

DIE LAGERSTATTE LAHANOS IM VİLAYET GİRESUN AN DER TÜRKISCHEN SCHWARZMEERKÜSTE

Alfred POLLAK

Mineral Research and Exploration Institute of Turkey

Die Lagerstätte Lahanos gehört zu der Lagerstattengruppe der pontischen Erzprovinz. Bei den Vorkommern dieser Metallprovinz handelt es sich um zahlreiche Lagerstätten von Buntmetallerzen bzw. Pyriten mit mehr oder weniger hohen Buntmetallgehalten, die langs der türkischen Schwarzmeerküste etwa von Samsun ostwärts und darüber hinaus bis nach Transkaukasien verbreitet sind. Nachrichten über den Bergbau in dieser Gegend gehen bereits bis in die Antike zurück. Aber auch aus der Zeit als die Genuesen und Venezianer ein Netz von Handelsstützpunkten an diesem Küstenstrich aufrechterhielten. und auch aus späteren Zeitperioden finden sich oft umfangreiche Spuren eines alten Bergbaues mit zahlreichen Schlackenhalde und alten Grubenbauen, die sich zumeist nur in den Ausbisszonen der Lagerstätten bewegten. Zur Zeit steht an nennenswerten Bergbauen nur die Kupfererzgrube Murgul nahe der russischen Grenze in Betrieb.

Lahanos selbst liegt etwa 300 km weiter im Westen im Vilayet Giresun, in der Küstenzone von Tirebolu - Esbiye, etwa 10 km von der Küste entfernt. Schon vor etwa 20 Jahren wurde seitens des M. T. A. Institutes in Ankara an einigen Lagerstätten dieser Gegend mit geophysikalischen und bergmannischen Untersuchungen begonnen, ohne dass dabei aber Erzvorräte von wirtschaftlicher Bedeutung nachgewiesen werden

konnten. Ausser einer elektrischen Selbstpotentialmessung am Ausbiss der Lagerstätte wurde damals in Lahanos nichts unternommen. Die Untersuchung und Beurteilung der Lagerstätten war zu dieser Zeit auch erschwert, da eine geologische Spezialkarte des Gebietes nicht existierte. Dazu kommen noch andere Schwierigkeiten. So sind in dem Bereich der Erzlagerstätten, die ja den Gegenstand der Untersuchung bildeten, die Gesteine meist besonders stark alteriert und die geologischen Zusammenhänge oft nicht leicht zu erkennen.

Es war zwar schon lange bekannt, dass hier die Lagerstätten innerhalb einer mächtigen Folge von Gesteinen vulkanogen - sedimentären Ursprungs auftreten. Einen genaueren Einblick in den Aufbau dieser Gesteinsfolge brachte jedoch erst die Spezialkartierung, die vor drei Jahren in Angriff genommen werden konnte. Diese Kartierungsarbeiten wurden im Raum von Tirebolu begonnen und erfassten dann nach und nach auch verschiedene anschließende Bereiche in den Vilayets Giresun und Trabzon, sowie weiter im Osten einzelne im Zusammenhang mit der Lagerstättenprospektion interessierende Gebiete bei Murgul. Es konnte dabei auch schon weitgehend der Zusammenhang der Lagerstättenbildung mit der Geologie des Gebietes geklärt werden. In der naheren und weiteren Umgebung von Lahanos (Abb. 1 und 2) kann man die Gesteins-

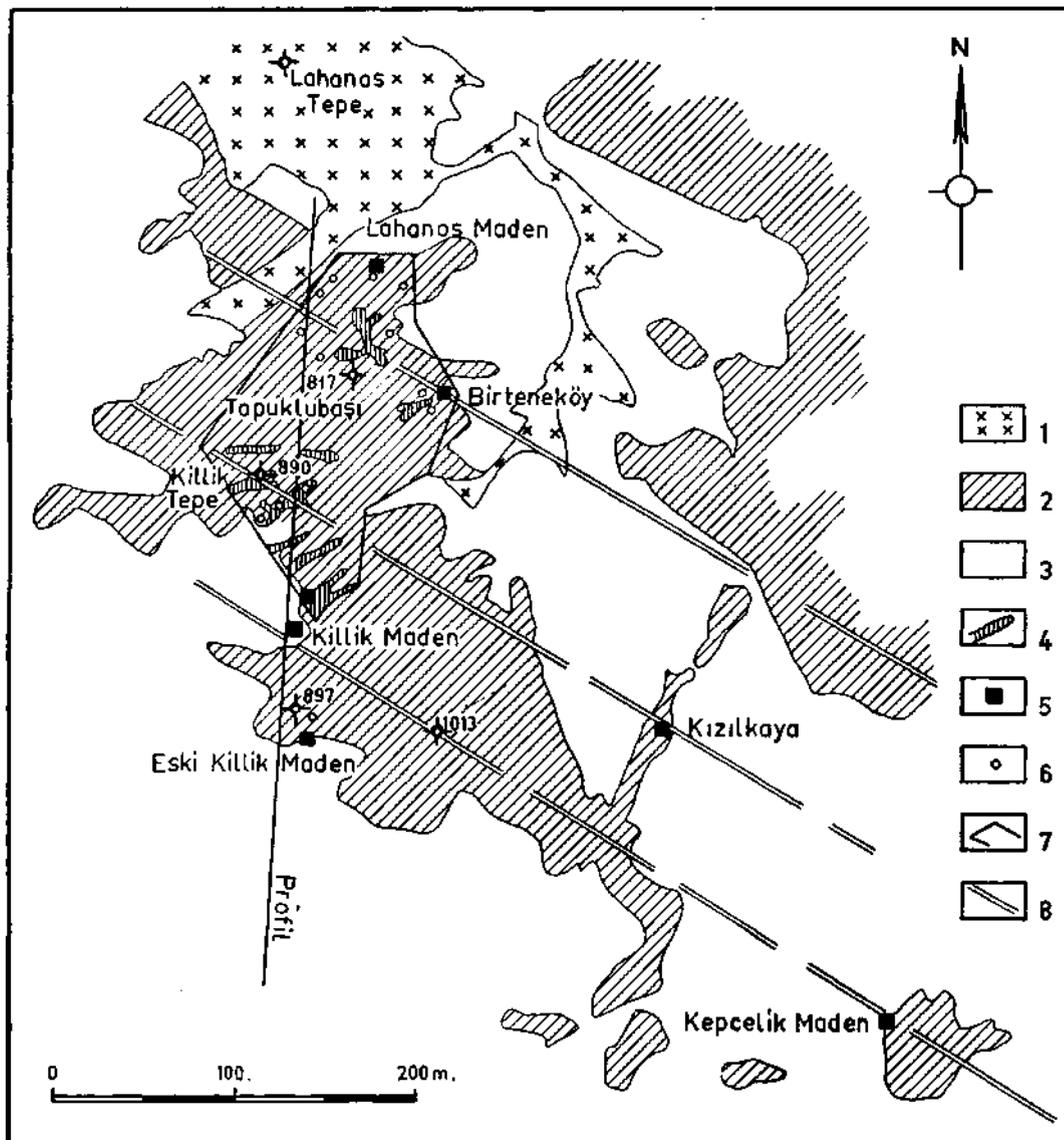


Abb. 1 - Lahanos Maden

1 - Lahanoštepe Dazit; 2 - Jüngere Bedeckung des Lagerstätten Dazits; 3 - Lagerstätten Dazit; 4 - Kupferakkumulation im Rhododendron > 300 ppm; 5 - Alte Gruben in Schürfe; 6 - Bohrungen, die in Lahanos die Grenze der Lagerstätte bezeichnen; 7 - Bereich der biochemischen Untersuchungen; 8 - Buntmetallführende tektonische Strukturen.

folge von unten nach oben wie folgtgliedern :

In eine tiefste Serie mit grünen Tuffen und Agglomeraten, roten Mergelkalken und basaltisch - andesitischen Laven, die hier nur im Bereich der Talsohlen angeschnitten ist.

Auf diesem Sockel der ein stärkeres Oberflächenrelief aufweist, sind dazitische Laven ausgeflossen, die mit porphyrischem Habitus und oft deutlicher Fliesstextur ausgebildet sind. Die Mächtigkeit schwankt sehr stark von 0 bis zu mehreren Hunderten von Metern. Im Osten bei Murgul sind Mächtigkeit

ten von über 1000 m festgestellt worden. Der Dazit ist weitgehend brekziiert und alteriert (kaolinisiert, silifiziert, serizitisiert, pyritisiert). Dieser dazitische Lavadeckenkomplex konnte in dem gesamten bis jetzt untersuchten Bereich der Schwarzmeerküste von Giresun bis Murgul bei der Kartierung in der gleichen stratigraphischen Position wiedererkannt werden. Er ist überall der Träger der Lagerstätten, soweit diese an die vulkanogenen Gesteine gebunden sind. Auch bei der Kupfererzlagerstätte Murgul bildet er das Nebengestein. Er wird deshalb als Lagerstättendazit oder auch als Erzdazit bezeichnet.

Der Lagerstättendazit, dessen Oberfläche hier nur ein ganz untergeordnetes Relief aufweist, wird überlagert von einer Folge von sedimentar-vulkanogenen Gesteinen die man unterteilen kann in ein tieferes Glied, das aus meist roten, stark silifizierten dazitischen Tuffen und Mergeln besteht. Darüber oder wenn die vorher genannten Gesteine fehlen, direkt über dem Lagerstättendazit folgen dann weitere alterierte Gesteine wie grüne spilitische Tuffe und Effusiva mit viel Einlagerungen von Brekzien und Agglomeraten, sowie andesitische Laven und Effusiva. Diese Gesteine über den dazitischen Tuffen werden unter dem Namen «Spilitserie» zusammengefasst.

In unmittelbarer Nähe der Lagerstätte wird dieser ganze Komplex von einem jüngeren, dunklen hypabyssischen Dazit mit gut auskristallisierten Mineralien intrudiert, der auch das Massiv des Lahanostepe aufbaut. In seiner Umrandung ist oft eine starke Frittung der dazitischen Tuffe über dem Lagerstättendazit zu beobachten. Auch basische Effusivgesteinsgänge welche die vulkanogen-sedimentäre Gesteinsfolge durchschlagen sind in der weiteren Umgebung der Lagerstätte zu beobachten. Dem Alter nach konnten alle diese Gesteine der Oberkreide zugeordnet werden.

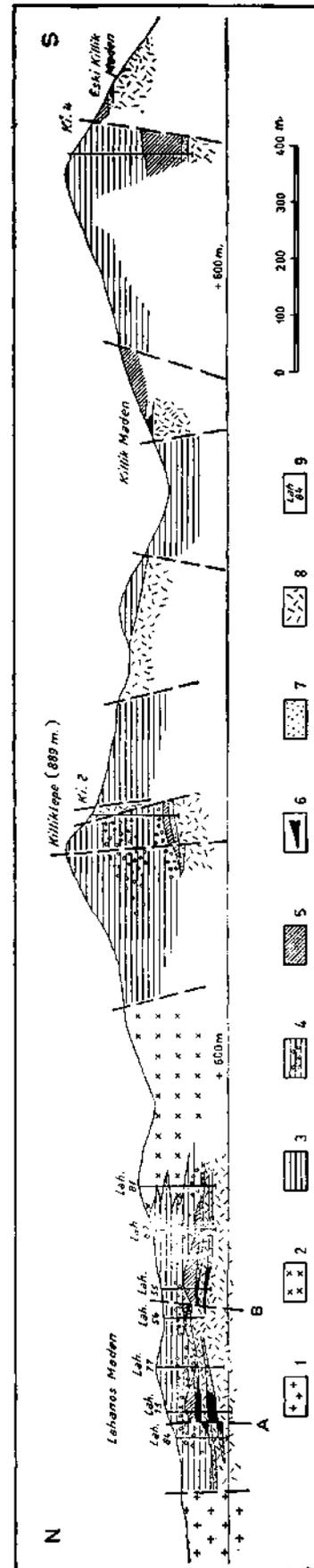


Abb. 2 - Profil Lahanos - Kilik

1 - Lahanostepe Dazit; 2 - Alteriertes andesitisches Effusivgestein; 3 - Spilitserie; 4 - Spilitserie mit Agglomeraten und Brekzien; 5 - Dazitische Tuffe; 6 - Pyritkörper reich vererzt; 7 - Pyritkörper; 8 - Lagerstätten Dazit; 9 - Lah. 84 Bohrungen.

Der Komplex der Lava- und Tuffdecken mit den Sedimentzwischenlagen wird von einem Bruchsystem durchsetzt und in einzelne Schollen zerlegt, die im Lagerstättenbereich eine ruhige fast horizontale Lagerung aufweisen. Bei den Störungen sind besonders drei Streichrichtungen ausgeprägt. Es sind dies die drei Bruchsysteme die um die Richtungen von 50°, 120° und 150° pendeln.

Aus den ersten in der Ausbisszone und im Bereich des alten Bergbaues niedergebrachten Bohrungen war bereits zu erkennen, dass es sich in Lahanos um horizontbeständige Erzkörper handeln muss, die in den oberen Teilen des dazitischen Effusivs (Lagerstättendazit) entwickelt und insbesondere an seine Hangendgrenze zu den darüberliegenden dazitischen Tuffen gebunden sind. Entsprechend der ruhigen Lage dieser Gesteine liegen auch die Erzkörper fast horizontal. In diesen Bohrungen konnten auch bereits drei Mineralisationszonen mit Pyrit innerhalb des Lagerstättendazites, eine besonders gut ausgebildete an der Gesteinsgrenze selbst und zwei darunterliegende nachgewiesen werden. Durch die Talbildung ist der obere Haupterzkörper bei Lahanos von drei Seiten im NW, N und O angeschnitten. Dort ergaben sich auch die Angriffspunkte des alten Bergbaues. Bereits am Ausbiss lässt sich erkennen, wie der Haupterzkörper durch Brüche mit den vorher beschriebenen Streichrichtungen in einzelne Schollen zerlegt und leicht versetzt wird. Die Weiterführung der Untersuchungen durch Bohrungen über den Bereich des alten Bergbaues hinaus ergab nähere Einzelheiten über die Entwicklung des Erzkörpers und die Verteilung der Metallgehalte in demselben.

Durch die in einem engen Raster von etwa 100 m Profilabstand und 50 m Distanz auf den Profilen angeordneten.

Bohransatzpunkte konnte die Ausdehnung des Haupterzkörpers auf eine streichende Länge von rd. 700 m und mit einer Breite von etwa 300 m festgestellt werden. In der Längsachse dieses Pyriterkörpers die 50°NO streicht, ist eine cca 100-150 m breite Zone (Abb. 4) von Pyritreicherz mit über 40 % S entwickelt. Zugleich verläuft in dieser Achsialzone eine ebenfalls NO streichende durch die Bohrungen nachgewiesene Verwerfung (Störung B in dem Profil Abb. 3), an welcher der Erzkörper nur um wenige Meter verstellt wird. Nach den Seiten hin lässt dann die Intensität der Pyritvererzung nach und es erfolgt ein Übergang in Aufbereitungserze mit etwa 30 % S, die dann lateral mit einer unscharfen Grenze in die immer schwächer pyritisierte Dazitbrekzie übergehen. Während der Pyriterkörper nach oben mit einer fast ebenen, sehr scharfen Grenze zu den darüberliegenden Tuffen sein Ende findet, geht er nach dem Liegenden zu mit einer etwas ondulierten unscharfen Grenze, ähnlich wie in lateraler Richtung ganz allmählich in die schwächer vererzte Dazitbrekzie über. Der Übergang zu dem Erzkörper erfolgt so, dass in der mit Pyrit imprägnierten und mit Pyrit verkitteten Dazitbrekzie die Gesteinskomponenten auf Kosten des Erzes immer mehr zurücktreten und schliesslich Pyrit-erz mit 30 % S und zuletzt ein Derberzpyrit mit über 40 % S entsteht. Ganz ähnliche Übergänge beobachtet man in Israil an einem ebenfalls im Lagerstättenclazit auftretenden Pyriterkörper, der hier allerdings steil einfällt aber auch etwa 30° NO-streicht. Dieselben Beobachtungen beschreibt Kovenko (1943) von den in der Nähe von Lahanos gelegenen und in den Jahren 1939/40 untersuchten Gruben Karaerik und Karılar. Von Interesse ist auch die Entwicklung der Mächtigkeitsverhältnisse innerhalb des Pyritkörpers. Hier lässt sich eine deut-

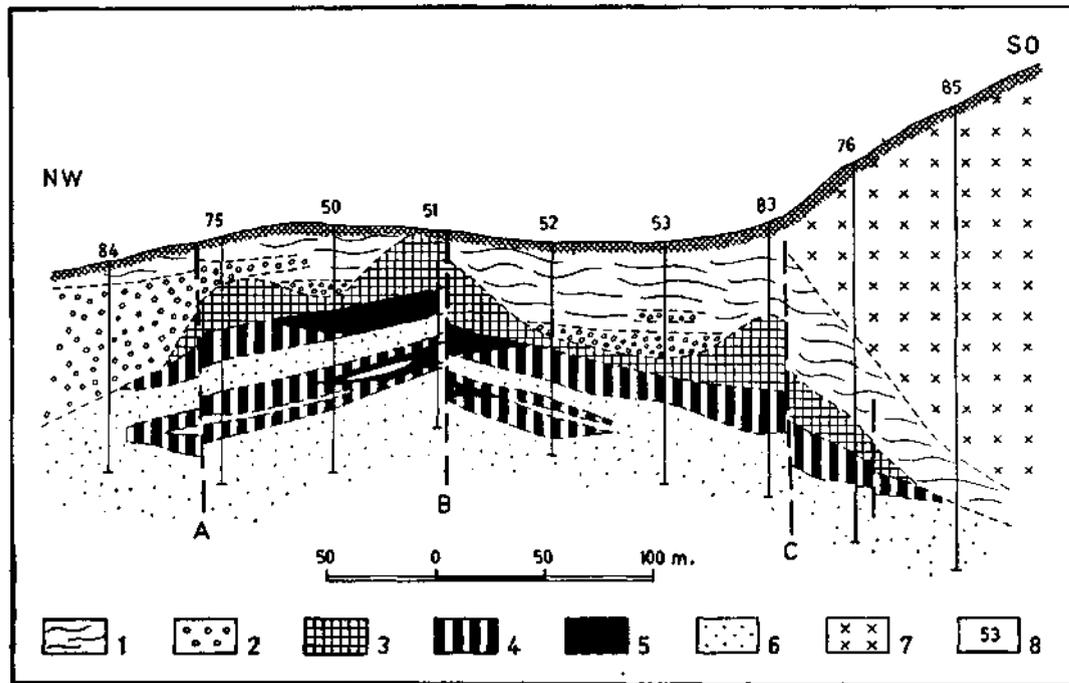


Abb. 3 - Querprofil durch die Lagerstätte Lahaos

1 - Spilitserie; 2 - Spilitserie mit Agglomeraten; 3 - Dazitische Tuffe und Mergel; 4 - Pyritzerz mit $> 30\%$ S; 5 - Pyritzerz mit $> 40\%$ S; 6 - Lagerstätten Dazit; 7 - Andesitisches Effusiv; 8 - Lah. 53 Bohrungen.

liehe Beeinflussung in den bekannten tektonischen Richtungen insbesondere der NO und der OW Richtung feststellen. Während sich im Querprofil eine deutliche Anschwellung in der Achsialzone, konform mit der hier verlaufenden NO - Störung, beobachten lässt, erfolgt eine Überlagerung durch einige den Erzkörper querenden Verdickungen, die in etwa ostwestlicher Richtung verlaufen. Aus dieser Vergitterung ergibt sich dann auch die onduлиerte Liegendgrenze. Weniger deutlich ist eine Beeinflussung der Mächtigkeit durch die dritte, 150° streichende Störungsrichtung. Im Mittel ergibt sich in der Regel eine Mächtigkeit von 10 m für den Haupterkörper, soweit es sich dabei um ein Pyritzerz im technologischen Sinne handelt.

Die Bohrungen wurden bis etwa 50 m unter die Gesteinsgrenzfläche dazitische Tuffe / Lagerstätten dazit fortgesetzt. Dabei ergab sich, dass in etwa 20 m

Tiefe unter dieser Gesteinsgrenze eine weitere, ebenfalls horizontbeständige Anreicherung von Pyrit innerhalb des Lagerstätten dazites existiert. Sie erreicht allerdings in ihrer räumlichen Ausdehnung nicht mehr die Ausmasse des Haupterkörpers. Dieser zweite, tiefere Erzkörper stellt eine etwa 100 m breite Zone dar, die sich ebenfalls längs der Störung B (Abb. 3) in nordöstlicher Richtung auf die gesamte streichende Länge des Haupterkörpers verfolgen lässt. Man kann sie fast zur Gänze mit der darüberliegenden achsialen Reicherzzone des Haupterkörpers zur Deckung bringen (Abb. 4). Die Mächtigkeiten sind schwankend, die Grenzen zu der pyritisierten Dazitbrekzie nach oben und unten unscharf wobei die Hangendgrenze flach und die Liegendgrenze wieder mehr onduлиert entwickelt ist. Das Erz besteht fast ausschliesslich aus Aufbereitungspyrit. Nach einem Zwischenmittel

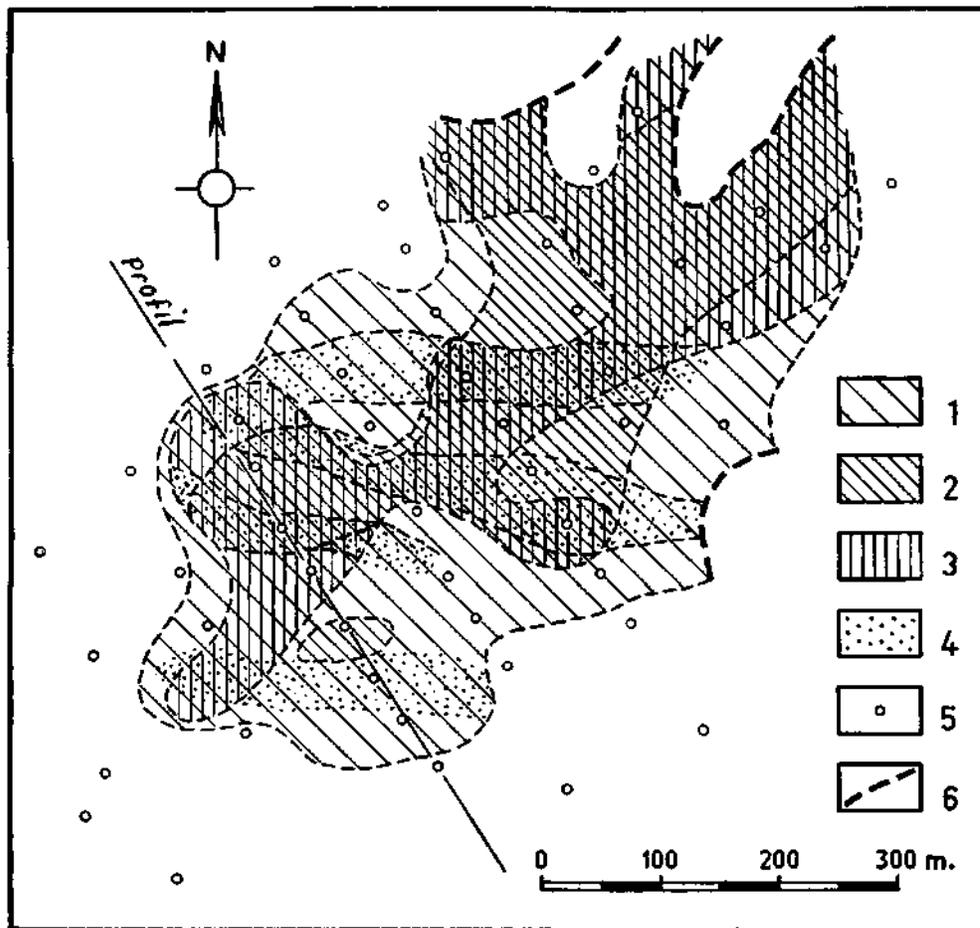


Abb. 4 - Die Entwicklung der Pyriterze in Lahanos

- 1 - Pyriterze des Haupterkörpers mit $> 30\%$ S; 2 - Pyriterze des Haupterkörpers mit $> 40\%$ S;
 3 - Pyriterze des zweiten liegenden Erzkörpers; 4 - Bunt metallreiche Zonen im Haupterkörper;
 5 - Bohransatzpunkte; 6 - Ausbiss des Haupterkörpers.

von etwa 10 m folgt noch ein dritter Horizont in dem allerdings nur andeutungsweise eine weitere Pyritanreicherung entwickelt ist.

Interessante Einzelheiten ergab die Untersuchung hinsichtlich der Verteilung der Buntmetallgehalte in der Lagerstätte. Von den Buntmetallsulfiden treten als primäre Erzminerale vor allem Kupferkies, Fahlerz, Enargit (untergeordnet), Zinkblende und wenig Bleiglanz auf. Der NO-streichende Haupterkörper dessen Pyrite in der Regel durchgehend einige Zehntel % Kupfer enthalten wird von einigen (Abb. 4)

50-100 m breiten etwa OW-streichenden Zonen gequert, in denen die Kupfer/Zinkgehalte besonders angereichert sind. Und zwar decken sich in allen Fällen die Kupferoptima mit den optimalen Zonen der Zinkführung. Auch können diese Buntmetallanreicherungen mit den oben erwähneteri ostwestverlaufenden Verdickungen des Pyriterzkörpers gut zur Deckung gebracht werden. Um diese optimalen Buntmetallerz-zonen breitet sich noch ein schwächerer Halo aus, der den Übergang zu den kupferarmen Pyriten in lateraler Richtung darstellt. Es ist bemerkenswert dass

diese Buntmetallanreicherungen nur innerhalb des Haupterkörpers entwickelt sind. Sie treten aus letzterem nicht in die schwächer pyritisierte Dazitbrekzie der Umrandung hinaus. Auch fehlen sie in dem tiefer gelegenen zweiten Erzhorizont. In der vertikalen Verteilung setzen die Buntmetallgehalte an oder in unmittelbarer Nähe der Hangendgrenze mit einem Optimum (Abb. 5) ein, das aber immer nach unten allmählich ausklingt. Auch hier gehen Kupfer und Zink immer parallel. Bleiglanz tritt in Lahanos nur ganz untergeordnet auf. Die Gehalte der Buntmetallführenden Teile des Haupterkörpers betragen rd. 3 % Cu und 2 % Zn.

Auch in Ísraíl, einer Lagerstätte die ebenfalls durch zahlreiche Bohrungen genauer untersucht wurde, konnte ein ganz ähnliches Verhalten der Kupferführung festgestellt werden. Hier verfolgte man eine steileinfallende Pyritisationszone innerhalb des Lagerstätten-dazitites auf etwa 2 km im Streichen und 300 m im Fallen. Diese mehr oder weniger stark vererzte Zone verdichtet sich stellenweise zu steileinfallenden Pyriterkörpern mit 30 - 40 % S. Wo derartige Pyriterkörper von 120° streichenden kupfererzführenden Spalten durchsetzt werden, können sich am Kreuz bis zu 10 m mächtige Kupfererkörper entwickeln. Ausserhalb der Pyriterkörper sind diese Gänge nur als cm mächtige, mit Kupferkies gefüllte Spalten durch Bohrungen angetroffen worden. Auch Kovenko (1943) berichtet von derartigen die Pyritkörper durchsetzenden Buntmetallerze führenden Spaltenzonen, die anlässlich der vor zwanzig Jahren durchgeführten bergmännischen Untersuchungsarbeiten in den Grubenbauen auf den Lagerstätten Karaerik und Karılar beobachtet werden konnten. Er beschreibt diese Spältchen als «filons» die mit einer Mächtigkeit von 0,2 - 0,5 cm mit Kupferkies

gefüllt den Pyrit durchsetzen. Daneben sind kleine Zinkblende- und Galenitkristalle sowie Quarz vorhanden. Auch von Karılar erwähnt er «les memes veinules de Cu Fe S₂ dans la pyrite massive, souvent cassurettes de covelline reooupant la pyrite». Die Untersuchungsarbeiten bewegten sich allerdings in beiden Fällen noch in den sekundär veränderten Zonen der Lagerstätte.

Übereinstimmend mit diesem Befund ist auch das mikroskopische Bild. Davon seien einige Beispiele im Folgenden angeführt. Von drei Erzanschliffen aus einer buntmetallreichen Zone des Haupterzlagers (Bohrung Lah. 83) gibt Wijkerslooth folgende Beschreibungen.

Die Bohrung Lah. 83 durchörtert das Haupterzlager in einer Mächtigkeit von etwa 27 m. Eine Probe aus einem Niveau von 8 m unter der Hangendgrenze (Gesteinsgrenze) zeigt :

«Pyriterk, reich an Kupferkies und Fahlerz».

«Pyrit ist die älteste Bildung. Er ist kataklastisch und meist von Kupferkies und Fahlerz verkittet. Zinkblende ist vielleicht in Spuren oder gar nicht vorhanden. Enargit wurde vereinzelt beobachtet ebenfalls Bleiglanz. Die Gangart ist wenig vertreten (Kieselmasse)».

Eine Probe aus einem Niveau von 9 m unter der Hangendgrenze zeigt :

«Pyritreiches Meliererk».

«Pyrit ist die älteste Bildung. Er ist kataklastisch, seine Sprünge sind von Kupferkies und Zinkblende verkittet. Zinkblende mit dunkelbraunen Innenreflexen ist reichlich vertreten. Bleiglanz ist sehr untergeordnet vertreten. Kupferkies dagegen reichlich auftretend. Fahlerz erscheint in Form kleiner Einschlüsse in Zinkblende (oft sind die Einschlüsse idiomorph). Baryt ist Gangart, ausserdem ist etwas Kalzit da.

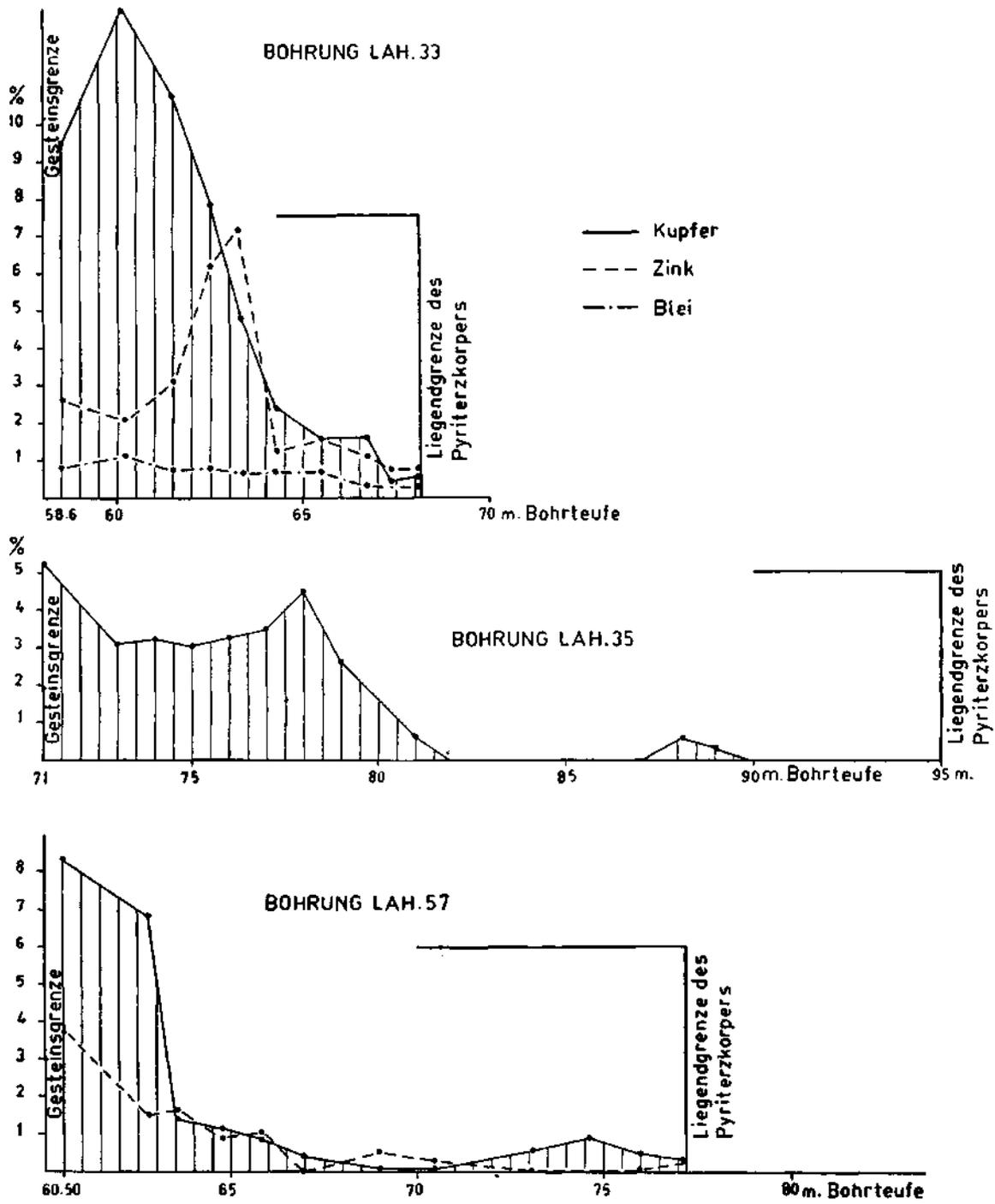


Abb. 5 - Die Buntmetallgehalte des Haupterkörpers

Die chemische Analyse aus dieser Erzpartie ergab folgende Werte :

Cu	3,95 %	4,45 %
Zn	9,31 %	25,07 %
Pb	1,43 %	1,34 %
S	19,49 %	32,08 %

Aus einem liegenderen Teil des Erzkörpers in einem Niveau von 18 m unter der Gesteinsgrenze stammt folgende Probe :

«Pyrit von Kupferkies in Adern durchquert».

Pyrit ist die älteste Bildung, Kupferkies tritt in Adern auf. Keine anderen Erzminerale wurden beobachtet. Gangart ist wenig vorhanden (Kieselmasse).

Die chemische Analyse ergab hier:

Cu	1,35 %
Zn	0,52 %
Pb
S	31,26 %

Ein Dünnschliff aus der pyritiserten Dazitbrekzie in Bohrung Lah. 20, nahe dem nördlichen Ausbiss zeigt nach Markus und Wijkerslooth folgenden Befund :

«Schwach vererztes und stark verquarztes brekziöses Effusiv (möglich Dazit)».

«Deutliche Quarzeinsprenglinge liegen in einer völlig verquarzten Grundmasse, aufgebaut aus feinkristallinem Quarz und Serizit. Man beobachtet eine schwache Brekzienstruktur. Wegen der starken Umwandlung ist der ursprüngliche Charakter des Effusivs verloren gegangen. Man möchte der Vermutung Ausdruck geben, dass ein Dazit brekziöser Struktur vorliegen könnte.

Die Erzminerale wurden unter dem Erzmikroskop studiert. Es wurden festgestellt : Pyrit und Tetraedrit. Pyrit ist feinkristallin und öfters idiomorph;

er umkrustet öfters die Brekzierteile. Tetraedrit ist wenig vorhanden».

Weitere Aufschlüsse über den Verlauf der 120° streichenden Strukturen, an "welche die Buntmetallvererzung gebunden ist ergaben die in der weiteren Umgebung von Lahanos durchgeführten biochemischen Untersuchungen. Diese Untersuchungen erstreckten sich über die jüngere Bedeckung des Lagerstättendazit von Lahanos bis in die Gegend von Killik (Abb. 1 und 2). Bei diesen biochemischen Versuchen wurden die Kupferakkumulationen in den Rhododendronpflanzen untersucht, die in einem dichten Busch das ganze Gebiet überziehen. Die Bemusterung wurde von Herrn Dipl. Geologen Schultze - Westrum und die Analysen von Herrn Dr. Mithat Oğuzer durchgeführt. Es ergaben sich dabei in einzelnen Bereichen Anreicherungen bis zu 300-400 ppm Cu.

Eine Auswertung der Ergebnisse dieser Methode ergab folgende Zusammenhänge der angetroffenen Kupferakkumulationen mit der Geologie des Untersuchungsgebietes:

1. der Zusammenhang zwischen Optima der Kupferführung in den Pflanzenaschen und dem System der Bruchlinien ist ganz eindeutig.

2. die Migration des Kupfers findet auf allen drei Arten von Störungslinien statt (50°, 120°, 150° Streichrichtung).

3. die Intensität der Kupferführung der Pflanzenaschen scheint mit der Intensität der Bruchtektonik, bzw. der Auflockerung der Gesteine zuzunehmen. Jedenfalls fallen die absoluten Maxima der Kupferführung immer mit den Kreuzen der Schwächelinien zusammen, wo die stärkste tektonische Auflockerung der Gesteine zu erwarten ist. Die Mächtigkeit der über dem Lagerstättendazit liegenden Bedeckung (dazitische Tuffe

und Spilitserie), die in dem Untersuchungsgebiet zwischen etwa 50 m und 150 m schwankt, ist dabei nicht von Bedeutung.

4. das Anomaliebild zeigt, dass sich die Linien geringerer Kupferkonzentration wie ein Halo um die Kerne der Anomalien legen. Diese Anomaliezentren befinden sich immer praktisch über den Ausbissen der Störungsflächen.

5. die Topographie hat kaum einen stärkeren Einfluss auf die Gestaltung der Form und die Lage der Anomalie (Geradlinige Erstreckung der Anomaliezüge ohne Rücksicht auf die Topographie).

Die Verteilung der Anomalien im Untersuchungsgebiet zeigt deutlich eine Unterbrechung zwischen Lahanos und dem südlich gelegenen Killikbereich. Wenn auch bei dem stets im Untergrund vorhandenen und reichlich mit Cu versetzten Lagerstättendazit die Verwendung dieser Methode für die Prospektion sehr problematisch erscheint, so lässt sich doch aus obigen Beobachtungen auf ein Intervall in der Kupfervererzung des Lagerstättendazites schließen. Diese Unterbrechung würde dem sterilen Zwischenbereich zwischen der Lahanosstruktur und der südlich davon gelegenen parallel streichenden Killikstruktur entsprechen. Der weitere Verlauf der Killikstruktur ist dann noch durch die im SO auf dieser Struktur gelegenen alten Kupferbergbaue gekennzeichnet (Abb. 1).

Ein weiteres Moment der Beeinflussung der Gestaltung und Ausdehnung des Erzkörpers ergab sich aus einer näheren Untersuchung der hangenden Gesteine der Lagerstätte. Wie schon mehrfach erwähnt kann man in der Überdeckung zwei stratigraphische Gesteinsglieder unterscheiden, die dazitischen, roten Tuffe und Mergel sowie

die darüberliegende Spilitserie. Um die Verhältnisse zur Zeit der Bildung dieser Gesteine zu rekonstruieren (Abb. 6), müssen zunächst einmal die Verwerfungen eliminiert werden. Diese tektonischen Störungen sind sicher schon alt angelegt und haben wahrscheinlich schon vor der Bildung dieser Gesteine, vielleicht auch während ihrer Entstehung, sicher aber nach der Sedimentation durch ein Weiterleben der Bewegungen eine Rolle gespielt. Sie lassen sich deshalb auch nur bedingt eliminieren. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, wie man bei dem Ausgleich dieser nachträglichen Verstellungen der einzelnen Schollen einen sicheren Bezugshorizont finden soll. Erst nach Durchführung dieser Reduktion ist man ja in der Lage entsprechende paläogeographische Karten zu entwerfen.

Schon bei der Kartierung ergaben sich im näheren und weiteren Bereich unserer Lagerstätte Anhaltspunkte dafür, dass die Oberfläche des Lagerstättendazites fast eben oder nur mit einem geringen Relief ausgebildet ist. Weitere Argumente für diese Annahme sind etwa folgende: in dem nördlichen Teil der Lagerstätte, in der Nähe der Ausbisszone wo nur Störungen mit geringer Wurfhöhe das Gebirge durchsetzen ist schon frühzeitig die fast ebene, niveaubeständige Lage der Gesteinsgrenze dazitische Tuffe/Lagerstättendazit/aufgefallen. Würde man nicht die Grenzfläche Lagerstättendazit/dazitische Tuffe sondern die darüberliegende Grenze zwischen den dazitischen Tuffen und der Spilitserie als verhältnismässig ebene Bezugsfläche annehmen, so ergäben sich grössere Schwierigkeiten bei der Reduktion der Bewegungen an den tektonischen Störflächen. Die Wannsen im Oberflächenrelief der dazwischen Tuffe korrespondieren gut mit den Agglomerat schüttungen welche diese z. T. ausfüllen oder auch über die Rücken transgredieren. Nimmt man also

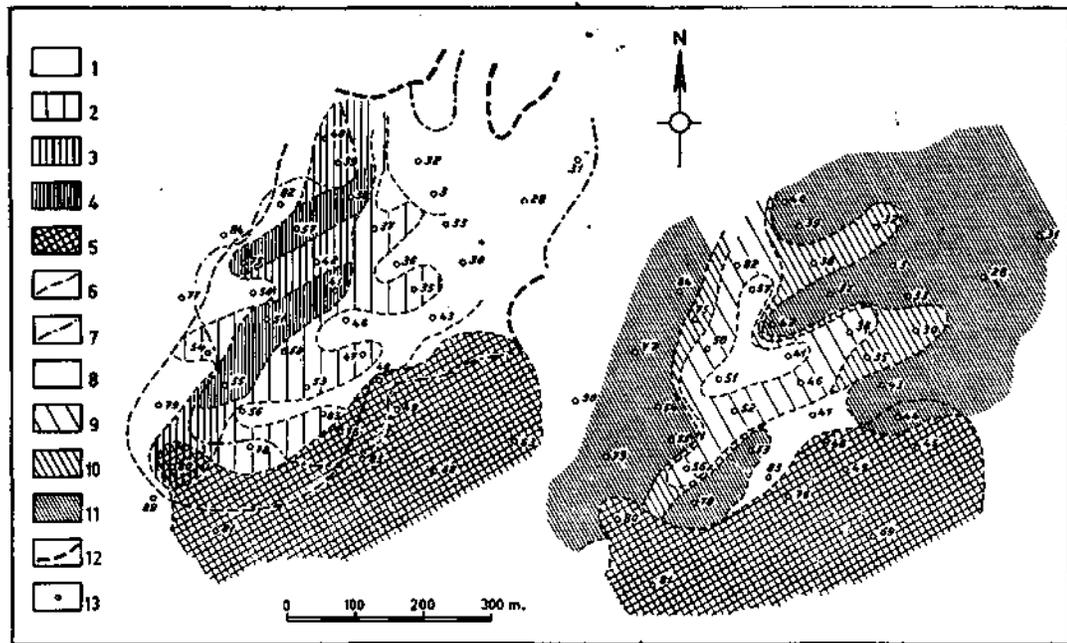


Abb. 6 - I. Entwicklung der dazitischen Tuffe. II. Entwicklung der tiefen Agglomerate und Breccien der Spilitserie

1 - Erhaltene Mächtigkeit der dazit. Tuffe > 1 m; 2 - Erhaltene Mächtigkeit der dazit. Tuffe > 5 m; 3 - Erhaltene Mächtigkeit der dazit. Tuffe > 10 m; 4 - Erhaltene Mächtigkeit der dazit. Tuffe > 20 m; 5 - Alteriertes andesitisches Effusiv; 6 - Verbreitungsgrenze der dazit. Tuffe; 7 - Begrenzung des Pyriterkörpers; 8 - Agglomerate fehlend; 9 - Mächtigkeit der Agglomerate > 1 m; 10 - Mächtigkeit der Agglomerate > 5 m; 11 - Mächtigkeit der Agglomerate > 10 m; 12 - Ausbiss des Pyriterkörpers; 13 - 52 Bohransatzpunkte.

die Grenzfläche Lagerstättendazit/dazitische Tuffe als fast ebene niveaubeständige Bezugsfläche an und zeichnet unter diesen Voraussetzungen die Profile und paläogeographischen Karten (Abb. 3 und 6) so ergibt sich folgendes Bild :

a. innerhalb des Verbreitungsbereiches der dazitischen Tuffe zeigen diese an ihrer Oberfläche bzw. Hangendgrenze ein altes in Wannens und Rücken gegliedertes Relief. Diese Gliederung lässt deutlich die alte Anlage der noch heute erkennbaren tektonischen Linien insbesondere der mit 50° streichenden vermuten. Die wannenartigen Vertiefungen und die dazwischenliegenden Rücken sind alle in dieser Streichrichtung angeordnet.

b. Ganz entsprechend diesen alten Oberflächeformen greift dann auch die

Schüttung der Agglomerate zungenförmig von NO her in den Wannens weit in das Bohrfeld herein. (Bohrung 3/37/42 oder 39/40).

c. Ausserhalb der jetzigen Verbreitungsgrenze der dazitischen Tuffe muss natürlich auch mit einem Übergreifen dieser Reliefbildung auf den darunterliegenden Lagerstättendazit gerechnet werden. Nachdem aber in seinen oberen Niveaus bzw. an seiner Hangendgrenze die Erzkörper der Lagerstätte liegen, sind sie von diesem Vorgang zuerst in Mitleidenschaft gezogen bzw. ganz oder teilweise abgetragen worden. In allen ausserhalb der Verbreitungsgrenze der dazitischen Tuffe liegenden Bohrungen bestehen deshalb kaum Aussichten, die Erzkörper der Lagerstätte aufzufinden. Zu der durch die Bedingungen der Genese kontrollierten primären Ausdehnung

der Erzkörper kommen jetzt noch sekundäre Einflüsse, die weitere Komplikationen verursachen. So wurde tatsächlich in einer Anzahl von Bohrungen ausserhalb der Verbreitungsgrenze der dazitischen Tuffe der Haupterzkörper nur mit einer reduzierten Mächtigkeit ange-troffen, wobei immer nur die tieferen, kupferarmen oder-freien Teile erhalten waren. In anderen Fällen fehlte in diesen Bohrungen der Erzkörper mit Erzen im technologischen Sinne vollständig. Es kommen dabei allerdings auch Überlagerungen mit primären Vertaubungen vor.

Der stratigraphische Hiatus zwischen den Gesteinsgliedern dazit. Tuffe / Spilitserie erscheint durch das nachgewiesene Oberflächenrelief und die beobachtete Diskordanz hinreichend bewiesen. Gleiche Beobachtungen bezüglich der diskordanten Auflagerung der Spilitserie konnten auch von Schultze - Westrum bei der Kartierung im Bereiche Giresun gemacht werden. Durch Befunde in den Bohrungen von Lahanos und den Untersuchungsbohrungen in der Killik-region (Abb. 1/2) lässt sich das relative Alter der beiden Gesteinsglieder in Bezug auf die Mineralisierung mit Buntmetallerzen noch genauer definieren. Nachdem in Gesteinen die zu den dazitischen Tuffen gehören in zwei Bohrungen mit Kupferkies gefüllte Klüfte und Spältchen gefunden wurden, muss die Bildung dieser Gesteine vor der Buntmetallmineralisierung liegen. Dagegen fanden sich in Brekzien der darüberliegenden Spilitserie, neben Lagerstätten-dazit und silifizierten dazitischen Tuffen, auch aus dem Lagerstättendazit stammende Komplexerze mit Buntmetallen bereits als Komponenten. Diese Gesteine sind also zweifellos jünger oder auf alle Fälle zum Teil jünger als die Buntmetallmineralisierung. Die Periode der Buntmetallmineralisierung kann demnach auf die Zeit zwischen die Bildung

der dazitischen Tuffe und der Entstehung der Spilitserie eingeeengt werden.

Aus dem oben geschilderten Beobachtungsmaterial ergeben sich folgende Überlegungen bezüglich, der Genese der Lagerstätte. Wie aus Abb. 3 und 4 ersichtlich, ist die ältere Mineralisation mit Pyrit innerhalb des Lagerstättendazites zweifellos an NO streichende Störungslinien gebunden. Wie oben gezeigt wurde, konnten derartige NO streichende Pyritisierungszonen auch anderwärts beobachtet werden. So in Israil und wie Kovenko (1943) berichtet auch in Kara Erik. Hier sind säulenförmige Erzkörper auf einer NO streichenden Linie angeordnet. Dagegen wird in der regionalen Verteilung der Buntmetalle eine Richtung bevorzugt, die etwa 100° -120° verläuft und die Streichrichtung der älteren Pyritvererzung quert. Sie entspricht damit auch einer weit verbreiteten tektonischen Richtung. Auch diese jüngere Buntmetallvererzung ist mit einer neuerlichen Pyritzufuhr verbunden. Ähnlich wie in Israil ist es auch hier in Lahanos zu einer Anreicherung der Buntmetallerze durch Verdrängung des älteren Pyrites im Kreuz der beiden gangartigen Mineralisierungszonen gekommen. Dabei erfolgte besonders an der Gesteinsgrenze dazit. Tuffe/Lagerstätten dazit wahrscheinlich durch Stauwirkung eine Verdichtung der Pyritvererzung, als auch eine apophysenartige Ausbreitung der Buntmetallerze von den Zufuhrspalten aus innerhalb des Pyritkörpers. Derartige Zufuhrspalten konnten zwar in den Bohrungen noch nicht festgestellt werden, doch sind solche wenig mächtige steildurchsetzende Zonen mit Kupfer/Zinkerzen anlässlich der Bemusterungen in Untersuchungsstrecken (Galerie 3 in Lahanos) bekannt geworden.

Maucher (1960) kommt allerdings bezüglich der genetischen Stellung der Erze von seinem Typ «Grenzerzlager»,

zu dem seiner geologischen Stellung nach auch Lahanos gehört, zu einer etwas abweichenden Auffassung. Er nimmt für diese Erze einen exhalativ-sedimentären Ursprung an und präzisiert seine Ansicht dahingehend: «Innerhalb der Grenzerzlager entspricht die Pyrit - Kupfer - Zink- und Barytverteilung der Form der Absatzräume in Abhängigkeit von Becken - (Graben) - tiefe und Randschwellennähe. Das Zink greift auch auf die Ränder über, an denen der höhere Sauerstoffgehalt, vor allem die Barytfällung begünstigt» (Maucher, M. T. A. Bericht, (1960).

Von diesem Lagerstättentyp ist bis jetzt Lahanos die einzige Lagerstätte, die genauer untersucht worden ist und von der ein hinreichendes Zahlenmaterial über die Metallführung und Metallverteilung vorliegt. Die Ergebnisse zeigen aber ganz eindeutig, dass hier die Kupfer-Zinkführung miteinander parallel geht. Es konnte auch gezeigt werden, dass eine optimale Buntmetallvererzung immer an die Hangendgrenze bzw. Gesteinsgrenze Tuff/Lagerstätten dazit und an gerichtete Strukturen gebunden ist. Sein wichtigstes Argument das gegen unsere Ansicht vorgebracht wird trifft jedoch nicht zu. Man kann durchaus nicht immer von einem Fehlen jeder Beeinflussung der hangenden dazitischen Tuffe durch die Erzlösungen sprechen. In einigen seltenen Fällen sind in diesen, meist, sterilen Tuffen Mineralisationen mit Kupfererzen bekannt geworden. So lassen sich die oben erwähnten Befunde an Bohrkernen bezgl. der Mineralisation in den hangenden Tuffen schwer mit der Auffassung von Maucher in Einklang bringen. Auch Kahrer (M. T. A. Bericht, 1961) berichtet aus dem Murguigebiet von analogen, sehr seltenen Buntmetallmineralisationen in diesem sonst sterilen Gesteinsglied. Die Diagenese war also zum Zeitpunkt

der Buntmetallmineralisation schon so weit fortgeschritten, dass sich kleine Risse und Spältchen im Gestein bilden konnten, die dann mit Kupfererz gefüllt wurden. Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, dass diese Gesteine älter sind als die Buntmetallmineralisation und bei der Bildung der Lagerstätte wohl als Stauhorizont wirken konnten. Diese Gesteine müssten aber nach der Konzeption Maucher gleichaltrig oder jünger sein als die Buntmetallmineralisation. Dass die Erze vom «Grenzlagertyp» lagerförmig zwischen die hangenden Tuffe und den liegenden Lagerstätten dazit gebunden sind und dass die obere Grenze scharf und fast horizontal («schichtparallel») verläuft, ergibt sich auch aus unserer Definition der Vererzung von Lahanos.

Maucher versucht seine Ansicht vor allem auch durch einige erzmikroskopische Bilder zu begründen. Dazu kann bemerkt werden. Es wurden lediglich einige Erzstücke aus Haldenfunden eines kleinen Schurfes (Keltaş) und von zwei alten Gruben (Kızılkaya und Kepgelik) herangezogen. Abgesehen davon, dass für die wiedergegebenen Bilder auch eine andere Deutung im Bereich der Möglichkeit liegt (Abbildung älterer sedimentärer Texturen durch das Erz), erscheinen die in der Arbeit ausgesprochenen weitgehenden Verallgemeinerungen für den «ostpontischen Lagerstättenbereich» auf grund der Mikrobilder von wenigen Haldenstücken doch etwas zu weitgehend.

Wir halten deshalb die Lagerstätte Lahanos nicht für ein echtes «Erzlager» bei dem sedimentäre Vorgänge eine Rolle spielen, sondern für eine Vererzung eines Kreuzes von Kupfererzgängen mit einer gangförmigen Pyritanreicherung, die gelegentlich noch apophysenartige Verbreiterungen an der oben erwähnten Gesteinsgrenze aufweist. Die

hängenden dazitischen Tuffe dürften die Abhängigkeit der Bildung einer Lagerstätte von der geologischen Entwicklung ihrer Umgebung dabei als Stauhorizont gewirkt haben, Lahanos bildet ein gutes Beispiel für

Manuscript received February 24, 1961

L I T E R A T U R N A C H W E I S

- KOVENKO, V. (1943) : Region des mines de pyrite cuivreuse de Karaerik, d'Ağalık, d'İsrail et d'autres mines des environs d'Esbiye et de Görele (Vilâyet de Giresun). *M. T. A. Mecm.* No. 1/29, Ankara.
- MAUCHER, A. (1960) : Die Kieserze von Keltaş, ein Beispiel submariner Gleitfalten in exhalativ-sedimentären Erzlagerstätten. *Neues Jahrb. f. Min. Abh.* Bd. 94.
- : Reisebericht über die im Jahre 1960 durchgeführten Reisen nach Tirebolu und- Murgul (unveröff.).
- SCHULTZE - WESTRUM, H. H. (1960) : Kartierungsbericht über die Arbeiten in den Vilâyets Giresun-Trabzon (unveröff.).
- WIJKERSLOOTH, P. de (1946) : Einiges über die Erzprovinz des östlichen Schwarzmeer-ustengebietes *M. T. A. Mecm.* No. 1/35, Ankara.
- & MARKUS, K. (1958/59) : *M. T. A.* Bericht (unveröff.).