

DIE GENESE DER BLEI-ZINK-LAGERSTAETTEN VON AYDAP UND YULARI BEI GAZİPAŞA (ANTALYA) UND IHRE REMOBILIZATIONSPROBLEME

THE GENESIS OF LEAD-ZINC DEPOSITS OF AYDAP AND YULARI (GAZİPAŞA-ANTALYA) AND REMOBILIZATION PROBLEM

Ahmet AYHAN*

ABSTRACT. — The lead-zinc sulphide deposits of Aydap-Yulan (Gazipaşa-Antalya) are deposited in the slightly metamorphosed rocks of Permian age. Ore minerals have lost their primary position by karstification, metamorphism and tectonism and they are placed in faults of Alpine movements, in the pockets of carbonate rocks or in the multiphased brecciated carbonate rocks. Ore minerals which are seen as a few generations reflect the characteristics of recrystallisation.

ZUSAMMENFASSUNG. — Die sulfidische Blei-Zink-Lagerstaetten von Aydap und Yulan (Gazipaşa-Antalya) liegen in den schwach metamorphisierten Gesteinen vom permischem Alter. Die Erzminerallien haben durch Verkarstung, Metamorphose und tektonische Bewegungen ihre primaere Lage fast völlig verloren, wobei sie in die durch alpidischen Bewegungen entstandenen Störungen, in die Karsttaschen der Karbonaten oder in die mehrphasig brecciierten Karbonaten umgelagert wurden. In einigen verschiedenen Generationen erschienen Erzminerallien stellen deutliche Merkmale der Rekrystallization dar.

EINFÜHRUNG

Die 2 km voneinander entfernten Blei-Zink-Lagerstaetten, die nach der Dörfern von Yulari und Aydap genannt wurden, liegen zwischen dem Grenzgebiet von Kreisstaetten, Alanya und Gazipaşa bei der Bezirkstadt Antalya (Abb. 1).

Obwohl verschiedene und zahlreiche Erzlagerstaetten auf dem Taurusgebirge vorliegen, sind die Lagerstaetten von Aydap und Yulan einzig bekannteste Blei-Zink-Lagerstaetten-Gebiet der Umgebung von Alanya. Nach dem Ersten Weltkrieg zeitweilig abgebaute und spaeter völlig stillgelegte Lagerstaetten wurden aber wissenschaftlich nicht genug untersucht. Mit dieser Arbeit bezielte der Verfasser, ob diese beiden Lagerstaetten wieder in Abbau aufgenommen und ihre Genese deutlich aufgeklaert werden können. Deshalb wurden dieses Lagerstaettengebiet in Detail kartiert; um die Geometrie, Verteilung und Genese der Erze zu beurteilen (Abb. 2 und 3). Die aus diesen Lagerstaetten entnommenen mineralogisch-petrographisch untersuchten representiven Proben ergaben geniiegend genetische Funde.

In früheren Arbeiten wurden die Lagerstaetten von Aydap und Yulan bezüglich einer bestimmter metallogenetischer Provinz, besonders im Rahmen westliches Taurusgebirges yorgenommen. Petrascheck (1960, 1963) untersuchte die Blei-Zink-Lagerstaetten und Blei-haltige Baryt-Lagerstaetten im Rahmen ostlicher metallogenetischer Mittelmeer-Provinz der Alpin Mittelmeerorogen. Er betonte zuerst, dass diese Vererzungen zu einer grossen tektonischen Einheit angehoren und an bestimmten magmatischen Zentren gebunden sind. In seiner naechsten Arbeit (1967) nahm er die in den westtaurischen Kalksteinen entstandenen alle Blei-Zink-Lagerstaetten vor und erwaehte

von Blei-Zink-Lagerstätten in der Umgebung von Gazipaşa. Er vertrat die Ansicht, dass diese Vererzungen im Zusammenhang mit subsequenten Magmatismus vom tertiären Alter stehen. Vache (1966) stufte das Entstehungsalter der Lagerstätten im südanatolischen Taurusgürtel in den Oberperm ein. Nach Vache sei an den subsequenten Vulkanismus gebundene Vererzung stellenweise schichtförmig, und seltener auch gangförmig ausgebildet. Obwohl im Gebiet keine Magmatismus zu treffen sind, merkwürdigerweise nahmen beide Verfasser an, dass die Vererzung an den magmatischen Vorgängen gebunden sei. Andererseits erwähnten sie keinesfalls von den Remobilisations- und Verkarstungsproblemen der Lagerstätten, die während der Erzbildung eine wichtige Rolle spielten.

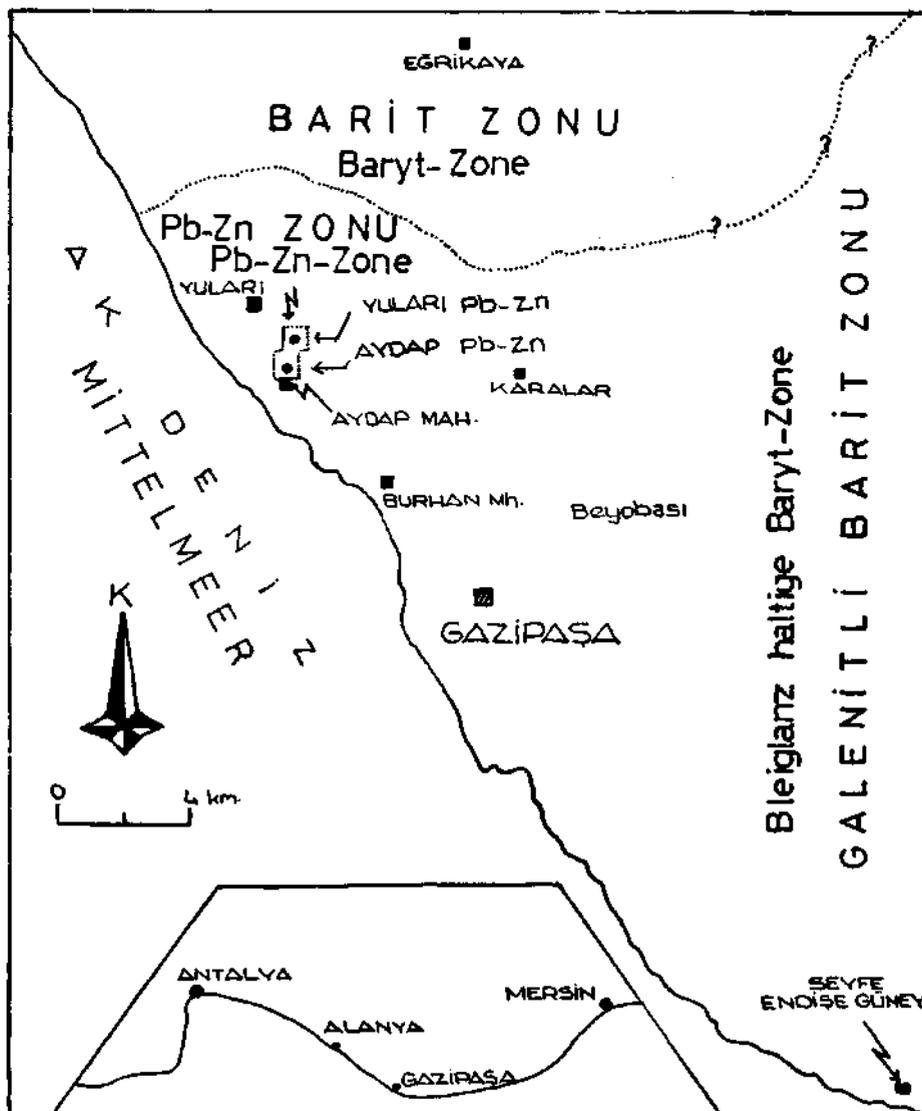


Abb. 1 - Die Lage des Arbeitsgebietes und Pb-Zn-Ba-Vererzungszone.

ALLGEMEINE GEOLOGIE

Die in Alanya Massive befindliche Lagerstaetten von Aydap und Yuları, deren Nebengesteine vom Perm leicht metamorphisiert sind, haben kleine Unterschiede nach ihrer Arten (Ayhan, 1979). Wie in Abb. 2 und 3 zu ersehen ist, besteht stratigraphische Abfolge des Lagerstaettengebietes von Aydap (von unten nach oben) aus unterer Schieferserie (dolomitischem Kalkstein), obärer Schieferserie mit Kalksteineinschaltungen. Auf anderer Seite ergibt sich die stratigraphische Reihenfolge im Lagerstaettengebiet von Yuları wie unten aufgeführt (vom Aelteren zum Jüngerem): untere Schieferserie (Quarzhaltiger Kalkschiefer, Dolomite, blaueulicher Halbarmor), Quarzitschiefer, Obère Schieferserie, schwarzer gebankter Kalkstein, verquarzte Gesteine und Quarzgaenge. Obwohl die untere und obère Schieferserie durch Phyllit, Sericitschiefer, Schiefer und Glimmerschiefer gekennzeichnet sind, lassen sich in oberen Schieferserien die Einschaltungen von Kalkschiefer und Quarzite zu beobachten. Infolge komplizierter Tektonik sind im Lagerstaettengebiet von Yuları beide Schieferserien mit Sicherheit nicht voneinander zu unterscheiden. Zwischen Karbonaten bzw. Dolomit, Kalkschiefer und dolomitischem Kalk laesst sich immer ein Faziesübergang nachweisen. In den Arbeiten von Ayhan (1979), Ayhan und Amstutz (1982) wurden betont, dass die Dolomite in der Umgebung von Gazipaşa zum Teil unter diagenetischen Bedingungen, zum Teil auch unter sekundaeren Bedingungen entstanden sind. Ausserdem wurde die Existenz der Dedolomitierung nachgewiesen.

Dolomit und Halbarmor des Arbeitsgebietes und Baryt-haltiger Kalkstein in benachbarten Gebieten treten innerhalb des aehnlichen stratigraphischen Horizontes auf (Ayhan, 1979, 1982). Dies kann durch den von Südosten nach Nordwesten entwickelten Faziesübergang erklart werden.

Waehrend die Schieferserien durch Falten- und Bruchtektonik verformt sind, reagierten Karbonate auf mehrphasigen tektonischen Bewegungen mit intensiven Bruchbildung. Mehrere Karstzyklen bildeten vorzugsweise in Karbonaten unterschiedliche Strukturen. Die im Arbeitsgebiet befindlichen Bruchsysteme verlaufen oft in NW-SE und NE-SW. Im Gebiet von Yuları dürfte eine grosse Umkipfung der Formationen, die auch ausserhalb des Kartierungsgebietes beobachtet werden könnten, vorhanden.

VERERZUNGSTYPEN

Die Vererzungstypen der Blei-Zink-Lagerstaetten von Aydap und Yuları wurden nach der Géométrie des Erzes mit einer Zahl von vier typen unterteilt.

Schichtgebundene Vererzung

In den Quarzitschiefern des Blei-Zink-Lagerstaettengebietes von Yuları setzt sich das Erz überwiegend aus Bleiglanz, Cerussit und in geringerem Umfang aus Fahlerz, Covellin, Malachit, Azurit, Fe-Oxid-Hydroxide und anderen sekundaeren Mineralvergesellschaftungen zusammen. Es tritt in zwei Erscheinungsformen auf, d.h. teils schichtgebunden, teils spaltfüllend und an den tektonischen Schieferungsflaechen. Die meist in Form von Impragnationen beobachteten, schichtgebundenen Erzminerale durften bei der Sedimentation abgelagert sein. Andererseits wurde es angenommen, dass die in den Bruch- und Schieferungsflaechen verfolgbaren sekundaeren Bildungen durch Métamorphose und tektonischen Vorgaenge aufkurzeren Strecken remobilisiert worden sind. Wie spaeter im Abschnitt, Erzmikroskopie zu besprechen ist, bestaetigen die in Bruch- sekundaerer Zinkblende eingewanderten sulfidischen Erzminerale diese Ansicht (Tafel I, Abb. 1).

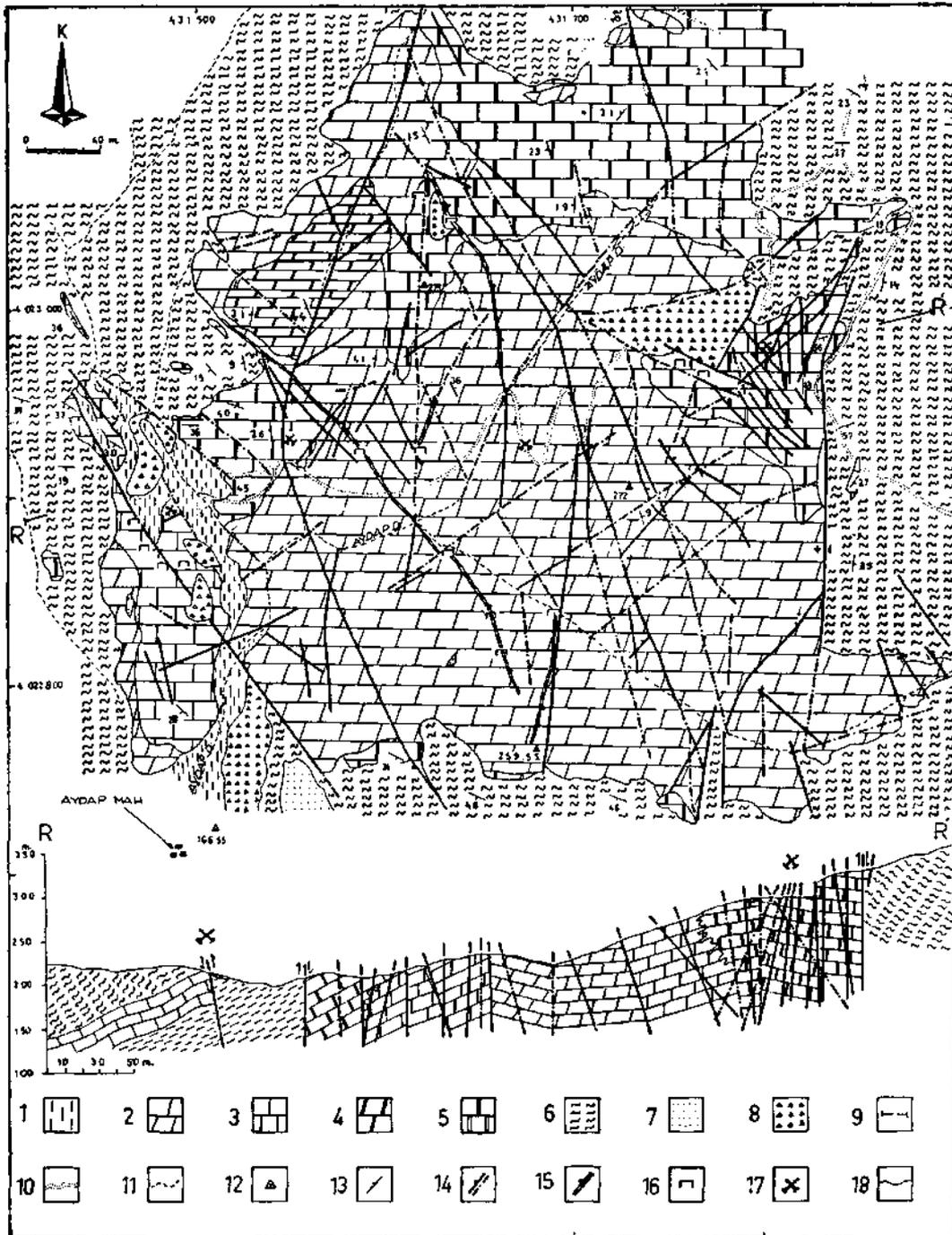
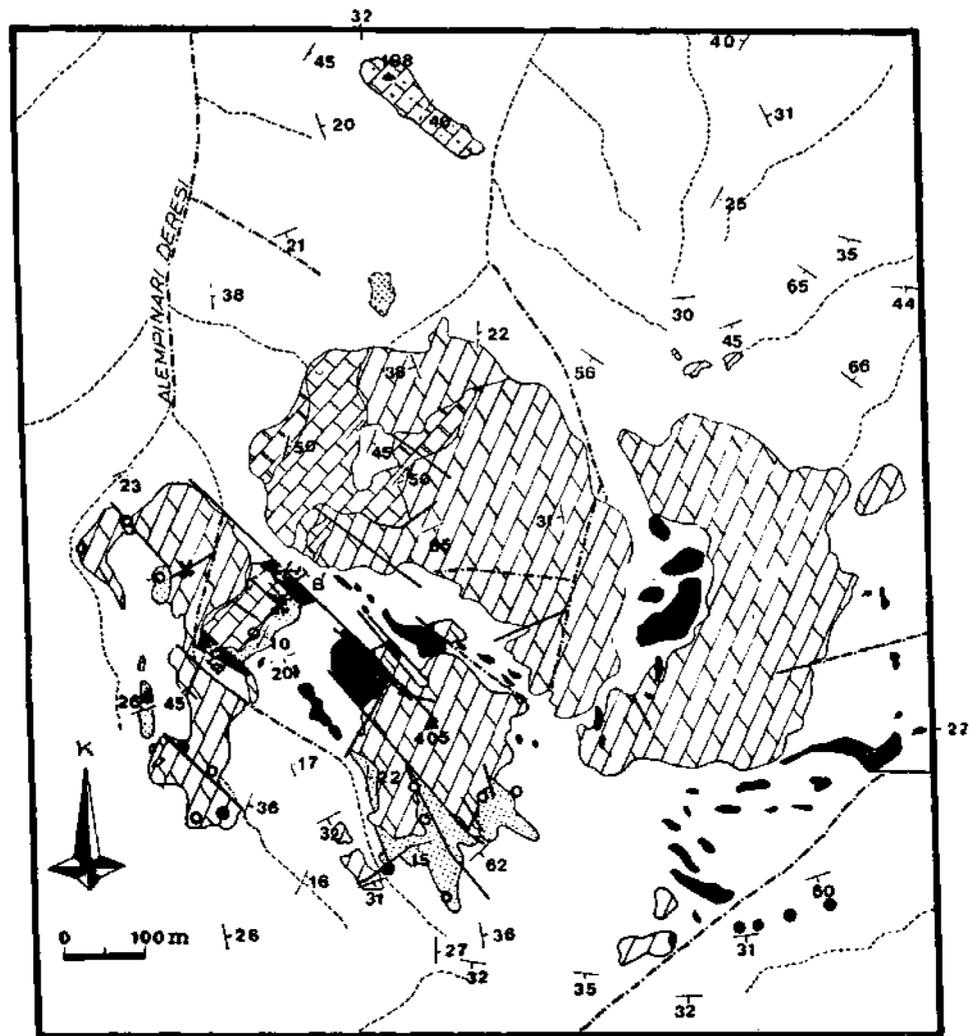


Abb. 2 - Geologische Karte der Blei-Zink-Lagerstätten von Aydap.

- 1 - Unterer Schiefer; 2 - Dunkler Dolomit; 3 - Blaueicher, bankiger Halbmarmer; 4 - Heller Dolomit; 5 - Kalkschiefer und Dolomitischer Kalk; 6 - Oberer Schiefer; 7 - Quarzit; 8 - Hangschutt und Halde; 9 - Profil; 10 - Pfad; 11 - Bach; 12 - Vermessungspunkt; 13 - Streichen und Fallen der Schichten; 14 - Verwerfungen; 15 - Störung mit Erz; 16 - Schurf; 17 - Bergbau (Ausser Betrieb); 18 - Schichtgrenzen.



- | | | | | |
|---|--|----|--|-----------|
| 1 | | 8 | | ● Barit |
| 2 | | 9 | | ● PbS·ZnS |
| 3 | | 10 | | ○ PbS |
| 4 | | 11 | | |
| 5 | | 12 | | |
| 6 | | 13 | | |
| 7 | | | | |

Abb. 3 - Geologische Karte der Blei-Zink-Lagerstätten von Yulari (Alempinari).

1 - Untere und Obere Schieferserie (Undifferenziert); 2 - Quarzführender Kalkschiefer; 3 - Bläulicher, bankiger Halbmarmer; 4 - Dolomit; 5 - Quarzitschiefer; 6 - Bankiger Kalk; 7 - Quarzgaenge und verquarzte Gesteine; 8 - Vermessungspunkt; 9 - Streichen und Fallen der Schichten; 10 - Verwerfungen; 11 - Bach; 12 - Profil; 13 - Bergbau (Ausser Betrieb).

Wie im Südwesten von Abb. 2 zu ersehen ist, lagerten sich an den Übergangsstellen zwischen unterer Schieferserie und blaueulichem Halbarmor stellenweise schichtgebundene Erzminerale in der Nähe von gangförmigen Erzen ab, wo die zueinander parallel abgelagerten feinen Bleiglanzlagen mit dazu parallel angeordneten feinen Quarzlitzen schichtparallel zum Nebengestein liegen (Tafel I, Abb. 2). Diese zueinanderparallel abgelagerten Komponenten sind durch die querschlägigen Brüche verworfen, die meist erzführend sind.

Vererzung mit Breccierung

Diese Vererzungsart ist im Gebiet von Aydap in einer Höhe von 290 m und auf einer Fläche von etwa 45 X 21 m² angelegte Tagebau zu beobachten, wobei der Tagebau als «Büyük Ocak» genannt wird. Die Blei-Zinkerze im Tagebau treten als Breccien- und Spaltenfüllungen auf. Hier durchkreuzen sich zahlreiche sterile und erzführende Bruchsysteme in NE-SW und NW-SE Richtungen, wo die Breccien mit unterschiedlichen Eigenschaften durch drei tektonischen Phasen entstanden sind. Die früheren Dolomitbreccien haben oft Reaktionsräume, die meist parallel zu den Breccienräumen ausgebleicht wurden; an diesen Ausbleichungsstellen sind die Dolomitminerale ziemlich verschmutzt. Die Entstehung der Reaktionsräume steht vor allem im Zusammenhang mit meteorischen Wassern (Tafel I, Abb. 3).

Infolge der intensiven Tektonik, Zersetzung und Regionalmetamorphose, die nach der Sedimentation hervortraten, konnte die Existenz synsedimentärer Breccierung nicht nachgewiesen werden. Makro- und Mikrostylolithbildungen spielen wesentliche Rolle, um die Breccien zu korrelieren (Tafel I, Abb. 4). Während zweiter Breccierungsphase ist das Erz als Spaltfüllung angereichert. Es wurde angenommen, dass diese Mineralanreicherung mit der Ausfällung der in Brüchen befindlichen Erze gleichzeitig stattgefunden haben sollte (Tafel I, Abb. 5). Haupterzminerale, Bleiglanz und Zinkblende sind hier grobkörnig. Wie Kyle (1976) behauptet, wurden diese Mineralien folgendermaßen ausgebildet: Durch eine langsame Einmischung der Metalle mit stufenweise reduzierenden Sulphaten in metallhaltigen Salzen oder reduzierten sulphathaltigen Lösungen.

Es ist anzunehmen, dass der Wachstum der Erzminerale durch Metamorphose mit der Rekristallisation in Verbindung steht. Obschon in zweiter Breccierungsphase vorwiegend monomiktische Breccien ausgebildet sind, verursachte sie daneben die Entstehung senkrechter Spalten in den ersten Dolomitbreccien, in die aus überlagernden Phyllit und Kalkstein kleine Bruchstücke gefallen sind. Dadurch wurden Polimiktikbreccien ausgebildet (Tafel I, Abb. 6). Durch den darauf folgenden Tektonismus wurden die vorherausgebildeten und aufgefüllten Spalten wieder in gleicher Spaltrichtung zerbrochen. Dieser Bruch wurde durch Sericit, Quarz und Calcit ausgeheilt (Tafel I, Abb. 7). In manchen Stellen besitzen beide Bruchsysteme Füllungen von reinem Calcit und ausserdem Barytkristalle. Der dritte Breccierungsprozess, der Hand in Hand mit letztem Tektonismus stattfand, verlief sehr schwach.

Zwischen den Breccien ist häufig «Netzwerkbildung» zu sehen. Diese sind meistens durch die Umwandlung der Zinkblende nach Zinkspat in Oxidationszonen ausgebildet. Die Zinkspatbildung hängt vor allem mit der Zusammensetzung der Gesteine, mit saurischen Oxidationsbedingungen und schliesslich mit den je nach Regenmenge wechselnden Lösungen zusammen (Garrels, 1954).

Vererzung in Störungen

Die zumeist NW-SE streichenden Bruchsysteme von Aydap und Yuları, die mit allgemeiner regionaler Richtung der alpidischen Bewegungen in Einklang stehen, enthalten wirtschaftlich bedeutende Erzminerale (Abb. 2 und 3).

Zwischen zwei parallel zueinander verlaufenden Erzgaenge mit wechselnder Maechtigkeit in Aydap sind keine Spuren von Vererzung im Aufschlussbereich anzutreffen.

In den Erzgaengen, reich an kieseligen Material und Karbonaten entwickelten sich eine dazu parallel verlaufende Bruchsysteme. Diese Brüche, mit mechanischen Breccien, deren Maechtigkeit bis auf einigen Metern erreichen, sollten die Zirkulation der sauren Waesser auf längeren Strecken bei der Verkarstung unter dem günstigen topographischen Bedingungen vor der Erzumlagerung erleichtert haben. Die NW-SE streichenden Verwerfungen zwischen Schiefern und Kalksteinen in Lagerstaetten von Yulari sind stark verkieselt (Abb. 3 und 4). Obwohl die Verkieselung in diesen Verwerfungen entlang der Schichtflaechen oder Störungen in Kalken bis auf bestimmten Abstand von der Verwerfung in den Kalk verhaeltnismaessig gut eingedrungen ist, kann keine parallel zu dieser Verkieselung verlaufende Erzverteilung beobachtet werden (Tafel I, abb. 8).

Die karbonathaltige Waesser veraendern die Zusammensetzung alkalischer oder Ca-Silikathaltiger Mineralvergesellschaftungen (Zuffardi, 1969). Diese Bedingungen verursachen in Verschiedenerweise die Ausfaellung der Calcit und kieseliger Komponenten. In diesem Falle steht die in Erzgaengen verbreitete Verkieselung in Verbindung mit den Eigenschaften der Karstwaesser und Schiefern des Arbeitsgebietes.

Abgesehen von grössten Erzgaengen, befinden sich zahlreiche, feine Erzgaenge in Karbonaten. Die jüngsten Bruchsysteme sind erzfrei. Sie sind meistens durch Calcit aufgefüllt.

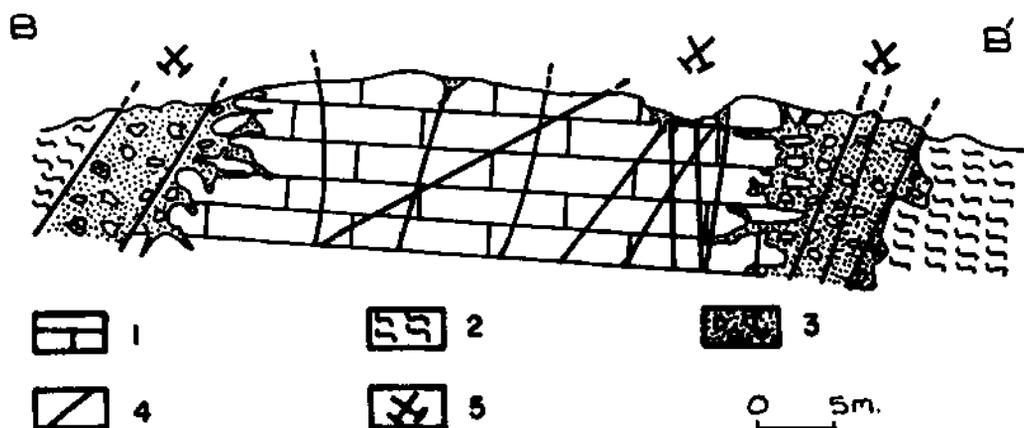


Abb. 4 - Allgemeine Überblick über die Vererzungen zwischen Schiefer und blaueulichen Halbmaarmor sowie in Karsttaschen in Pb-Zn-Lagerstaetten von Yulari (Alempinari). 1 - Blaueulicher, bankiger Halbmaarmor; 2 - Untere und Obere Schiefer; 3 - Verquarzte Gesteine; 4 - Verwerfung; 5 - Bergbau (Ausser Betrieb).

Vererzung in Karsttaschen

Die in NW-SE verlufenden Störungen im Lagerstaettengebiet von Yulari befinden sich in blaueulichen, schwach metamorphen Gesteinen, wo in einem kleinen Vorkommen in Form von Karsttaschen eine verbreitete Breccierung und Verkieselung vorhanden ist (Abb. 4). Polimiktikbreccien stammen aus dem Nebengestein Kalk, z. T. auch aus der darauf folgenden Schiefer, Phyllit und Quarzitschiefern. Die Breccien und Erzminerale, die keine selektive Anhaeuung und Verteilung aufweisen, sind einer verkieselten Masse, in Spalten (Impregniert), als kokardenartige Strukturen (Tafel II, abb.1) und als «Orebreccia» mit einem Durchmesser von max. 50 cm (Tafel II, abb. 2).

Die aus dem Quarzitschiefer oberhalb des Vorkommens entstammenden Bruchstücke sind entlang ihren Schieferungsflächen und in ihren deformierten Teilen stark verkieselt. Die durch Verkarstung entstandene Verkieselung beeinflusste auch auf die Erzminerale. Die parallel zur Schichtung angeordneten feinen Erzlagen in Quarzitschieferbreccien könnten wahrscheinlich primäre Erzausfällung präsentieren.

Die grobe und idiomorphe Zinkblende um Gesteinsbruchstücke im Handstückbereich sind orientiert verwachsen (Tafel II, abb. 3). Die Zinkblende wurden durch den Lösungskreislauf z.T. remobilisiert. Es gibt manche Hohlräume, die durch feine Zinkblende, Eisen-Oxid-Mineralen und Quarz eingefüllt sind. Sie sehen so aus, als ob sie in einem Hohlraum internrhythmisch abgelagert worden sind.

MIKROSKOPISCHE UND MIKROSONDEUNTERSUCHUNGEN

Unter dem Mikroskop und beim Mikrosonde wurden folgende Mineralien festgestellt: Bleiglanz, Zinkblende, Fahlerz (Tennantit-Tetraedrit), Pyrit, Kupferkies, Tenorit, Covellin, Kupferglanz, Smithsonit, Cerussit, Anglesit, Limonit, Malachit, Azurit und Fe-Pb-Jarosit. Weil Bleiglanz, Zinkblende, Fahlerz, Covellin, Kupferglanz, Pyrit und Kupferkies hier in mineralogischer und genetischer Hinsicht sehr wichtig sind, wurden nur diese Minerale unten noch näher besprochen.

Bleiglanz

Dieses Mineral kommt in einigen Generationen vor. Seine Kristalle sind ziemlich grobkörnig und einförmig ausgebildet. Seine zwei wichtige Eigenschaften: Neigung zu idiomorpher Ausbildung und Verdrängung in die Zinkblende. Die von regionalen Metamorphose überprägte Bleiglanzkristalle haben durch Rekristallization gleichmäßig körniges Gefüge (Ramdohr, 1975). Das in allen Mineralien verbreitete kataklastische Gefüge kann im Bleiglanz wesentlich geringer als in Zinkblende beobachtet werden. Die verhältnismäßig weiche Sulfidminerale Bleiglanz wurde in manchen Teilen durch plastische Deformationen zum Teil gerichtet.

Die jüngere Bleiglanzkristalle, die in einer direkten Verbindung mit grobkörnigen Bleiglanzkristalle stehen, setzen in Spalten und Spalttrissen ein. Ausserdem befinden sich diese in Spalten ausgebildete jüngere Galenitkristalle oft in den beutelartigen Ausbuchtungen, die während der Materialeinwanderung entstanden sind (Tafel II, abb. 5). Es ist auch nicht selten, dass Bleiglanz in dendritischer oder unregelmässiger Form in die Nebengesteine wie Kalkstein und Dolomit eingedrungen ist.

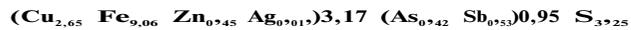
Der Bleiglanz ist von Spaltausbrüchen und Korngrenzen her durch Cerussit und seltener durch Anglesit verdrängt. Cerussit bildet dicke Krusten um durch sie vor weiterer Zersetzung geschützte Bleiglanzreste herum, wenn die massige Bleiglanzkörner nicht so intensiv druckbeansprucht sind. Auf anderer Seite sind die feine Bleiglanzkörner nach der Zersetzung in erheblichem Masse in Cerussit umgewandelt. Die wichtigste Einschlussminerale im Bleiglanz sind Pyrit, Kupferkies und Fahlerz (Tafel II, abb. 6).

Die Mikrosondeuntersuchungen im Bleiglanz ergaben geringe Silbergehalte.

Fahlerz (Tennantit-Tetraedrit)

Das Begleitmineral, Fahlerz mit olivgrüner Farbe ist im Bleiglanz, Zinkblende und Gangmineralien oder in den Spaltflächen des Bleiglanzes in Form von feinen Tröpfchen oder größeren

Körnern eingelagert. In Barytreichen Partien sind häufig massenhafte Fahlerze zu beobachten. Das Fahlerz, das durch Mikrosonde untersucht wurde, enthält reiches Silber mit Anteilen von 0,36-0,52 Gew. %. In der im benachbarten Gebiet von Karalar-Gümüşdere befindlichen und während des Osmanenreiches abgebauten Lagerstätten sollte Silber nicht von Bleiglanz sondern vom Silberreichen Fahlerz gewonnen werden. In einer Fahlerzprobe wurde folgende Formel festgestellt:



Die Einwirkung mechanischer Beanspruchung auf das in Zinkblende und Bleiglanz vorliegenden Fahlerz ist geringfügiger innerhalb des Bleiglanzes und der Zinkblende als in der Gangart. Das Fahlerz ist insbesondere in Gangart, sehr oft durch die äusserst weitgehende Verwitterung, randlich oder an unregelmässigen Sprüngen in Covellin umgewandelt. In den kataklastisch zerbrochenen Fahlerze liegen Pyritkristalle vor.

Pyrit

Impraegniertes Pyrit ist in allen Bildungsbereichen der Lagerstätten als ein Durchläufermineral mikroskopisch zu beobachten. Die gröbere und idiomorphe Pyritkristalle sind in ihrer zersetzten Kornraendern der Zinkblende vertreten. Auch in den Rissen und Spalten der kataklastisch zerbrochenen Pyritkristalle liegen oft gut erkennbare Umwandlungen nach Limonit und Lepidokrotit vor. Ähnliche Umwandlungen entwickelten sich selektiv in einzelnen Zonen der Pyritkristalle. Framboidalartige Pyrite sind recht selten.

Kupferkies

Der im Randbereich der Zinkblenden als feine Entmischungsbildung beobachtete Kupferkies kann auch als Spaltfüllungen von einigen cm im Baryt verfolgt werden. Feine Kupferkiesimpraegnationen sind besonders in Gangminerale verbreitet. Entlang seinen Spaltrissen und unregelmässigen Sprüngen sowie an seinen Randbereichen ist der Kupferkies nach Covellin, Kupferglanz sowie Eisenoxide umgewandelt.

Covellin und Kupferglanz

Beide Sulfidminerale, die wohl hauptsächlich aus Fahlerz und weniger aus Kupferkies durch Zersetzungsprozesse entstanden sind, können im Arbeitsgebiet häufig beobachtet zu werden. Die in Oxidation- und Zementationzonen erscheinende Covelline sind dünntafelig oder feinnadelig ausgebildet. Die Covellinbildung erfolgte hier in der Gangart, entlang Spaltrissen der Zinkblende und in sekundären Minerale zusammen mit Cerussit, Limonit und Smithsonit. Ein feiner Covellinfilm lässt sich oft um Fahlerz-, Zinkblende-, Bleiglanz- oder Quarzkörner herum beobachten. In diesem Covellinfilm sind die Covellinkristalle in manchen Fällen orientiert verwachsen. In einigen Proben können längs der Spaltflächen der Zinkblende zwei Covellinarten unterschieden zu werden:

- 1) Parallel der Spaltflächen, zum Inneren der Zinkblende einwandernd, mit einer fast glatten Grenze zur Zinkblende.
- 2) Senkrecht dazu, jedoch fast ausschliesslich nach einer Seite hin orientiert, mit einem unregelmässigen Kontakt zur Zinkblende. Hier handelt es sich um zwei Generationen der Covelline.

Der Kupferglanz befindet sich noch weniger als Covellin. Er verdrängt im allgemeinen Fahlerz und Kupferkies, sodass ein dicker Kupferglanzfilm um sie herum entstanden ist. Ausserdem ist der Kupferglanz und Zinkblende zu beobachten (Tafel II, abb. 8).

DIE GENESE UND REMOBILIZATIONSPROZESSE IN LAGERSTAETTEN

Im Rahmen eingehender Arbeiten in der Region von Gazipaşa und in ihren naeheren Umgebung wurde eine Zonierung zwischen Ba-Pb-Zn-Erze festgestellt (Abb. 1). Sulfidische Pb-Zn-Erze von Aydap und Yuları wurden durch einen Bleiglanzhaltigen Baryt-«Envelop» in benachbarten Gebieten umschlossen. Weiter nach Norden und Nordosten, besonders in den Barytlagerstaetten von Eğrikaya nimmt der sehr stark variierende Blei-gehalt bis zu seinen Spuren ab.

Die Pb-Zn-Erze von Aydap-Yuları treten in Form von Gaengen, Breccienfüllung und Karstaschen auf; in einem eng begrenzten Teil weisen ein schichtiges Vorkommen auf. Die Beziehungen zwischen Vererzungen und wiederholten tektonischen Bewegungen im Arbeitsgebiet sind leicht festzustellen. Die tektonischen Bewegungen in Karbonaten veranlassten auf einer Seite die Entstehung zahlreicher Bruchsysteme, andererseits Multibreccierungen. Die Erzführung der in NW-SE Richtung streichenden und parallel zu alpidischen Bruchsystemen verlaufenden Störungen sowie die Beziehungen zwischen zweiten Breccierungsphase und Erzablagerung tragen bedeutende Wichtigkeit um die letzte Erzablagerung (Remobilization) und damit zusammenhaengende Geometrie zu bestimmen. Die Entstehung einer Lagerstaette durch eine Remobilizationsphase haengt vor Allem davon ab, unter welchen geologischen Bedingungen die metallischen Komponenten des vorhandenen Erzkörpers wegtransportiert und als ein neueren Erzkörper wiederausgefällt werden können (Mookherjee, 1976).

Durch eine oder einige der unten aufgeführten drei Hauptbeobachtungön in irgendwelcher Lagerstaette können die Remobilizationsprozesse festgestellt werden (Amstutz, 1969):

- a) Bestimmung der Beziehungen zwischen Struktur, Textur und Stratigraphie im Aufschluss, Handstück-, sowie Mikroskopbereich.
- b) Vergleichung der IZotopenverhaelltnisse oder Zusammensetzungen der Spurenelemente, die durch geochemischen Methoden bestimmt werden.
- c) Experimentelle Methoden; Vergleichung der Redox -potantielle oder bestimmter Phasendiagramme der Binaeren- und Tertiaerensystemen.

Anhand von komplizierten geologischen Probleme in untersuchten Gebiet wurde nur Erste von obenerwaehnten drei Hauptbeobachtungen zur Aufklaerung der Remobilizationsprozesse in Betracht gezogen.

Die hier behandelten Vorkommen sind-abgesehen von einem eng begrenzten Teil-nicht schichtförmig ausgebildet, wobei diese durch sedimaenteren bleiglanzhaltigen Vorkommen im benachbarten Gebiet umschlossen wurden. Wenn beide Vererzungen miteinander vegliechen werden, ist es leicht festzustellen, dass sie sich in aehnlichen stratigraphischen Horizonten befinden. Obwohl im Arbeitsgebiet noch andere Karbonate zu sehen sind, treten sowohl Pb-Zn-Erze, als auch z.T. remobilisierte bleiglanzhaltige Baryte mit immer noch erkennbaren sedimaenteren Gefüge nur in permischen Karbonaten auf. Diese Tatsache führt uns zu der Meinung, dass beide Erzlagerstaetten vor ihrer Mobilization im gleichen sedimaenteren Bildungsmillieu abgelagert seien. In diesem Zustand sollte man genügende Nachweise ausfindig machen, unter welchen geologischen Vorgaenge welche Aenderungen in den Erzen stattgefunden haben.

Es ist bekannt, dass das Arbeitsgebiet durch zumindest zweimaligen Aufhebungen verkarstet ist (Ayhan, 1979). Erste Verkarstung zwischen Perm und Trias, die die Lage des Erzes verhaeltnissmaessig stark veraenderte, wurde mit Sicherheit festgestellt (Peyronnet, 1971). Unter bestimmten

physicochemischen Bedingungen wie niedrige pH- und (–) Eh-Werte in der Stagnanzzone des Karstmilieus dürfen aus Karstlösungen Erzminerale ausgefällt werden (Bernard, 1976). Es wurde angenommen, dass die Ausfällung sulfidischer Erze während der ersten Verkarstungsphase durch ähnliche Wege verwirklicht worden sind.

Im Taurusgebirge fanden vor Miozän und nach Pliozän verschiedene Aufhebungen mit variierender Intensität statt (Ardos, 1969). Es ist zu vermuten, dass eine zweite Verkarstungsphase gleichzeitig mit diesen Aufhebungen hervortrat, wobei die Erze in geringerem Umfang angewittert und in den Störungen tonhaltige Komponenten angesammelt sind. Die Beeinflussung der Regionalmetamorphose auf dieses Gebiet am Anfang vom Trias (Ayhan, 1979), und auch die in verschiedenen Zeitperioden auftretende geologische Vorgänge mit unterschiedlichem Charakter verursachten im erheblichen Umfang die Remobilisation der Erze, sodass die primäre Erzgefüge und -Lage fast völlig verwischt wurden. Anhand von Bleiglanz und Zinkblende in einigen Generationen erscheinen, ist es ein anderer Beweis für ein typisches Remobilisationsbeispiel. Ähnlicher Remobilisationsvorgang wurde während variszischer Gebirgsbildenden Phasen vorwiegend in Bleiglanz, weniger in Kupferkies aus exhalativsedimentären Lagerstätten von Rammeisberg (W. Deutschland) beobachtet (Ramdohr, 1953).

Es ist auch erwähnenswert, dass die gangförmige Erze sowohl nach Remobilisationsphasen als auch bei der Diagenese ausgebildet sein sollten. Während und vor Diagenese sollten sie durch syntektonische Vorgänge in die Störungen eingewandert sein.

Ein abnehmender Erzgehalt bzw. verlorengehende Erzgänge mit der Tiefe deutet eine descendente Entstehung der Gänge an. Übermäßige Verkieselung der Gänge weist auf die Sauerlösungen hin.

Im Rahmen der Gelaende- und mikroskopischen Untersuchungen sollte Erzremobilisation zur Zeit der Verkarstung und Metamorphose als chemische Lösungen, während der Metamorphose und Tektonismus als physisch-plastische Verflüssigung und Kristall-Liquid Aggregate verwirklicht werden.

Keine Vorliegende magmatische Gesteine in der Nähe der Lagerstätten bei Gazipaşa sowie keine Salbandbildung an den Erzgängen, eine scharfe Grenze zwischen dem Nebengestein und Erzgang, und eine abnehmende Mächtigkeit der Erzgänge mit der Tiefe liefern Hinweise zu einer Nichthydrothermalenausbildung.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. Die schon vorher abgebauten sulfidischen Blei-Zink-Erze im Arbeitsgebiet befinden sich im Allgemeinen in Karbonaten (Dolomit und bläulichen schwach rekristallisierten Kalksteinen).
2. Die erzführenden Gänge in Brüchen, die mit der Tiefe schmaler werden, klingen dort plötzlich ab.
3. Obwohl die Lagerstätten keine große wirtschaftliche Bedeutung aufweisen, könnte es vielleicht durch die weiteren Untersuchungen kleine Abbaumöglichkeiten bestehen.
4. Fast alle Gesteine sind durch die Grünschieferfazies der Regionalmetamorphose leicht metamorphisiert. Inzwischen wurden die Erzminerale im bestimmten Grad rekristallisiert und remobilisiert.
5. Infolge der Remobilisationsprozesse erscheinen zwei Haupterzminerale bzw. Bleiglanz und Zinkblende, sowie andere Minerale in einigen Generationen.

6. Die in Karstlösungen befindlichen Kieselsäure und die durch Verwitterung, der Schiefer während der Verkarstung entstandenen kieselhaltigen Lösungen veranlassen Verkieselung der Erzgänge.

7. Die Erzminerale sind in einem sedimentären Bildungsmilieu abgelagert. Nach dieser Ablagerung haben sie durch Verkarstung, Metamorphose und tektonische Vorgänge in erheblichem Masse ihre primäre Lage verloren, sodass sie oft in die Brüche alpidischer Bewegungen, weniger in die Breccien und Taschen der Karbonate durch die Remobilisationsvorgänge umgelagert sind.

DANKSAGUNG

Dieser Artikel wurde durch die Erzgängerung eines Teiles der Doktorarbeit im Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Heidelberg (W. Deutschland) vorbereitet. Der Verfasser dankt herzlich dem General Direktorat vom MTA für die Besorgung der materialen Hilfe und Arbeitsmöglichkeiten im Gelände während seines Studiums. Sein besonderer Dank gilt seinem verehrten Lehrer, Herrn Prof Dr. G.C. Amstutz für seine ständige Hilfe während aller seiner Arbeitstadien.

Manuscript received May 7, 1982

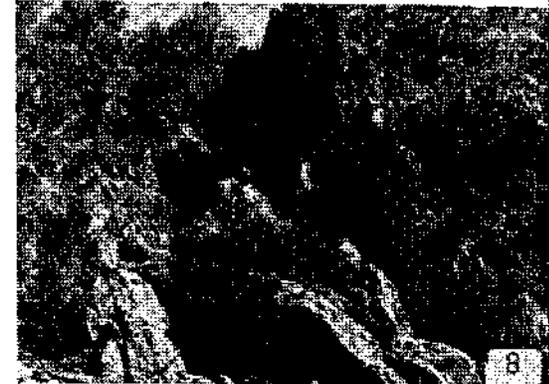
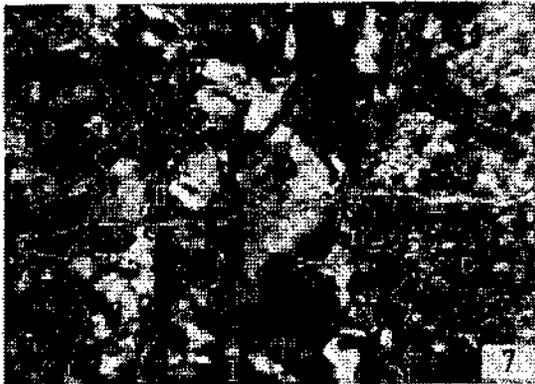
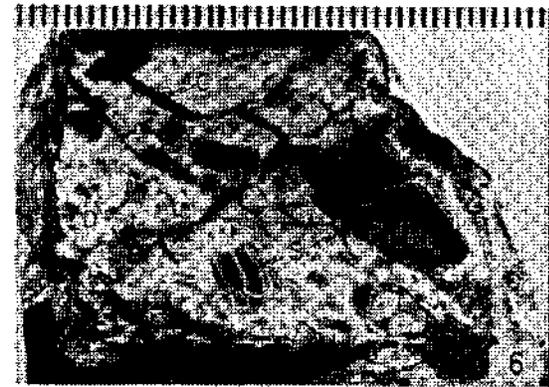
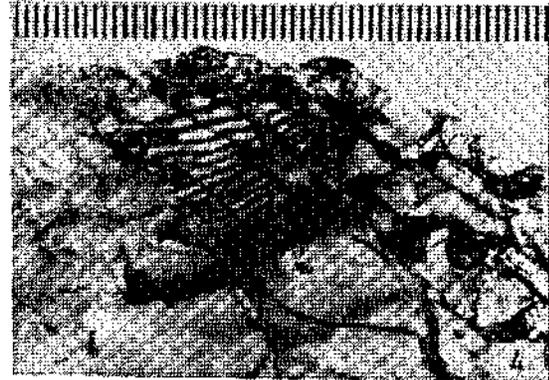
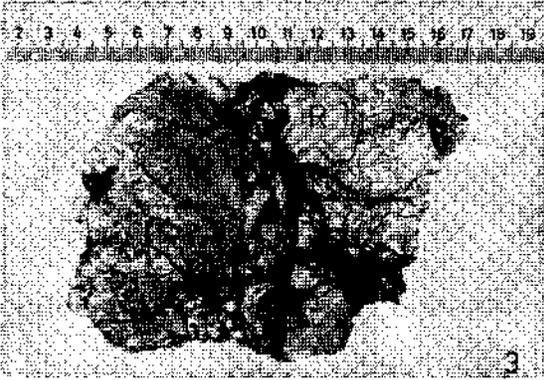
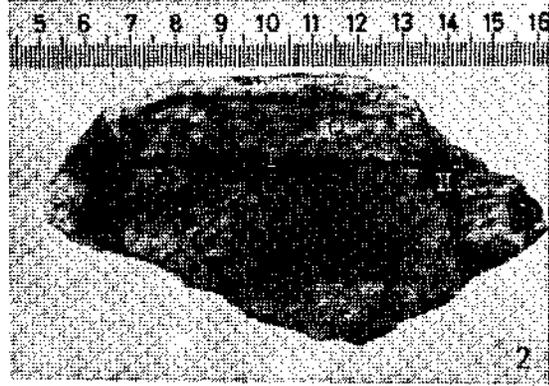
LITERATURVERZEICHNIS

- Amstutz, G.C., 1969, Remobilization facts or fancy; Meeting on remobilization of ores and minerals: Cagliari, 7-17.
- Ardos, M., 1969, Orta Toroslar ve Akdeniz Sektörünün jeomorfolojik problemleri: E.Ü.F.F. İlimi Rep., 63, 44, İzmir.
- Ayhan, A., 1979, Geologie und Mineralogie der Blei-Zink-Baryt-Lagerstätten zwischen Burhan Mahallesi und Yuları bei Gazipaşa/Antalya-Süd Türkei: Doktorarbeit, 175, Heidelberg.
- , 1982, Burhan Mah. ile Yuları köyleri arasında bulunan galenitli barit yataklarının kökeni : Türkiye Jeol. Kur. Bül. (im Druck).
- und Amstutz, G.C., 1982, Dolomit-Baryt-Kalk-und Hornsteinrhytmiten in Karalar bei Gazipaşa, Süd Türkei (in Vorbereitung).
- Bernard, A.S., 1976, Metallogenic processes of intra-karstic Sedimentation: Amstutz, G.C. und Bernard, A.J., ed., Ores in sediments: Springer Verlag, 43-57, Heidelberg.
- Boni, M., 1979, Zur Palaeographie, Mineralogie und Lagerstättenkunde der Palaeokarsterze in Süd-West Sardinien (Iglesiente-Sulcis): Doktorarbeit, 260, Heidelberg,
- Brinkmann, R., 1976, Geology of Turkey: Ferdinand Enke, 158, Stuttgart.
- Garreis, R.M., 1954, Mineral species as functions of pH and oxidation-reduction potentials, with special reference to the zone of oxidation and secondary enrichment of sulphide ore deposits: Geochimica et Cosmochimica Acta, 153-168.
- Kyle, S.R., 1976, Brecciation, alteration and mineralization in the central Tennessee zinc district: Economic Geology, 71, 892-903.
- McCormick, J.E.; Evans, L.L.; Palmer, R.A. und Rasnick, F.D., 1971, Environment of the zinc deposits of the Mascot Jefferson City district, Tennessee: Economic Geology, 66, 757-762.
- Mookherjee, A., 1976, Ores and metamorphism-temporal and genetic relationships; Wolf, K.H., ed., stratiform and stratiform ore deposits: 4, Elsevier, 203-260, Amsterdam.

T A F E L N

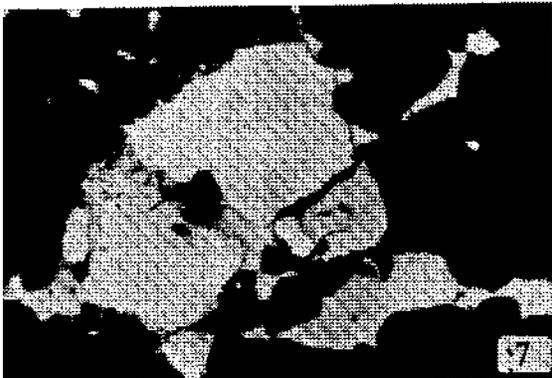
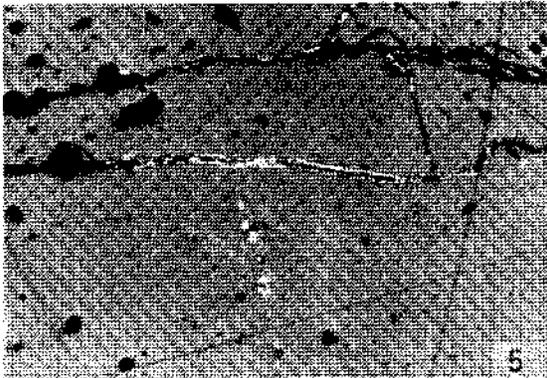
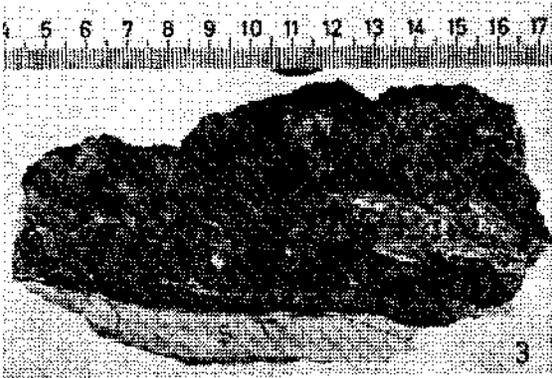
TAFEL - I

- Abb. 1 - Kataklastisches Fahlerz (Hellgrau), jüngere Zinkblendeausbildung (Dunkelgrau). Anschliff, // Nie., Bildlänge 2 mm, Ölimmersion.
- Abb. 2 - Zwei feinkörnige, parallele Bleiglanzlagen (I), parallel zu Ihnen angeordnete Quarziten (Q). Im Riss grobe remobilisierte Bleiglanzkristalle (II) (Rechts). Masstab in cm.
- Abb. 3 - Reaktionraender in Dolomitbreccien (R) und Erz (Schwarz). Masstab in cm.
- Abb. 4 - Stylolithbildung zwischen Dolomitbreccien (S) und entlang den Rissen der Breccien Bleiglanz- und Zinkblendefüllung (Schwarz). Masstab in mm.
- Abb. 5 - Erzminerale mit überwiegend Zinkblende zwischen den Breccien und entlang den Spalten der Dolomite (Schwarz). Masstab in cm.
- Abb. 6 - Polimiktikbreccierung mit Dolomitzement (Hellgrau). Schiefer (3), Dolomit (D), Erzader (C). Masstab in mm.
- Abb. 7 - Drei Bruchsysteme in einem Bruch der Dolomite:
- I. Quarz und Calcit
 - II. In parallel zu Ersten verlaufenden Brüchen finden sich verschmutzter Calcit, Quarz und Sericit.
 - III. Ein querschlägiger Bruch (von Links nach Rechts) enthält Calcit.
- Dünnschliff, + Nie., Bildlänge 3,2 mm.
- Abb. 8 - Eine Abbaustolle in einer verkieselten Bruchzone zwischen Schiefen (Links) und Halbarmor (Rechts).



TAFEL - II

- Abb. 1 - Kokardierz in Calcit und verkieseltem Material. Masstab: Messer auf der Bildmitte.
- Abb. 2 - «Ore breccia» (b). Masstab ist ein Bleistift.
- Abb. 3 - Schieferbruchstücke (§) mit grobkristalliner, orientiert aufgewachsener Zinkblende und kieselige Internablagerung (i) Masstab: in cm.
- Abb. 4 - Zinkblendeüberwachungen um ein kleines Schieferbruchstück (§). Internablagerung (weiss-grau). Masstab in mm.
- Abb. 5 - Bleiglanzkristalle in Brüchen der Zinkblende. Anschliff, // Nic., in Ölimmersion, Bildlänge 2 mm.
- Abb. 6 - Kupferkiesentmischungen an den Kornrändern der Zinkblende (graue Punkte auf oberen Bildhälfte und Pyrite umgewandelt z. T. nach Limonit (Weiss, untere Bildhälfte).
Anschliff, // Nic., in Ölimmersion, Bildlänge 0,2 mm.
- Abb. 7 - Pyritfüllung (grau) in zerbrochenen Fahlerze (dunkelgrau). Anschliff, // Nic., in Ölimmersion, Bildlänge 2 mm.
- Abb. 8 - Zinkblende (sf), Bleiglanz (gl) und Kupferglanz (K) in Brüchen und Breccien der Dolomite. Masstab in mm.



- Petrascheck, W.E., 1960, Die alpin-mediterrane Blei-Zink-Provinz: *Erzmetal*, Bd. XIII, Hf. 5, 199-204.
- , 1963, Die alpin -mediterrane Metallogenese: *Geologische Rundschau*, Bd. 53, Hf. 1, 376-389.
- , 1967, Die Blei-Zink Lagerstätten in Kalken des westlichen Taurus: *MTA Bull.*, 68, 39-51.
- Peyronnet, Ph. de, 1971, Esquisse géologique de la région d'Alanya (Taurus meridional) origine des bauxites métamorphiques: *MTA Bull.*, 76, 90-117.
- Ramdohr, P., 1953, Über Metamorphose und sekundäre Mobilisierung: *Geologische Rundschau*, Bd. 42, Hf. 1, 11-19.
- , 1975, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen: Akademie Verlag, 1299 Berlin.
- Tufar, W., 1975, Die Blei-Zink Lagerstätten im Grazer Paläozoikum (Steiermark): *Der Aufschluss*, Bd. 3, Beihf. 1, 81.
- Vache, R., 1966, Zur Geologie der Varisziden und ihrer Lagerstätten im südanatolischen Taurus: *Mineralium Deposita*, 1, 30-42.
- Zuffardi, P., 1969, Remobilization in Sardinian lead-zinc deposits; Meeting on remobilization of ores and minerals: Cagliari, 283-292.
- , 1976, Karsts and economic mineral deposits; Wolf, K.H., ed., *Handbook of stratiform and stratiform ore deposits*, 3, Elsevier, 175-212, Amsterdam.