

# DIE BLEI-ZINKLAGERSTÄTTE AM BAKIRDAĞ IM ANTITAURUS (PROVINZ KAYSERİ)

Raimund VACHE  
*Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*

## I. VORWORT

Die Lagerstätte am Bakırdağ stellt das bedeutendste Erzvorkommen einer sich vom Aladağ bis zum Alaylıdağ hinziehenden Blei - Zinkprovinz dar, die bereits im Altertum bekannt war und ausgebeutet wurde (siehe «Naturalis historia» von Plinius dem Älteren). Nach langer Ruhezeit wurde der Bergbau hier im Jahre 1951 wieder eröffnet. Das Gebiet liegt in den nördlichen Vorbergen des Antitaurusgebirges, das sich im Bakırdağ zu Höhen von über 2700 m aufschwingt. Das untersuchte Erzvorkommen befindet sich an der Nordwestflanke des Gebirgszuges und wird nach der 3 km entfernten Ortschaft auch Kaleköy Madeni genannt.

Die Landschaftsgestaltung folgt in allem dem geologischen Bau der Gebirgsregion. Längs des Ost-West gerichteten Laufes des Zamantiflusses enden die Laven und Tuffdecken des mittelanatolischen Vulkangebiets um den Erciyasdağ. Südlich der Flussdepression ragen die kahlen, aus massigen paläozoischen und mesozoischen Kalken bestehenden Bergketten des Taurusvorlandes auf. Daran schliesst sich im Süden eine Depression an, die aus tertiären Flussablagerungen mit geringfügiger Beteiligung von Vulkaniten aufgebaut wird. Diese Hochebene wird von den Kalkgipfeln der Taurushauptkette überragt, deren scharfer, bruchbedingter Nordabfall mit dichten Wäldern bestanden ist. Südlich der Hauptkette folgt eine weitgeschwungene Mittelgebirgsregion, die aus altpaläozoischen regionalmetamorphen Gesteinen gebildet wird und welche die bekannten «Eisenerzvorkommen von Faraşa» enthält.

Die allgemeinen geologischen Verhältnisse sind bisher nur wenig erforscht worden. Die Ergebnisse der Übersichtskartierung 1 : 100 000 sind bei M. Blumenthal (1941 und 1944) und Ş. Abdüsselâmoğlu (1958) niedergelegt. Über die Lagerstätten liegen keine älteren Bearbeitungen vor. Der Verfasser hatte im Sommer bis Herbst 1963 die Gelegenheit, die weitere Umgebung von Kaleköy Madeni im Masstab 1:10 000, den unmittelbaren Grubenbereich in 1 : 1000 und die Grubenbaue in 1 : 500 aufzunehmen. Diese Arbeiten sollten hauptsächlich zur Erkundung weiterer Erzmöglichkeiten für die seit 14 Jahren im Abbau stehende Grube dienen.

## II. DER STRATIGRAPHISCHE AUFBAU

Anlässlich der Kartierung konnten reiche Fossilaufsammlungen in allen am Aufbau beteiligten Schichtgliedern gemacht werden. Da die Bestimmungen noch nicht zum Abschluss gekommen sind, sollen deren Einzelheiten an anderer Stelle berichtet werden.

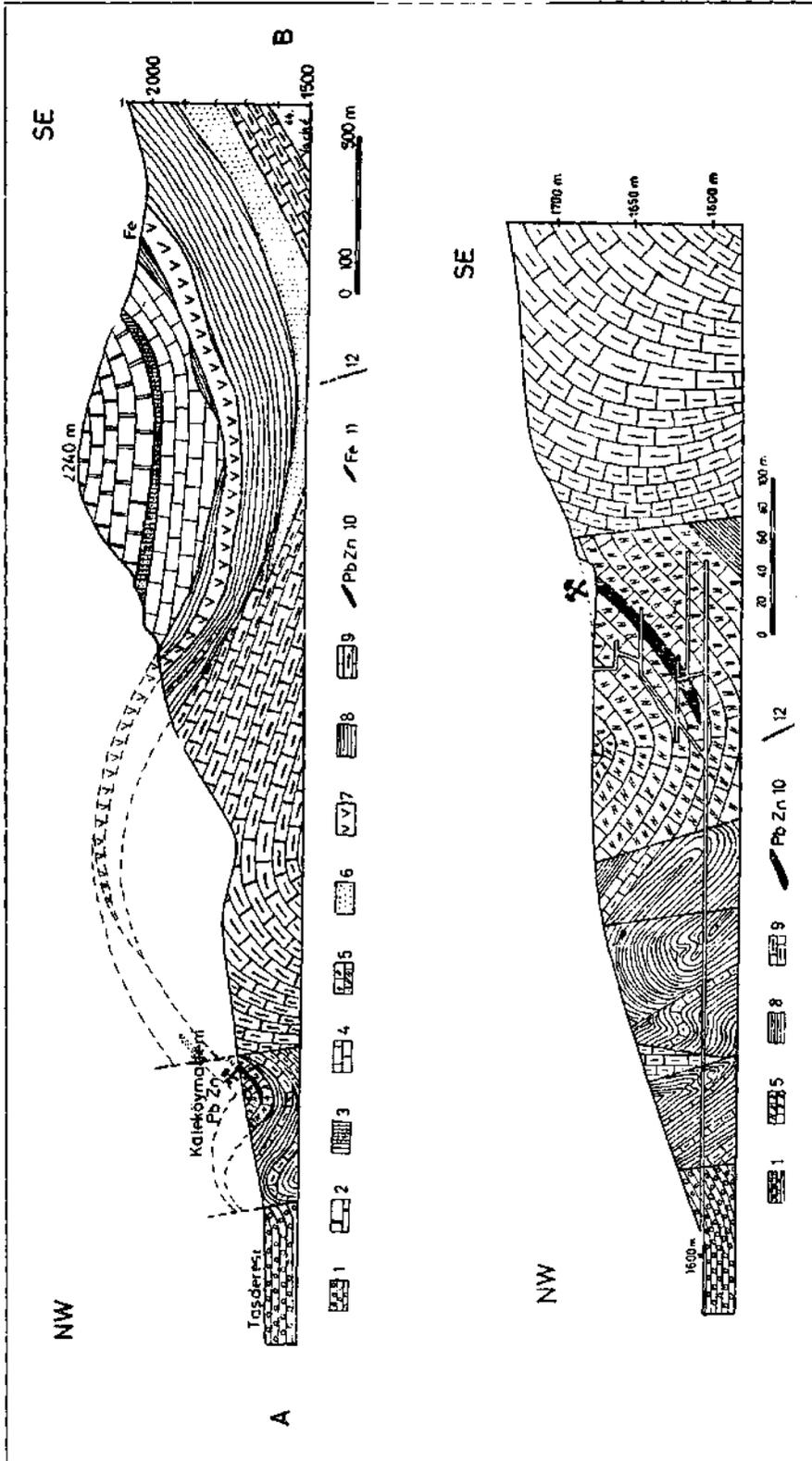


Abb. 1 - Geologische Profile durch das Lagerstättengebiet am Bakurdağ  
 1 - Jungtertiäre Flussablagerungen; 2 - Permalk; 3 - Oberkarbonisch - Unterpermische Übergangsschichten; 4 - Unterkarbonkalk; 5 - Oberdevonischer massiger Riffkalk; 6 - Oberdevonischer Quarzit; 7 - Oberdevonische Tuffite; 8 - Oberdevonische klastische Serie; 9 - Oberdevonischer gebankter Riffkalk und Dolomit; 10 - Blei - Zinklagerstätte Kaleköy Madeni; 11 - Hämatitlagerungen; 12 - Brüche.

Der stratigraphische Aufbau sei in folgender Tabelle dargestellt :

<i>Gesteinsbeschreibung</i>	<i>Mächtigkeit</i>	<i>Leitfossilien</i>	<i>Alter</i>
dunkelgraue, gebankte Kalke	bis 300 m	<i>Schwagerina sp.</i>	mittleres u. unteres Perm
Echinodermenkalk, hämatitführender detritischer Fossilkalk	10 - 25 m	Tricritites und Pseudoschwagerina	Übergangsbereich Oberkarbon - Unterperm
Erosionsdiskordanz			
mergeliger Plattenkalk	10 m	<i>Productus giganteus</i>	oberes Unterkarbon
dunkler massiger Korallenkalk	100 - 150 m	<i>Zaphrentis sp.</i>	unteres Unterkarbon
Winkeldiskordanz der Bretonischen Phase mit Regionalmetamorphose			
massiger dunkler Korallenkalk, teilweise dolomitisiert mit Pb Zn Lager, sich verzahnend mit	bis 100 m		
bituminösen Mergel- und Tonschiefern mit Einlagerungen von plattigen Kalken und verschieferten Tuffiten	150 - 400 m	<i>Spirifer verneulli</i>	Unteres Oberdevon
Zoogene dunkle Bankalke und massige helle Dolomite	bis 400 m	<i>Striatopora vermicularis</i>	

Auf Grund gebirgsbildender Ereignisse kann man im Profil einen devonischen Unterbau von einem karbonisch - permischen Oberbau abtrennen.

Das Devon ist in rheinischer Fazies ausgebildet. Riffbildungen seichterer Meeresregionen verzahnen sich mit den in tieferen Becken abgelagerten klastischen Sedimenten. Die Fauna besteht aus Korallen in der Kalkfazies und Brachiopoden in der Ton-Mergelfazies. Sie zeigt Unteres Oberdevon an. Tiefere Stufen des Devons sind im Gebiet nicht mehr entblöst. Im Gebiet der Lagerstätte Kaleköymadeni lag eine langgestreckte Riffbarriere, in der die Kalksedimentation bis zum Beginn der oberdevonischen Gebirgsbildung andauerte. Während nördlich der Schwelle nur geringfügige klastische Sedimente zur Ablagerung kamen, befand sich im Süden ein schon während des Unter- und Mitteldevon angelegtes Becken, in dem sich grosse Mengen von Sand und Ton sammelten.

Im Übergangsbereich zwischen Schwelle und Becken kam es im Oberdevon zu submarin vulkanischer Tätigkeit, die flächenhaft verbreitet saure Tuffite entstehen Hess. Die Tuffite liegen heute in verschiefelter und z. T. mylonitisierter Form vor. Unter dem Mikroskop sieht man in einer Matrix aus Chlorit und Serizit Quarzfragmente und stellenweise Turmalin und Rutil, letzterer zu Leukoxen umgewandelt. In die Tuffe und

die angrenzenden Mergel- und Tonschiefer sind manchenorts Hämatitflözchen von 10-40 cm Mächtigkeit eingelagert. Die Regionalmetamorphose hat den Hämatit meist zu Specularit umgewandelt.

Als Nebengestein der Blei - Zinklagerstätte verdient der massige Korallenkalk besonderes Interesse. Im Handstück beobachtet man massenhaft kalzitgefüllte Querschnitte von Korallenstöcken. Nur selten ist noch die Septenstruktur erhalten. Die Grundmasse besteht aus mittelkörnigem Kalzit und Dolomit, die starke tektonische Beanspruchung (Druckzwillinge) aufweisen. Immer beteiligt sich Bitumen und tonige Substanz mit Chlorit vermischt am Aufbau, was dem Gestein die dunkle Farbe verleiht. Die das Gestein in allen Richtungen durchziehenden Rupturen sind mit Kalzit und Quarz gefüllt.

Die Gesteine des Devon sind in von Norden nach Süden fortschreitendem Masse metamorph überprägt. Während in der Umgebung der Grube Tonschiefer, Sandsteine und grobkörnige Sandsteine mit guterhaltenen Fossilien anstehen, beobachtet man bereits wenige km weiter südlich epimetamorphe Fazies mit Quarziten, Phylliten und Schiefermarmoren. In diesen Gesteinen sind Fossilreste nur mehr undeutlich zu erkennen. Alle Übergänge einer immer stärker werdenden Kristallinität lassen sich beobachten.

Das Karbon folgt mit geringer Winkeldiskordanz über dem Oberdevon. Es ist in der Hauptsache als massiger dunkler Korallenkalk ausgebildet. Die Fauna zeigt Tournai an. Im Vise wurde als strandnahe Regressionsbildung mergeliger Plattenkalk abgelagert. Dann folgt eine Schichtlücke, die fast das gesamte Oberkarbon einschliesst. Erst die Übergangsschichten zwischen Oberkarbon und Unterperm sind wieder als detritischer Fossilkalk, stellenweise mit sedimentären Eisenerzbildungen, zur Ablagerung gekommen. Das Perm wird von einer mächtigen Folge dunkelgrauer gebankter Kalke vertreten, die den Unteren und Mittleren Abschnitten dieser Formation angehören. Karbon und Perm zeigen keinerlei metamorphe Überprägung mehr.

Auf dem miozänen Festland bildeten sich gewaltige Flusstäler aus, bedingt durch das bruchförmige Absinken des Vorlands der Taurushauptkette. Die Täler füllten sich mit dem Schutt des aufsteigenden Gebirges. Die Mächtigkeit der Schotter und Sande, die heute meist in verfestigtem Zustand vorliegen, beträgt mehr als 100 m. In der Geröllführung überwiegen Kalke der verschiedensten Schichtserien vom Devon bis zur Kreide. Daneben ist eine starke Anteilnahme von basischen Grüngesteinen bemerkenswert.

### III. DER TEKTONISCHE BAUPLAN

Der Bau des Untersuchungsgebietes wird durch seine Lage am Nordrand der Taurushauptkette geprägt. Bis in die jüngste Zeit wirkten starke, von Südosten kommende Kräfte auf die mächtigen Sedimentanhäufungen. Sie fanden in dem nordwestlich vorgelagerten Kristallinmassiv von Niğde - Nevşehir ein starkes Wiederlager. Durch die Inhomogenität der Gesteine, besonders des Devon bedingt, kam es zu enger Faltenbildung, wobei deutlich eine Vergenz der Faltenachsen nach NW auf das Vorland hin zu beobachten ist. Diese Vergenz wird um so stärker, je näher wir an das bedeutendste regionale Bauelement, den Taurusrandbruch (siehe unten) gelangen.

Das Generalstreichen der Faltung beträgt N 40-50° E. Im Bereich des Taşderesi ist eine merkwürdige Schlingenbildung mit N - S streichender Achse zu beobachten. Als Hauptfaltenstrang durchzieht eine Antiklinale das Gebiet, in der das Devon bis auf

2000 m Höhe emporgefaltet ist. An beiden Sattelflanken sind als Erosionsrelikte der ehemaligen Karbon - Permüberdeckung zwei starre Kalktafeln erhalten, auf denen die höchsten Erhebungen (bis 2250 m) liegen.

Nördlich der Antiklinale ist im Grubengebiet eine N 50° E streichende, 200-250 m breite Mulde zu erkennen, welche als Füllung den oberdevonischen massigen Korallenkalk enthält. Die Achse der Mulde taucht flach mit 10-12° nach NE ein. Ihr Nordflügel ist steiler aufgerichtet als der Südflügel. Die nördlich der Mulde anstehende Schiefer - Kalkserie ist in sich stark verfaltet und zerdrückt. Die lokalen Faltenachsen fallen auch hier 10-20° nach NE ein.

Neben der Falten tektonik zeichnet sich das Gebiet auch durch eine beachtliche Bruchtektonik aus, deren Intensität von Süden nach Norden gegen den Taurusrandbruch hin zunimmt. Dieser Randbruch, den auch im Hauptförderstollen von Kaleköy Madeni aufgeschlossen ist, kann mit 50° Streichen über 30 km weit deutlich im Gelände verfolgt werden. An dieser Linie ist das heutige Taurusvorland um mehrere 100 m gegen die Taurushauptkette abgesenkt worden. In der Südscholle wurde ein Teil des Perm und die Trias abgetragen, während in der Nordscholle das Mesozoikum an vielen Stellen bis zur Kreide vollständig erhalten blieb. Durch die Bruchlinie sind auch die Richtungen der jungtertiären Flusstäler vorgezeichnet worden. Interessant ist, dass die im Vorland flachliegenden Flusssedimente nahe der Störung steil (bis 60°) aufgerichtet sind, was ein Andauern der Bewegungen bis in die jüngste Zeit hin beweist.

Im Grubenbereich wurde eine kleintektonische Analyse durchgeführt, um zu einer eingehenden Kenntnis des Bauplans zu gelangen, mit deren Hilfe die Aufsuchung der Vererzung erleichtert werden konnte. Neben den Bankflächen und lokalen b-Achsen wurden alle Störungsflächen mit sichtbaren Versetzungsbeträgen gemessen, wo erkennbar auch Einfallen und Richtung der Strömung. Die Messergebnisse wurden im stereographischen Diagramm dargestellt.

Die b-Achsenstreichen 30-50° E und fallen 10-20° nach NE ein. Die Störungen sind in 4 Maxima gehäuft. Das bedeutendste von ihnen streicht in gleicher Richtung wie die Faltenachsen und ist als hOl - Flächensystem zu bezeichnen, die auf diesen Flächen häufig zu beobachtenden Strömungen tauchen mit 15-30° nach NE ein. Korrespondierende Flächen sind Störungen, deren Maximum bei 130° liegt und die in

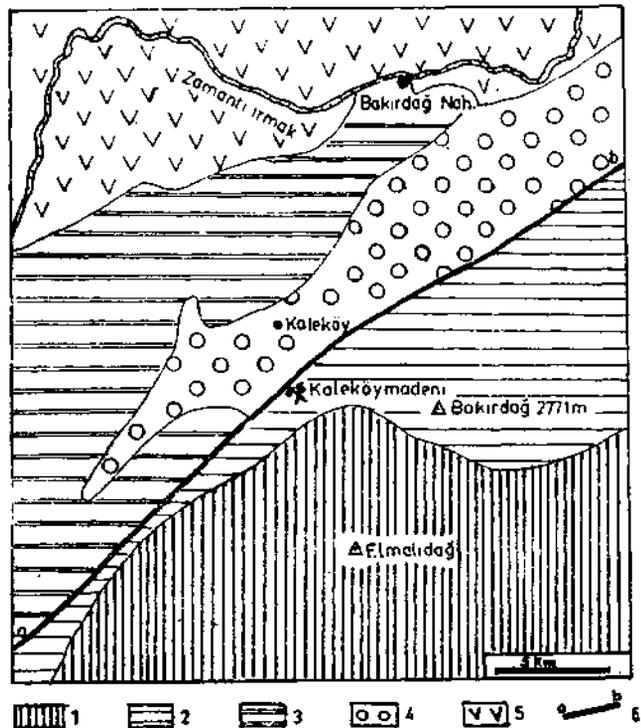


Abb. 2 - Tektonisch - Morphologische Übersichtskarte

- 1 - Mittelgebirgsregion des metamorphen Altpaläozoikums;
- 2 - Kalkberge der Taurushauptkette; 3 - Kalkzüge des Taurusvorlandes;
- 4 - Längsdepression der tertiären Flusstäler; 5 - Jungvulkanische Schichtstufenlandschaft; 6 - Taurusrandbruch.

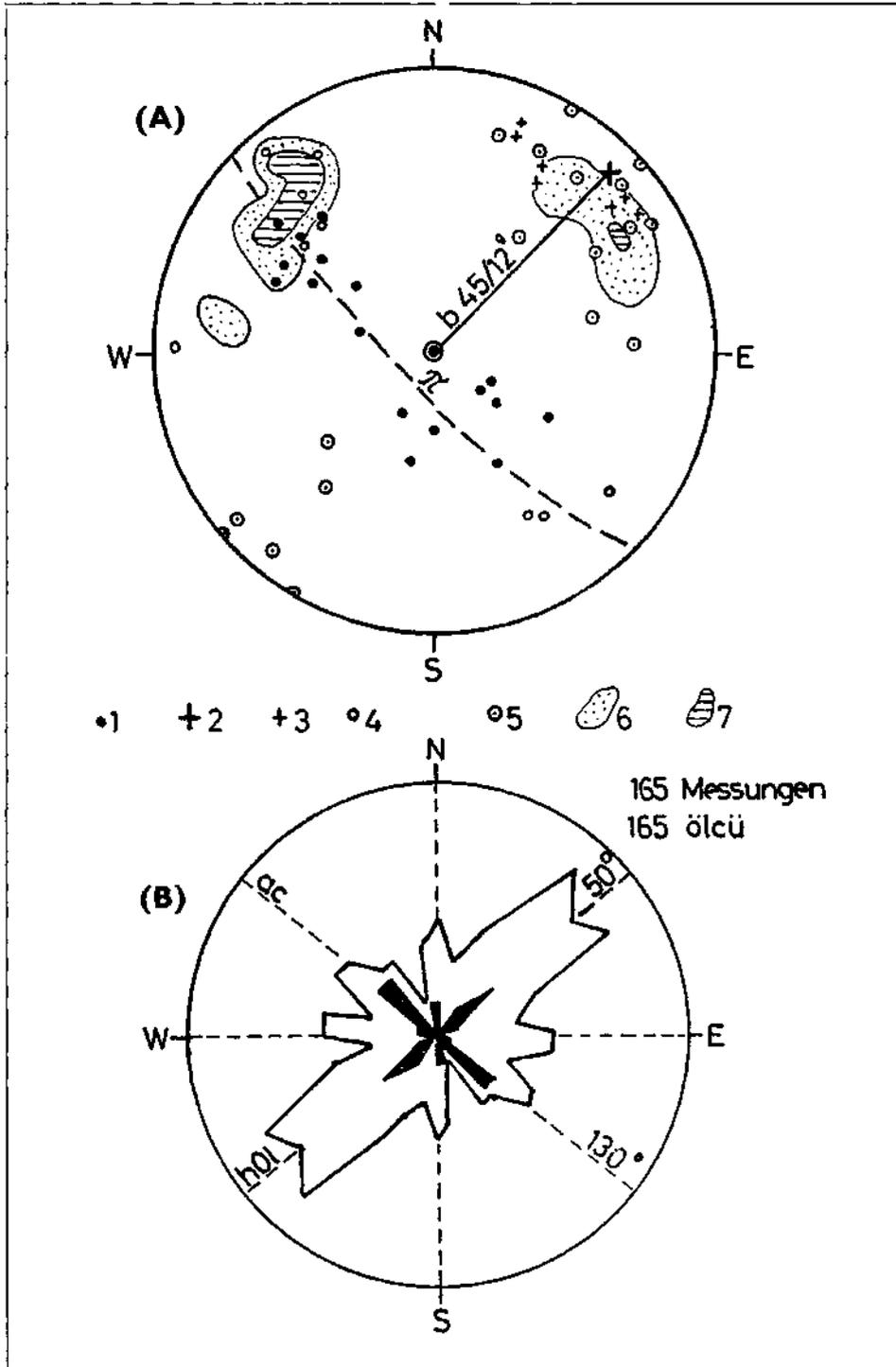


Abb. 3 - Tektonische Diagramme für den Bereich der Lagerstätte Kaleköy Madeni

(A) - Synoptisches Diagramm im stereographischen Netz (untere Halbkugel): 1 - Pole der Schichtflächen; 2 - b-Achse der Lagerstättenmulde; 3 - lokale Klein b-Achsen; 4 - Pole der h01-Störungsflächen; 5 - Pole der ac-Störungsflächen; 6 - 2% Maximum der Striemungspole; 7 - 3% Maximum der Striemungspole.

(B) - Störungsrose: weiss = sämtliche Messwerte; schwarz = Messwerte mit Striemungen.

ac - Richtung zur Faltung stehen. Auch diese Flächen weisen allermeist Strömungen auf, die mit 20-40° nach NW abtauchen. Zwei Nebenmaxima liegen in N-S bzw. E-W Richtung. Dieses Paar stellt ein Scherflächensystem dar, auf welchem es nur zu geringfügigen Bewegungen gekommen ist, wie das fast völlige Fehlen von Strömungen beweist.

Der Bewegungsplan lässt sich also wie folgt zusammenfassen :

Zuerst Auffaltung mit Anlage der hOl und ac-Flächen, dann bei weiterandauerndem Schub von SE Beginn der Absenkungstendenz im nördlichen Teilbereich, wobei die bereits angelegten Rupturen zu Bewegungen benutzt wurden. Die Faltenstränge wurden zu Blöcken zerrissen. Als Resultante der horizontalen und vertikalen Verstellung kam eine schräge Abschiebung nach Norden zustande.

Das Alter all dieser tektonischer Vorgänge kann innerhalb des eng begrenzten Arbeitsgebietes nicht genau fixiert werden. Sicher ist die mit einer Regionalmetamorphose verbundene bretonische Phase nachgewiesen. In dieser Zeit dürften die Hauptfaltungen vor sich gegangen sein. Zwischen Unterkarbon und Oberkarbon sowie zwischen Perm und Trias beobachtet man je einen Hiatus ohne Bewegungen. Die alpidische Gebirgsbildung hat wahrscheinlich in der Unterkreide gewirkt, wenn auch Nachläufer bis zum Pliozän zu beobachten sind. Diese junge Orogenese hat sich in unserem Taurusabschnitt nur als Bruchfaltung ausgewirkt. Hierbei sind nur die alten variszischen Richtungen wiederaufgelebt. Man beobachtet keine Überlagerung zweier verschiedener tektonischer Systeme.

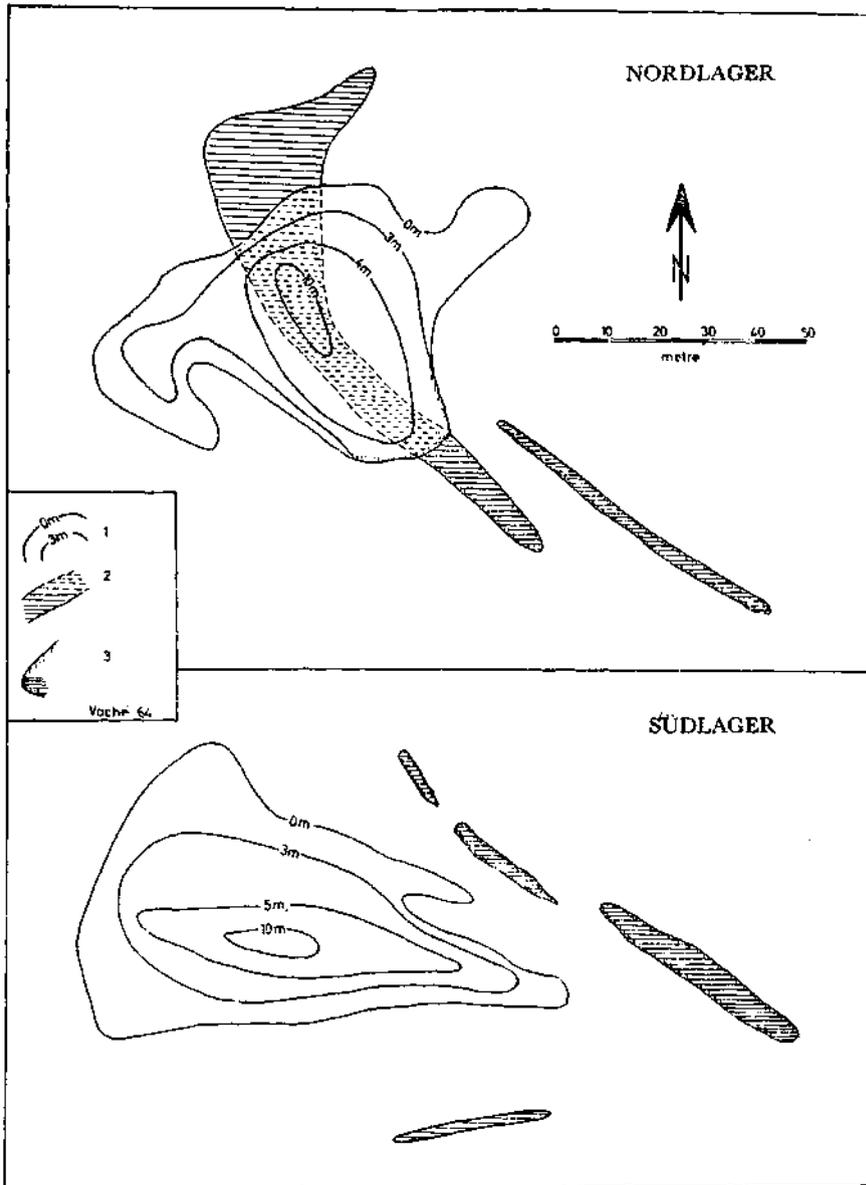
#### IV. DIE ERZLAGERSTÄTTEN

##### a. Die Form der Vererzung

Die Lagerstätte Kaleköy Madeni liegt stratigraphisch in den massigen Riffkalken des Oberdevon und tektonisch in der oben beschriebenen Muldenstruktur (am besten Lagerstättenmulde genannt), wenige 100 m südlich des Taurusrandbruches. Nur an einer Stelle ist ausnahmsweise etwas Erz in einer Schiefereinschaltung bekannt. Man kann zwei Formen der Vererzung unterscheiden :

Die erste ist lagenförmig konkordant den Korallenkalken eingelagert und folgt dem Streichen und Fallen der Kalkbänke. Durch mehrere übereinanderfolgende Lagen, die sich manchenorts zu grösseren Erzmassen vereinigen, entsteht im grossen gesehen die Form von 10 m mächtigen, 100 m langen und 50-70 m breiten Erzlagern innerhalb eines gewissen Kalksteinhorizontes. Die Lager haben die langgestreckt ovale Gestalt flacher Linsen, was auf der Isopachenkarte deutlich zum Ausdruck kommt. An den Rändern verzahnen sich die bis zu 2 m mächtigen Einzellagen mit den umgebenden Sedimenten. Durch die Bruchtektonik sind die Erzlager zerrissen und zerbrochen worden, sodass die Verfolgung der Einzellagen schon auf 10 m schwierig wird. Im Handstücksbereich jedoch kann man die lagenparallele Anordnung der Erzminerale gut studieren (siehe unten).

Bis heute sind im Gebiet von Kaleköy Madeni zwei Erzlager bekannt, die parallel zu einander etwa im Abstand von 200 m in NW-SE Richtung streichen. Das südliche Lager hat eine nach Westen sich keilförmig öffnende Form bei 100 m Länge und 50 m grösster Breite. Sein Ausbiss liegt in 1678 m Seehöhe. Mit der Lagerstättenmulde

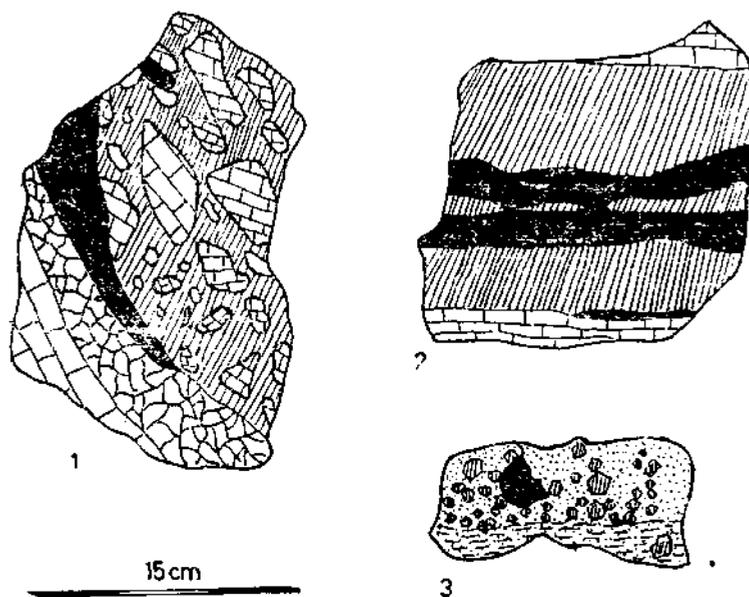


**Abb. 4 - Erzverteilungskarte der Lagerstätte Kalköy Madeni**

*1 - Isopachen der konkordanten Erzlager; 2 - Diskordant «gangförmige» Vererzungen an Störungen; 3 - Ausbissbereiche.*

taucht die Vererzung nach NW hin etwa bis zum Muldentiefsten ab und erreicht ihren tiefsten Punkt bei 1608 m NN. Die grössten Mächtigkeiten (5-10 m) liegen auf einer WNW - ESE verlaufenden Linie in Längsrichtung des Lagers. Damit wird eine Rinnenform angedeutet.

Das nördliche Lager hat eine oval ausgefranzte Form bei 50 m Länge und 75 m Breite. Es taucht vom Ausbiss in 1682 m Seehöhe bis zur Achse der Lagerstättenmulde in 1595 m NN ab. Seine grösste Mächtigkeit wird im Zentrum des Ovals mit etwa 10 m erreicht.



**Abb. 5 - Handstücke aus der Lagerstätte Kaleköy Madeni**

- 1 - Diskordante Brekzienvererzung; 2 - Konkordante Lagenvererzung;  
3 - Zinkblendeeinkristalle (sechseckig) im Schiefer.*

*schwarz = Bleiglanz, schräg schraffiert = Zinkblende*

*weiss zellig = Zinkspat, Mauersignatur = Kalk, punktiert = Schiefer.*

Die Erzverteilung im Nordlager ist wegen der starken Anteilnahme der zweiten Vererzungsform, nämlich der diskordant «gangförmigen», komplexer. Man beobachtet mehrere in 130-140° Richtung das Lager durchsetzende Brüche von mehr als 100 m Länge, an denen das Nebengestein bis ein Meter mächtig brekziiert ist. In diesen Störungen findet sich die Vererzung entweder als kompakte gangartige Masse oder als Bindemittel innerhalb der Brekzien. Art und Ausdehnung der diskordanten Störungsvererzung ist deutlich von ihrer Lage zum konkordanten Lager abhängig, d.h. sie ist am Kreuzungspunkt Lager - Störung am mächtigsten (zusammen maximal 8 m an einigen Parallelstörungen) und keilt in die Tiefe zu langsam aus, um den tiefsten Punkt 20-25 m unterhalb der Lagervererzung zu finden.

Die diskordant «gangförmige» Vererzung des Nordlagers ist im Ausbissbereich auf mehr als 80 m Länge aufgeschlossen und taucht wie das Lager nach NW ein, um in der Nähe der Muldenachse in 1575 m NN die tiefste Stelle zu erreichen. Dies ist zugleich der tiefste Punkt, an dem in Kaleköy Madeni Erz bekannt ist. Die in tiefere Bereiche niedergebrachten Untersuchungsarbeiten haben die Störungen unvererzt angetroffen. Die Bauhöhe der Grube beträgt somit kaum mehr als 100 m, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass mindestens 1/3 der ursprünglich vorhandenen Erzmenge oberhalb der Ausstriche bereits erodiert ist.

Im Südlager sind die Ausbissbereiche ebenfalls diskordant «Gangförmig» ausgebildet. Die vererzte Störung streicht 130° und besitzt eine Bauhöhe von rund 20 m. In der Tiefe vereinigt sich ihre Vererzung mit der des Lagers. Es kann geschätzt werden, dass auf Kaleköy Madeni etwa 1/3 des Erzes in gangförmiger und 2/3 in lagerförmiger Anordnung auftritt. Beide Formen weisen verschiedene Erztypen auf, wie unten ausgeführt wird.

### b. Die Art der Vererzung

In der Grube Kaleköy Madeni sind primäre und sekundäre Zone nach den herrschenden Gesetzmässigkeiten normal ausgebildet. Die Oxydationszone reicht längs der zu Tage ausgehenden Störungen 20-30 m tief in die Lager hinab. Naturgemäss sind, dabei die diskordanten Vererzungen stärker umgewandelt als die konkordanten Lagerpartien.

Die Mineralien der Primärzone sind einfacher Art :

Hellrote bis honiggelb und weisse, kadmiumreiche Zinkblende ohne Kupferkiesentmischungen; silberarmer, germaniumhaltiger Bleiglanz, häufig mit Bleischweiftextur und untergeordnet Pyrit, der meist in kompakten Massen am Rande der Erzlager in kataklastischer Textur auftritt. Nur selten finden sich idiomorphe Pyritkriställchen.

Die mittel- bis feinkörnigen Erzminerale sind eng miteinander verwachsen in Form von derben Erzbändern- und -lagen, welche stellenweise 1-2 m mächtig werden können. Innerhalb der Bänder beobachtet man häufig eine Wechsellagerung von Zinkblende und Bleiglanz, die nach der Bankung orientiert ist. In Armerzpartien, wie auf der Hauptfördersohle im Nordlager, sieht man eine sich mehrmals wiederholende Wechselfolge von Zinkblende- und Bleiglanzschnürchen mit feinbankigem Erzkalk. Irgendwelche Art von richtungsloser Imprägnation wurde niemals beobachtet. Allein an einer Stelle finden sich in einer Schieferzwischenlage sechsseitig begrenzte Zinkblendeinkristalle mit Durchmesser von 1/2 cm, welcher einer kalkreicheren Bankfläche orientiert aufsitzen. Allgemein gesehen überwiegt in den Lagervererzungen der Anteil der Zinkblende den des Bleiglanzes bei weitem.

Anders in den Sulfiderzen der diskordante «Gangvererzung», wo die mehrere Meter mächtigen Massen und netzartigen Brekzienverkittungen neben stark kataklastischer Zinkblende ausgezeichnete Bleischweife in grosser Menge aufweisen. In den Spitzen der auskeilenden Vererzung sind nur mehr feine Bleiglanzäderchen zu erkennen. Daraus ersieht man die starken tektonischen Durchbewegungen, die die «Gangvererzung» nach ihrer Platznahme betroffen hat. Auch sind in den diskordanten Vererzungen häufig Rupturen und Rutschflächen zu finden, die Blockbewegungen sind also jünger als die Platznahme der Erze. Hingegen sind echte Gangtexturen mit Salband und Gangart nicht anzutreffen.

Die Mineralien der Oxydationszone sind mannigfach :

Nebendem als Restmaterial zu Schwarzblei umgewandelten Bleiglanz finden sich in der Hauptsache Zinkspat, Cerussit und Limonit. Zinksilikate (Calamin und Willemit) sind ebenso selten wie Hydrate (Hydrozinkit), Sulfate (Anglesit) und Phosphate (Pyromorphit). Eine Besonderheit ist der häufig als Überzug auf der Zinkblende anzutreffende Greenockit. Die Erze der Sekundärzone sind ebenfalls meist in derben reinen Massen zu finden. In den oberen Teufen beobachtet man grössere Massen derben Bleiglanzes. Der Limonit füllt häufig Hohlräume und Spalten und enthält dabei mehrere Prozent Blei und Zink. Man sieht deutlich Übergänge zur primären Pyritvererzung.

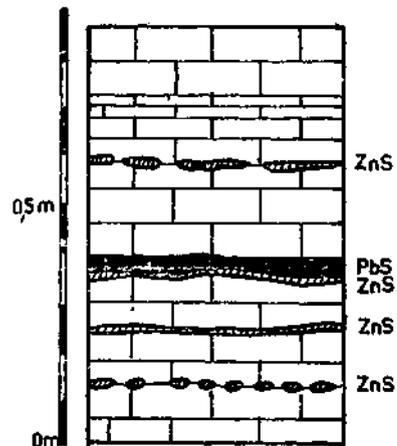


Abb. 6 - Primärsedimentäre Wechsellagerung von Zinkblende, Bleiglanz und Kalk im Nordlager (Stossaufnahme).

Die «Gangart» besteht fast nur aus Kalkspat, der häufig tektonische Verzwilgung zeigt. Daneben kommt in sehr geringen Mengen Quarz vor, welcher u. d. M. unzulässig auslöscht und manchmal sekundär gesprosst ist. In einigen Schlifften findet sich noch Baryt und Psilomelan.

### c. Die Erzgehalte und der Lagerstätteninhalt

Da die Erze fast ausnahmslos in derber Form auftreten, sind, die Erzgehalte des Fördererzes hoch. Sie betragen in der sulfidischen Vererzung 35-40 % Zn und 15-20 % Pb. Die in den oberen Teufen anstehenden Karbonaterze beinhalten rund 35 % Zn und 10-15 % Pb. Die Durchschnittswerte lagen in allen 11 Abbaujahren über 50 % Metall. Die Erze der Oxydationszone wurden in früheren Jahren noch mittels Kalzination angereichert. Eine Vollanalyse von mehreren 100 kg Erz ergab :

Zn.....	41,95	S .....	18,94	Fe .....	1,42	SiO <sub>2</sub> .....	2,3
Pb.....	19,76	Sb.....	0,05	CaO .....	0,95	Cd .....	0,14
Cu.....	0,009	As .....	0,01	MgO.....	0,70	Cl .....	0,05
Ag.....	55 g/t	Sn.....	0,012	BaO .....	Spur	SO <sub>4</sub> .....	0,22

Als bekannter Lagerstätteninhalt (bisherige Förderung und sichtbare Reserven) können 65 000 t Erz angegeben werden. Dabei verhalten sich die Erzmengen von Süd- und Nordlager wie 1 : 1,6. Vergleicht man die Flächen beider Erzkörper miteinander, so ergibt sich 2800 m<sup>2</sup> zu 4500 m<sup>2</sup>, was wieder das Verhältnis 1 : 1,6 ergibt. Beide Erzkörper haben also die gleiche Vererzungsintensität von rund 9 t pro m<sup>2</sup> oder 5000 kg Metall pro m<sup>2</sup> Fläche. Auf die ganze Vererzungfläche verteilt, ergäbe das eine rund 2,5 m mächtige Schicht reinen Erzes. Diese Zahl spiegelt eine grosse Erz-konzentration auf engem Raum wieder.

### d. Gedanken zur Genese der Lagerstätte

Im Folgenden soll versucht werden, das Bild der Entstehung und des postgene-tischen Schicksals der Lagerstätte am Bakırdağ so darzulegen, wie es die Untersuchung ergeben hat.

Während des unteren Oberdevons wurden in der tauridischen Stammgeosyn-klinale Sedimente mit stark wechselndem Charakter abgelagert. In flachen Meeresregionen entstanden Korallenriffkalke, die sich lateral mit fossilreichen Schiefen und Mergeln verzahnten. Das Gebiet von Kaleköy Madeni lag im Bereich einer langgestreckten, kaum mehr als 1 km breiten Riffschwelle, die gegen Osten in ein tieferes Becken überleitete, in das mächtige Klastika aus einem weiter im Osten zu suchenden Festland einge-schwemmt wurden.

Erhebliche geosynklinale Bodenunruhen am Übergang von der Schwelle zum Becken riefen einen submarinen Vulkanismus hervor, der mit Detritus vermischt inter-mediäre bis saure Tuffite absetzte. Es erscheint nun sehr wahrscheinlich anzunehmen, dass dieser Initialvulkanismus auch Lösungen und Exhalationen leichtflüchtiger Bestand-teile empordringen Hess, die sich in für sie optimalem Milieu am Meeresboden nieder-schlugen. Es deutet sich dabei eine Differentiation der Lösungen an. Die zuerst auf-gedrungenen Eisenverbindungen wurden im Beckenraum über weite Strecken hin in oxydischer Bindung als Hämatit abgesetzt. In Hohlformen mit reduzierendem Milieu innerhalb der Riffschwelle (durch Bitumerireichtum der Kalke angedeutet) jedoch kam

es zur Ausfällung von Buntmetall- und Eisensulfiden. Es entstanden längliche Wannens, die sich Schicht um Schicht mit Bleiglanz, Zinkblende und Kalk füllten. Der Pyrit reicherte sich bevorzugt an den Rändern der Wannens an.

Zu Ende des Oberdevon erfolgte in der bretonischen Phase eine Gebirgsbildung, die das Gebiet einer schwachen Regionalmetamorphose unterwarf. Die Erze erlitten eine Kornvergrößerung, die die sedimentären Strukturen allermeist verwischte. Sediment und Erz wurden verfault. Es rissen Spaltensysteme auf, in welche die Erze je nach Wegsamkeit und Wanderfreudigkeit bei der Mobilisation einwanderten. Als allzeit offene Störungsflächen wurden die 130-140° streichenden ac - Flächen zum Erzabsatz bevorzugt. Die Erze sind maximal 20-30 m weit abgewandert, dabei der gleitfähige Bleiglanz weiter als die spröde Zinkblende.

Die alpidische Bruchfaltung brachte eine weitgehende Zerschneidung der Erzlager, die auf alten, variszisch vorgezeichneten Linien vor sich ging. Durch seine Nähe am Taurusrandbruch wurde das Lagerstättengebiet besonders stark tektonisiert. Als im Tertiär das Gebirge hochstieg, setzte eine starke Erosion ein, wobei die Erzlager angeschnitten und teilweise abgetragen wurden. Infolge des schnellen Anschneidens ist die Oxydationszone nur massig ausgebildet.

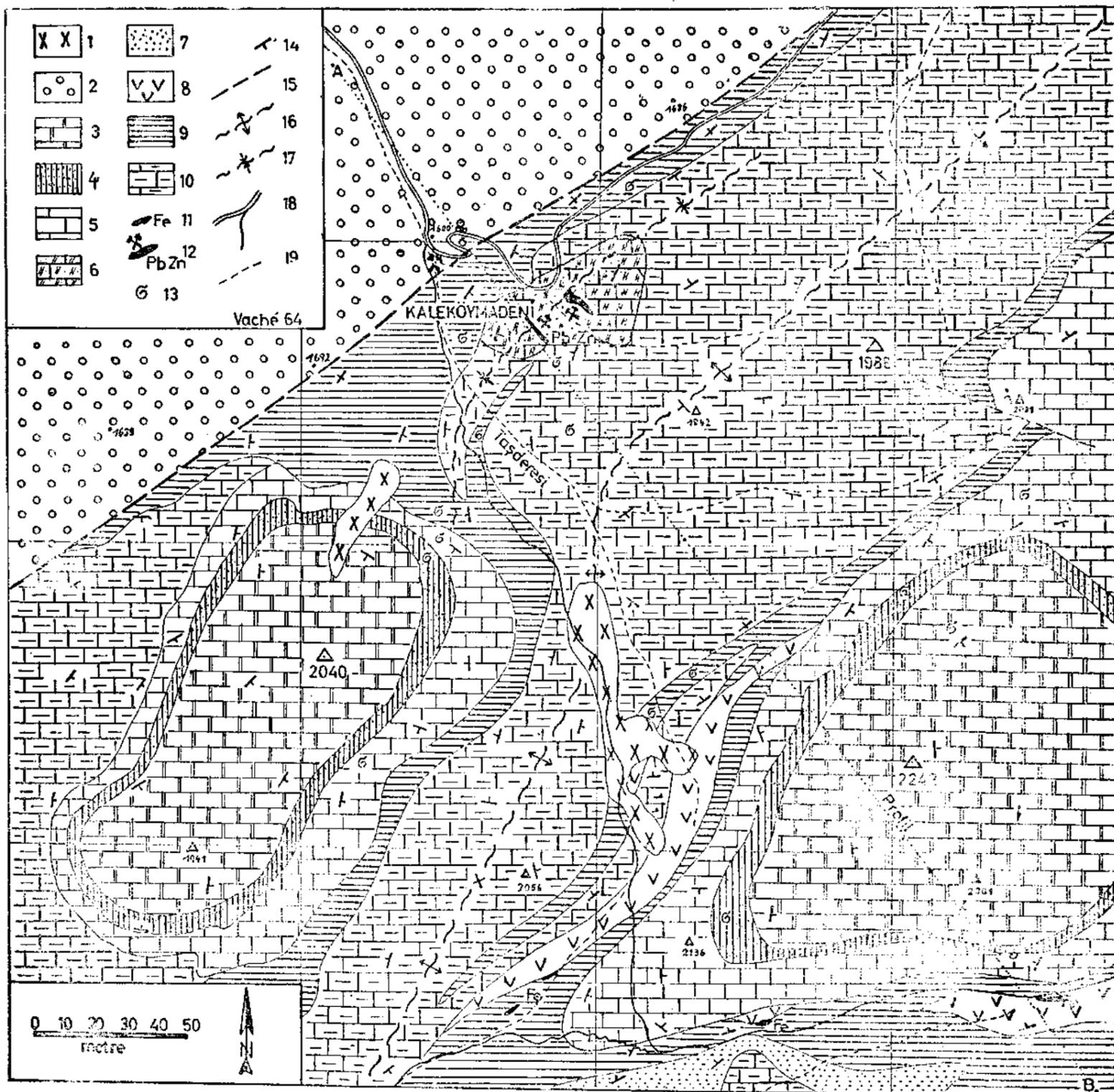
Zusammenfassend kann die Lagerstätte am Bakırdağ als eine vulkanischexhalativ sedimentäre Blei - Zinkanreicherung innerhalb der devonischen Taurusgeosynklinale mit bedeutender Mobilisation während der variszischen Gebirgsbildung angesehen werden.

Die Lagerstätte gehört dem weltweit verbreiteten Lagerstättentyp der «Massiven Sulfide» (J. Pereira, 1963) an. Die am besten untersuchten Einzelbeispiele dieser Gruppe sind die Erzvorkommen von Meggen und Rammeisberg in Deutschland. Die taurische wie rheinische Erzprovinz weisen so übereinstimmenden geologischen Werdegang auf, dass man sicher nicht fehl geht, wenn man genetische Analogien vermutet.

*Manuscript received February 24, 1964*

## L I T E R A T U R

- ABDÜSSELAMOĞLU, Ş. (1958) : Yukarı Seyhan bölgesinde Doğu Toroslar'ın jeolojisi. *M.T.A. Rep.*, no. 2668 (unpublished), Ankara.
- BLUMENTHAL, M. (1941) : Un aperçu de la geologie du Taurus dans les Vilayets de Niğde et d'Adana. *M.T.A. Publ.*, ser. B. no. 6, Ankara.
- (1944) : Contribution a la connaissance du Permo - Carbonifere du Taurus entre Kayseri - Malatya. *M.T.A. Mecm.*, no. 31, Ankara.
- PEREIRA, J. (1963) : Reflections on ore genesis and exploration. *The Mining Magazine*, vol. 108, London.



### GEOLOGISCHE KARTE DER UMGEBUNG DER BLEI-ZINKLAGERSTÄTTE AM BAKIRDAĞ

1 - Berggrutsch und Gehängeschutt; 2 - Jungtertiäre Flussablagerungen; 3 - Permkalk; 4 - Oberkarbonisch-Unterpermische Übergangsschichten; 5 - Unterkarbonkalk; 6 - Oberdevonischer massiger Riffkalk; 7 - Oberdevonische Quarzite; 8 - Oberdevonische Tuffite; 9 - Oberdevonische klastische Serie; 10 - Oberdevonische gebankte Riffkalke und Dolomite; 11 - Hämatiteinlagerungen; 12 - Blei-Zinklagerstätte Kaleköy Madeni; 13 - Fossilfundstellen; 14 - Schichtstreichen und Fallen; 15 - Brüche; 16 - Sattelachse; 17 - Muldenachse; 18 - Strasse mit Saumwege; 19 - Bachläufe.