen Paläozoikum und Eozän entstanden sind. Die hydrothermale Vererzung hat hauptsächlich die Störungszonen ausgewählt. Die Hazine Mağara und Kirkpavili Vorkommen wurden in Oberkreide-Kalksteinen, entlang der Störungszonen metazomatisch entstanden. Die Ve-

rerzung weist mit tertieren Granitoiden naechere Beziehungen auf. Unter der Erzmineraleien der Blei-Zinklagerstaette Gümüőhane gibt es kein Erzmineral, das als geologisches thermometer gelten kann. Deshalb kann man die Entstehungstemperatur der Blei-Zinklagerstaette nicht genau bestimmen. Aber mineralogischen Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Erzmineraleien dieser Lagerstaette waehrend der mezothermalen Phase entstanden sein koennen. Nach der mikroskopischen Untersuchungen der Erzproben, die aus Hazine Mağara und Kırkpavili Vorkommen stammen, wurde 3 verschiedene Erzmineralgruppen festgestellt.

1- Rutil-Anatas, Zirkon, Titanit, Graphit, Serisit, Chlorit, ein Teil von Pyrit, Quarz und Kohle stammen aus der Nebengestein (Kalkstein). Diese Minerale wurden auch in den Nebengestein beobachtet.

2- Der groesste Teil von Pyrit, Bleiglanz, Zinkblende, Fahlerz, Aikinit, gediegenes Gold, Elektrum, gediegenes Silber, Kupferkies, Boumonit, Boulangerit, Enargit-Luzonit, Bornit, Mawsonit, Klaprothit, Galenobizmutit, Hessit, Arsenkies, Emplektit, Wittichenit, Altait, Tetradymit, Magnetkies, ein Teil von Quarz, Calcit, Dolomit, Baryt, Siderit und Ankerit wurden aus den hydrothermalen Loesungen entstanden.

3- Kalkosin, Covellin, Limonit, As-Sb-Oker, Anglesit, Cerussit, Smithsonit, Malachyt, Azurit, Psilomelen und Pyrolusit sind Sekundaermineraleien, die durch Umwandlung aus primaeren Mineraleien entstanden wurden.

Hier sind natuerlich die Mineraleien wichtig, die aus hydrothermalen Loesungen entstanden sind. Nach dieser Untersuchungen wurden viele unbekannte Bizmosulfosalzen und Tellur-Mineraleien festgestellt, die der Erzparagenese von Blei-Zinklagerstaette Gümüőhane angehoeren. Sie sind: Aikinit, Bi-Pb-Fahlerz (Annivit), Tetradymit, Wittichenit, Emplektit, Klaprothit, gediegenes Wismut und Hessit. Der Hessit ist gelegentlich ein wichtiges Silbermineral der Lagerstaette von Gümüőhane. Fast gleiche Mineraleien wurden auch in den Lagerstaetten von Ost-Schwarzmeerkueste festgestellt (Çağatay, 1979; Arman und Altun, 1983; Altun, 1984; Özgür und et al., 1989). Die Wismut-Tellurmineraleien, die im Erzparagenese der Lagerstaette von Gümüőhane vorkommen, wurden in Bleiglanz beobachtet. Dagegen die in der Lagerstaette von Ost-Schwarzmeerkueste auftretende Bi-Te-Mineraleien findet man immer in Kupferkies.

DANKSAGUNG

Waehrend der Gelaendeaufenthalte in Gümüőhane waren Herr Temel Nebioğlu und die Geologen von Niederlassung des MTA in Trabzon sehr behilflich. Wir moechten ihnen dafuer sehr danken.

Manuscript received January 4, 1990

BIBLIOGRAPHIE

- Altun, Y., 1984, Giresun-Görece ve Tirebolu (Doğu Karadeniz) yöresindeki renkli metal yataklarının karşılaştırmalı mineralojileri ve kökenleri: İstanbul Üni. Fen Bilimleri Enst., Dr. thesis, 136 p. (unpublished), İstanbul.
- Arman, M.B. und Altun, Y., 1983, Artvin-Murgul anayatakta izlenen Selenyum-tellur mineralleri üzerinde bir çalışma: MTA Bull., 99/100, 84-90, Ankara.
- Bosch, L.; Giles, D.; Grys, A.; Hirayama, K.; Kuijpers, E.; Lumiaha, K.; Nair, M.; Talic, S. und Thoamout, F., 1974, Merzifon-İspir sahası jeokimyasal anomalilerinin detay etüdü: Birleşmiş Milletler, Rep. no. IV, NewYork.
- Çağatay, A., 1979, Maden mikroskopisi: Jeoloji Mühendisleri Odası Publ. 2,725, Ankara.
- Çınar, S.; Türk, O.; Er, M.; Güç, A.; Musaoğlu, A.; Gümüőel, A.; Özdemir, M. und Kurtoğlu, T., 1983, Gümüőhane ili ve güneybatı yöresinin 1/25.000 ölçekli jeolojisi ile maden zuhurlarına ilişkin rapor: MTA Rep., 1982, (unpublished), Ankara.
- Çoğulu, E., 1970, Gümüőhane ve Rize granitik plutonlarının mukayeseli petrolojik ve jeokrometrik etüdü: İTÜ Maden Fak, Doç. thesis (unpublished), İstanbul.
- Dandria, L., 1940, Gümüőhane kurşun yatağı hakkında muhtıra: MTA Rep., 999 (unpublished), Ankara.

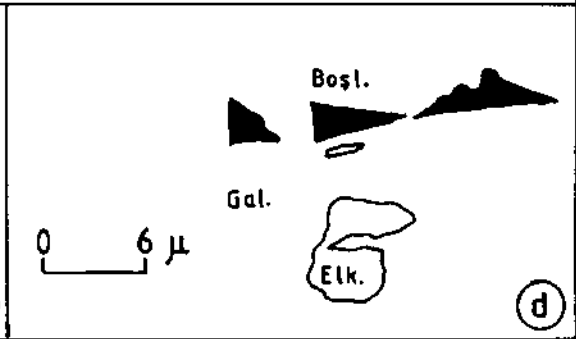
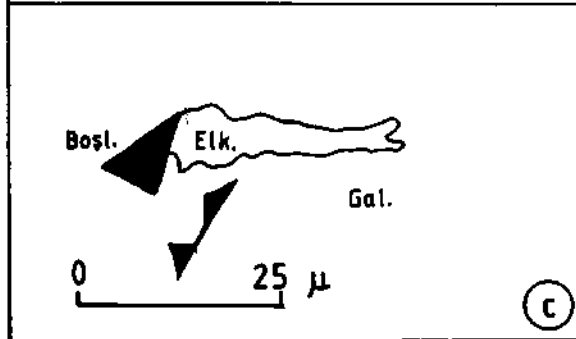
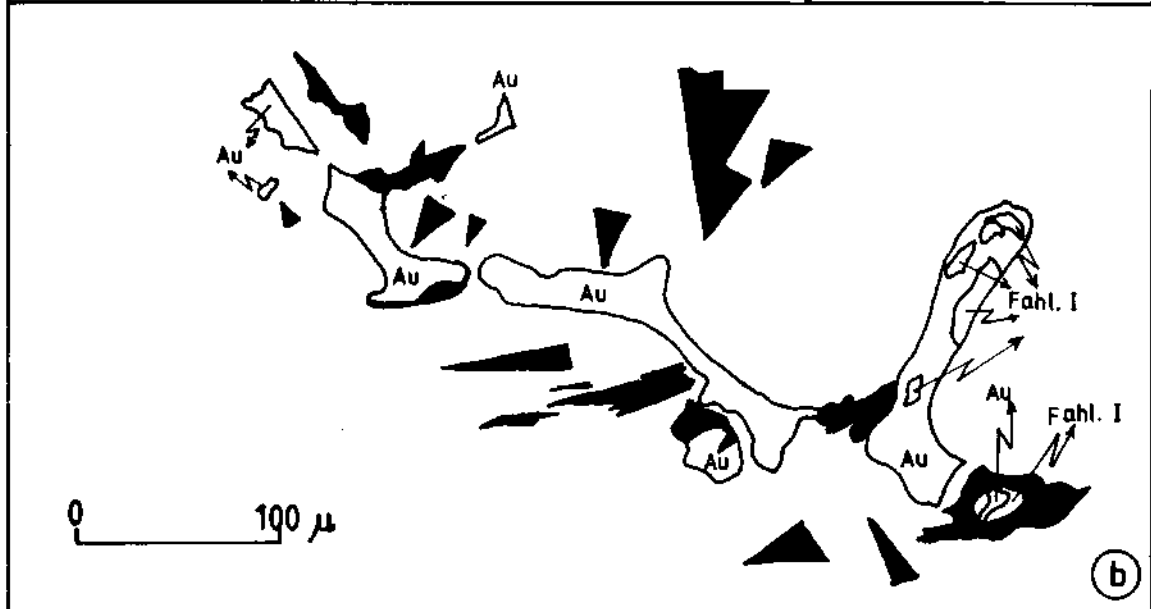
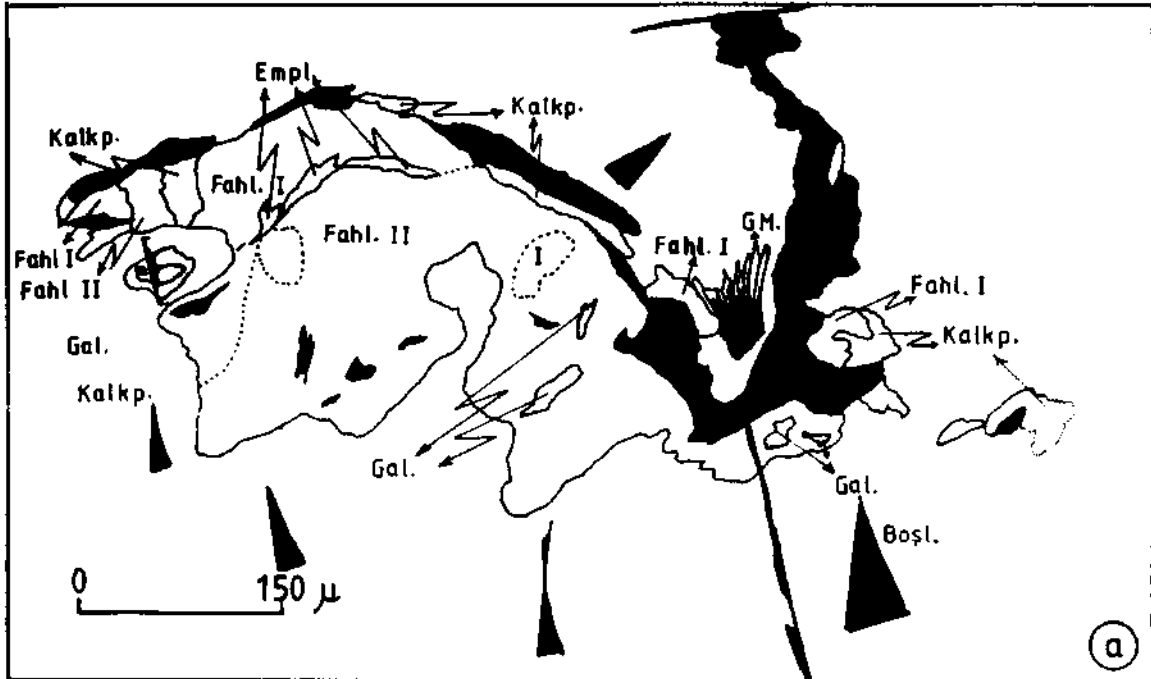
- Erbayar, M. und Ödevci, İ., 1979, Gümüşhane-Eski Gümüşhane Cu.,Pb, Zn, Ag cevherleşmeleri hakkında rapor: MTA Rep., 2833 (unpublished), Ankara.
- Güner, S.; Er, M.; Gümüşel, A. und Boğuşlu, M., 1985, Gümüşhane Eski Gümüşhane yöresindeki cevherleşmelere ait jeoloji raporu: MTA Rep., 230, 525 (unpublished), Ankara.
- Gysin, M., 1938, Yazında yapılan jeoloji ve maden etütlerinin neticeleri hakkında iptidai rapor: MTA Rep., 703, 24-26, (unpublished), Ankara.
- Kamitani, M.; Candeğer, O.; Van, A. und Yılmaz, S., 1977, Gümüşhane madeni ile Bayburt Helva madeni üstüne ön rapor: MTA Rep., 1520, (unpublished), Ankara.
- Ketin, İ., 1966, Anadolu'nun tektonik birlikleri: MTA Bull., 66, 20-34, Ankara.
- Kovenko, V., 1937, Gümüşhane madeni hakkında rapor: MTA Rep., 399, (unpublished), Ankara.
- Kraus, A., 1889, Gümüşhane madenleri: MTA Rep., 410, (unpublished), Ankara.
- Milliyet Gazetesi, 1982, İller ansiklopedisi: Milliyet gazetesi yayınlarından.
- Ölsner, O., 1935, Gümüşhane Vilayetinin maden yataklarına ait rapor: MTA Rep, 408, (unpublished), Ankara.
- Özgür, N.; Siegman, E. und Willgallis, A., 1989, Murgul bakır yatağında Se ve Te içeren sülfürlü cevher minerallerine ilişkin mikrosonde çalışması: 43. Türkiye Jeol. Kurultayı Bildiri Özetleri, S.9, Ankara.
- Öztunalı, Ö., 1983, Türkiye kurşun-çinko yatakları ve madencilği: Türkiye Jeol. Kur. Publ., Ankara.
- Pejatovic, S. und Vuyanovic, V., 1970, Türkiye Karadeniz sahil metalojenik zonu piritik ve skarn cevheri zuhurlarının kıymetlendirilmesi: MTA Rep. 952, p. 119-122 (unpublished), Ankara.
- Ramdohr, P., 1975. Die Erzminerale und ihre Verwachsungen: 4. Auflage, Akademik-Verlag, Berlin.
- Schumacher, F., 1937, Keban-Bolkardağ-Gümüşhane kurşun-çinko zuhurlarına ait rapor ve hulasa: MTA Rep. 402, p. 19-21 (unpublished), Ankara.
- Yılmaz, Y., 1976, Geology of the Gümüşhane granite (Petrography.-İstanbul Üniv. Fen Fak. Mec. Sen B, 39(3-4) p. 157-172, İstanbul.

TAFELN

TAFEL - I

Die Mineralparagenese des Blei-Zinkvorkommen von Gümüşhane

- Abb. a - Tennantit-Tetraedrit (Fahl I),
Pb-Bi-Fahlerz (Fahl II),
Kupferkies (Kalp.),
Emplektit (Empl.) in Bleiglanz.
Lokation : Hazine Mağara-Vorkommen
- Abb. b - Gediegenes Gold (Au) und
Tennantit-Tetraedrit (Fahl. I) in Bleiglanz.
- Abb. c - Elektrum (Elk.) in Bleiglanz und
Spaltbrüche (Boşl.).
- Abb. d - Elektrum (Elk.) in Bleiglanz.



TAFEL-II

Die Mineralparagenese Des Blei-Zinkvorkommen Von Gümüşhane

Abb. a - Klaprothit (klp.),
Emplektit (Empl.),
Witlischenit (Vits.) und
Pb-Bi-Fahlerz (Fahl. II) in Bleiglanz.

Abb. b - Tennantit-Tetraedrit (Fahl. I),
Bi-Pb-Fahlerz (Fahl, II),
Klaprothit (Klp.) und
Zinkblende (sf) in Bleiglanz.

