

DIE ENTSTEHUNG DER KLEINASIATISCHEN ERZPROVINZEN*

Ismail SEYHAN

Mineral Research and Exploration Institute of Turkey

ZUSAMMENFASSUNG. Im folgenden Aufsatz wurden die Gründe der Entstehung der Erzlagerstätten in bestimmten geologischen Zeiten und in bestimmten Regionen erörtert. Die Entstehung der türkischen Erzprovinzen wurde auf das Auftreten der vulkanischen und magmatischen Gesteine in bestimmten, «ausgesuchten» Gebieten zurückgeführt. Die Verhinderung der Eruptionen der basaltischen Magmen durch die gut abdichtenden Dachgesteine sowie das Intrudieren der platingen-granitischen Magmen wurden als die weiteren Gründe der Provinzbildung betrachtet.

EINLEITUNG

Die Anhäufung der grossvorrätigen Lagerstätten einer bestimmten Erzart in einer bestimmten Region oder das zahlreiche Auftreten verschiedener Erzlagerstätten in einer und derselben Region führten zur Bildung der Gedanken über die Erzprovinzen. An der Jahrhundertwende verwendeten L. de Launay die Definition der «metallogenetischen Provinzen» im Hinblick auf die Raumgebundenheit, W. Lindgreen im Hinblick auf Erzepochen, später E. Spurr im Hinblick auf die genetische Verwandtschaft der Provinzerze. W. Petrascheck untersuchte die Zusammenhänge zwischen den Erzprovinzen und sog. «geochemischen Provinzen» und gab eine Systematik zur Klärung der terminologischen Missverständnisse. V.I. Smirnov zeigte durch die eingehenden metallogenetischen Analysen die provinzielle Gruppierung der russischen Erzlagerstätten.

In der Türkei leiteten u.a. P. Arni, G. van der Kaaden N. Egeran und A. Gümüş die metallogenetischen Untersuchungen ein und stellten eine Systematik der türkischen Erzlagerstätten und Provinzen nach der tektonischen Grosseinheiten fest. Nach diesen Arbeiten wurde die Türkei zu 4 Erzgebieten, 10 Untererz-Gebieten und 23 Erzprovinzen eingeteilt (2).

Die Erklärung der Raumgebundenheit der türkischen Erzlagerstätten durch die tektonischen Grosseinheiten hatte keinen zwingenden, geologischen Grund. Infolge der grundwichtigen Fehler in der Systematik wurde jeder Teil Anatoliens zu einem «Erzgebiet» oder «Untererzgebiet» gezählt und jedes Gebiet mit nur einigen Erzvorkommen zu einer Erzprovinz erklärt, anstatt solche Erzprovinzen jeweils mit einer eigentümlichen, metallogenetischen Entwicklung zu definieren. Demzufolge wurden die wichtigen Unterschiede zwischen einer Erzlagerstätte und einer Erzprovinz aufgehoben. Und das führte schliesslich zur falschen Auswahl der Erkundungsmethoden bei den grossen, regionalen Projekten, die zur Feststellung aller Vorräte, in Form einer Bestandaufnahme, ausgearbeitet und durchgeführt wurden.

ALLGEMEINGEOLOGISCHE BETRACHTUNG DER ERZPROVINZEN

Die erste Grundlage der Provinz-Bildung wurde durch die Anhäufung der siderophilen, chalkophilen und lithophilen Elemente (Goldschmidt) in bestimmten Erdkrusten-Zonen geschaffen.

V.I. Smirnov hat die Elemente des Simas als «bazaltophil», die Elemente Sials als «granitophil» bezeichnet. Es ist demnach zu erwarten, dass die Metallogenie der Gebiete mit ausgedehnten Palingen-Magmatismus von der Metallogenie der Gebiete mit juvenil-basaltischem Vulkanismus verschieden ist. Trotzdem zeigen die chemischen Analyse der ozeanischen Basalte, dass diese die basaltophilen Metalle nicht einmal spurenweise enthalten (4). Demnach ist der Ursprung der basaltophilen Metalle im Sial zu suchen. Die Hypothese, dass sich die granitophilen Metalle von Erst-Erstarrung an im Sial befinden und die basaltophilen Metalle nachträglich ins Sial getragen worden sind, bleibt unbewiesen.

Die eingehenden meeresgeologischen Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass es mit Ausnahme der echten Seifenlagerstätten keine sedimentäre Erzbildung vorhanden ist und die Unterscheidung der hydrothermalen und der sedimentären Bildungen bei lateralen Erzlagern kaum möglich ist (3). Die Entstehung der Erze aus hydrothermalen Lösungen rückt mehr und mehr ins Feld der Beobachtungen, so dass die Untersuchungen an diesen aktuellen Erzbildungen den Zusammenhang zwischen der Erzprovinz-Bildung und dem unterschiedlichem Ursprung des Magmatismus dieser Provinzen klären werden.

Die Erzbildung im Folge der magmatischen Differentiation ist selten und kommt meist beim juvenil Magmatismus vor. In Gebieten, wo die palingenen Granite als metamorphe Grauwacken und Sandsteinen aufzufassen sind, ist die Erzbildung sehr selten, nur wenn die Abschmelzung vollständig und Wassergehalt ausreichend ist, ist mit einer Erzbildung zu rechnen. Demnach können wir folgenden Grundsatz feststellen: Die Bildung der Erzprovinzen hängt mit der Verhinderung der Eruptionen des juvenil-basaltischen Magmas und mit dem Intrusiv-Werden der palingenen Granite eng zusammen.

Eine weitere Grundlage der Erzprovinz-Bildung ist die unterschiedliche Regionaltektonik (germanotyp-alpinotyp) der Provinzen. Die charakteristischen Eigenschaften der germanotypen Gebieten sind nicht im einzelnen festgelegt, aber das eigentümliche Magma dieser Gebiete kann als ein Kriterium genommen werden. In solchen Gebieten können Erzbildungen, gebunden an ultrabasischen initialen Geosynklinal-Magma und an palingenem Magma, nicht erwartet werden (1). Eine mächtige Sedimentation und Tiefversenkung der Schichten kommen nicht in Frage. Deswegen kann es nicht zur Bildung der palingen-magmatischen Erze wie Mo-W-Sn und zur Regeneration der älteren Erzlagern kommen. Als Grundsatz können wir feststellen, dass in germanotypen Gebieten vorherrschend die Erzlager des juvenil-basaltischen Magmatismus, in alpinotypen Gebieten dagegen vorherrschend die Erzlager der palingenen und initialen Magmen zu erwarten sind.

Das Vorkommen der Erze in bestimmten und ausgesuchten Gebieten (Erzprovinzen) kann auch eine Folge der Orogenese sein. A. Helke formulierte diesen Grundsatz mit den Worten: «Jedem Orogen gehört ein Chalkogen.» Die wichtigste Erscheinung im Zusammenhang zwischen Provinz-Bildung und Orogenese ist die Änderung des Magmencharakters und der Erzfazies bei Verlagerung der Gebirgsbildung. Das zeigt, dass die Zusammenhänge zwischen der Bildung von Erzprovinzen und der Orogenese vielmehr oberflächlich sind und auf Umwegen entstehen, während die eigentlichen Gründe an mehr tiefgreifenden Vorgängen und älterem geologischen Werdegang des betreffenden Gebietes zu suchen sind.

Kristallchemische Besonderheiten und die Geochemie der Provinzen können die Anhäufung der Erzlagerstätten in bestimmten und ausgesuchten Gebieten mit sich bringen. Denn, ein bestimmter, vorherrschender Metallinhalt einer Gesteinsprovinz kann z. B. auf die gegenseitige Vertretung der Elemente gleicher Ionengröße beruhen. Die Untersuchung der Spurenelemente, sowie die Isotopenanalyse können auf die Gründe der Provinz-Bildung Hinweise geben. Somit stellt sich die Bildung der Erzprovinzen als ein Thema dar, das sowohl im Bereich eines Kristalles, als auch im Umfange des ganzen Erdballs zu betrachten ist.

DIE TÜRKISCHEN ERZPROVINZEN

Die Türkei war früher als ein Land bekannt, wo saemtliche Typen von Erzlagerstaetten vorkommen, diese aber unregelmässig verteilt sind und nur bescheidene Vorräte haben. Heute kann man dagegen beweisen, dass es auch grossen und sehr grossen Erzlagerstaetten gibt, die vorwiegend in bestimmten Erzprovinzen auftreten. Die Erscheinung der Provinzbildung der kleinasitischen Erzlagerstaetten können nicht auf die tektonischen Grosseinheiten wie Pontiden, Anatoliden und Tauriden zurückgeführt werden. Denn es existieren keine eindeutigen, geologischen tektonischen Grenzen zwischen diesen Einheiten. Das geologische und tektonische Alter der kristallinen Massiven, die in alien diesem Grosseinheiten vorkommen und weite Gebiete einnehmen, ist bis heute nicht klargestellt worden.

Die erste Grundlage der Erscheinung, dass die meisten kleinasiatischen Erzlagerstaetten in nur bestimmten Erzprovinzen vorkommen, geht darauf zurück, dass auch die vulkanischen und magmatischen Gesteine bestimmte Provinzen bilden (s. Abb. 3). Die sauren, magmatischen Gesteine nehmen eine Fläche von ca. 18 500 km² ein. Sie lassen die folgenden drei Granitprovinzen entstehen:

1. Süd-Marmara Region (6 500 km²);
2. Östliche Schwarzmeer Region (7 500 km²);
3. Zentralanatolische Kırşehir-Massive (3 500 km²).

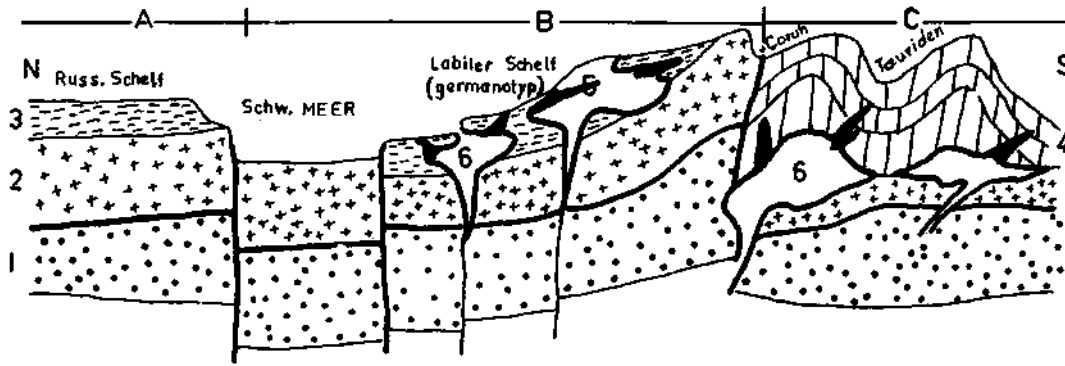
Es ist eine Tatsache, dass die postmiozaenen, basaltischen Magmen von den vormiozaenen, pre-basaltischen (andesitischen) Magmen regional getrennt sind. Die sauren und neutralen Andesite und anderen Vulkanite (Ryolite, Trakite) kommen vorwiegend in Westanatolien und nehmen ein Gebiet von ca. 40 000 km² ein, während die basaltischen Vulkanite vorwiegend in Ostanatolien (60 000 km²) auftreten. Nur die pre-basaltischen Andesite, Ryolite und Trakite des Westanatoliens spielen bei der Bildung der Erzprovinzen eine wichtige Rolle. Sie bilden 3 Gesteinsprovinzen (Andesitprovinzen) (s. Abb. 3).

1. Sud-Marmara Region (11 000 km²);
2. Östliche Schwarzmeer-Region (16 000 km²);
3. Zentralanatolien (8 000 km²).

Es ist zu sehen, dass die sauren und neutralen Magmatite und Vulkanite vorherrschend im Südmarmara und in der östlichen Schwarzmeer-Region auftreten. Diese Granit und Andesitprovinzen gewannen im Zuge der genannten magmatischen und vulkanischen Vorgängen immer mehr den Charakter einer Erzprovinz, wo Pb-, Zn-, Cu-, Fe-, Mo-, W-, Schwefel-, Alünit- und Kaolinlagerstaetten entstanden sind (s. Abb. 1).

Die Anwesenheit der Andesite beweist, dass die Eruption des juvenil-basaltischen Magmen verhindert und während der Zwischendifferentiationen metallhaltiges Sialmaterial assimiliert worden ist. In Fällen vollständiger Verhinderung der juvenil-basaltischen Eruptionen führte es zur Bildung der Granodiorite (Eozän), die nachträglich in die älteren Andesite (Oberkreide)—gleichen Ursprungs—intrudierten. Dieser Vorgang hat erheblich zur Bildung der subvulkanischen Pb-Zn-Cu-Erzlagerstaetten beigetragen (s. Abb. 1).

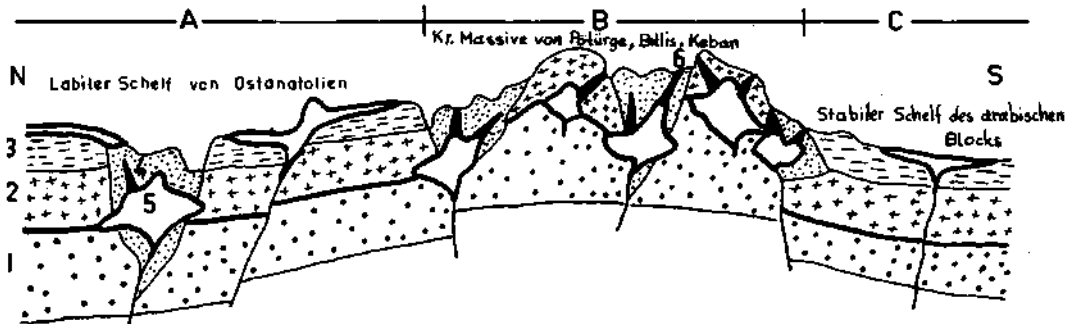
In beiden Erzprovinzen kam noch dazu das Intrusivwerden der palingenen Granite, was durch deren vulkanischen Äquivalente wie Ryolite und Liparite eindeutig festgestellt werden kann. Dieses Intrusivwerden der palingenen Granite erleichterte die Konzentration der Metalle während der Differentiation der Intrusiv-Körper. Das wird bewiesen durch die tiefgreifenden Unterschiede in der Metallogenie der Anateksis-Granite und Intrusiv-Granite der Südmarmara-Region.



1 - Die Zone der Migmatitbildung; 2 - Die Zone der palingenen Intrusionen; 3 - Schelf-sedimente; 4 - Die Zone der Deckenbewegung; 5 - Erzkörper; 6 - Intrusionen.
 A - Tektonismus, Vulkanismus, Magmatismus und Erzbildung unwichtig;
 B - Erzbildung gebunden an die Verhinderung der basaltischen Eruptionen;
 C - Erzbildung gebunden an das Intrusiv-Werden der palingenen Granite.
Abb. 1 - Zusammenhaenge zwischen Erzbildung und Eruptionsmechanik.

Die Zentralanatolischen Andesite sind basischer als die der Südarmara- und Schwarzmeer-Regionen und enthalten keine Granodiorite aus dem gleichen Ursprungs-Magma. Deswegen ist in diesem Gebiet keine Erzbildung zu beobachten. Die nur spärliche Metallerzbildung in den metamorphen Massiven von Menderes, Istranca, Ilgaz, Tokat und Anamur geht darauf zurück, dass in diesen Gebieten kaum Intrusiva und Extrusiva des juvenilbasaltischen Magmas gibt und das Intrusivwerden der palingenen Granite kaum vorkommt. Eine Zwischenstellung zwischen den Erzprovinzen und sterilen Gebieten nehmen die Massive von Kırşehir, Pötürge, Bitlis und Keban ein (s. Abb. 2).

Neben dem unterschiedlichen Ursprung der vulkanischen und magmatischen Gesteine sowie neben ihrer Eruptionseigenschaften spielt auch die germanotypen oder alpinotypen Baueigenschaften der verschiedenen Gebiete eine wichtige Rolle bei der Bildung der kleinasiatischen Erzprovinzen. Es ist nicht bis jetzt klargestellt worden, in welchen Teilen Anatoliens und zu welchen Zeiten germanotype Tektonik geherrscht hat. Da die germanotype Gebiete eigentümliche Magmen und eine sich eigene Metallogenie besitzen, ist die Klärung dieser Frage von grosser Wichtigkeit. Es ist wahrscheinlich, dass die ganze anatolische Halbinsel—ausserhalb der Taurus Geosynklinale—auf die alpidischen Faltung—im grossen ganzen—mit germanotyper Tektonik reagiert hat. Auf diese Tatsache beruht, dass der Beginn des anatolischen Andesitvulkanismus bis ins Trias und Jura hinabreicht.



1 - Die Zone der Migmatitbildung; 2 - Die Zone der palingenen Intrusionen; 3 - Schelf-sedimente; 4 - Einbruchsbecken; 5 - Intrusionen; 6 - Erzkörper.
 A - Undifferenziertes, basaltisches Magma - Erzbildung unwichtig;
 B - Erzbildung gebunden an das Intrusiv-Werden der Palingen-Granite und an die Verhinderung der basaltischen Eruptionen;
 C - Tektonismus, Magmatismus, Vulkanismus und Erzbildung unwichtig.
Abb. 2 - Zusammenhaenge zwischen Erzbildung und Eruptionsmechanik.

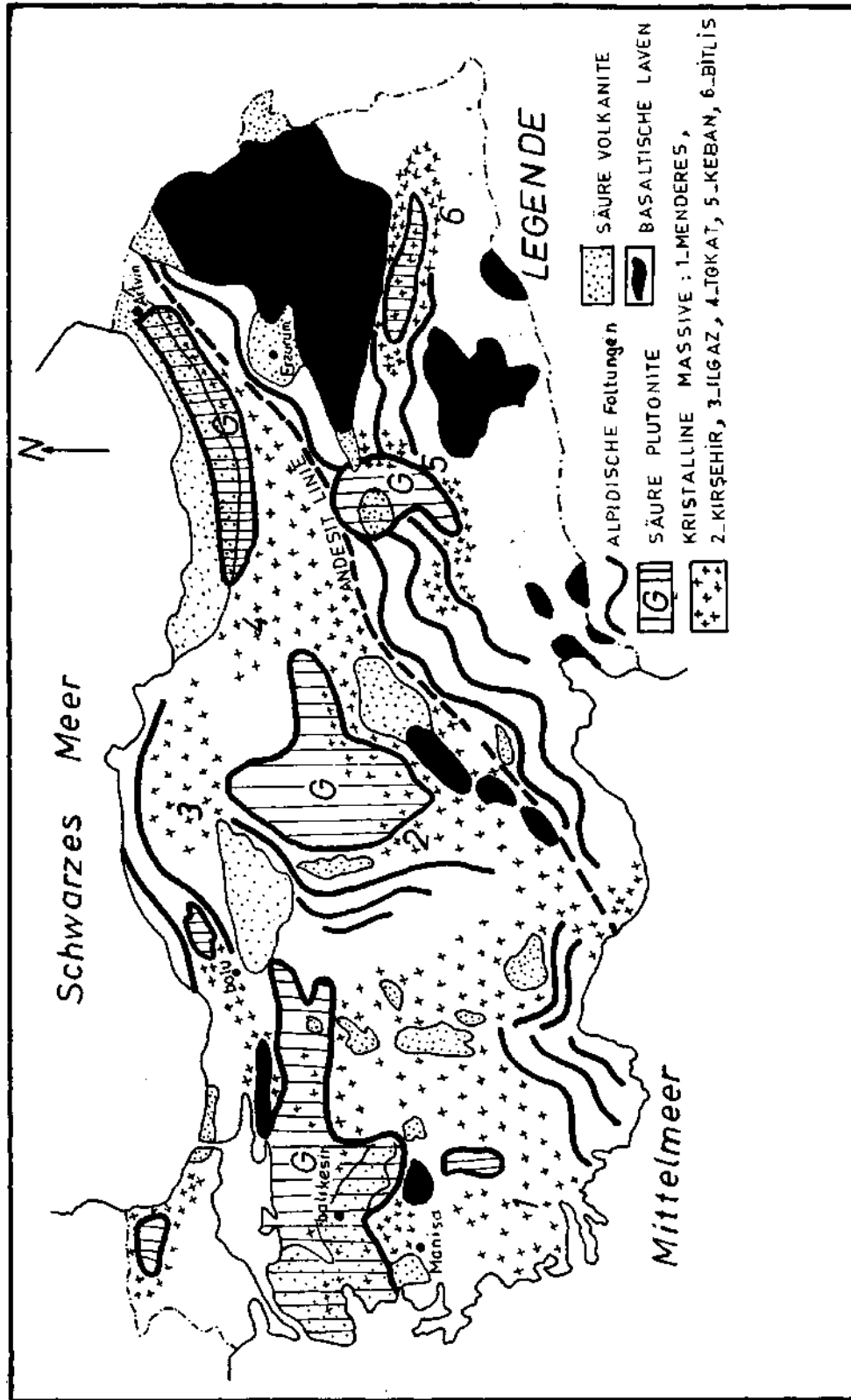


Abb. 3 - Kartenskizze zur Entstehung der türkischen Erzprovinzen.

Aus manchen geotektonischen Gründen traegt das juvenil-basaltische Magma die Eigenschaft fast immer extrusif zu werden. Die gut abdichtenden Tone, Phyllite, junge Sedimente und in Anatolien besonders die Serpentine verhindern haeufig die Extrusion des Basaltmagmas. In solchen Faellen wird das Magma andesitisiert und kann erst dann extrudieren. Haeufig kommt es in diesen Gebieten zu einer Differentiation und zur Bildung der sauren Intrusiva aus dem juvenil-basaltischen Magma. Dabei stellen sich haeufig die Bedingungen zur Konzentration und Abscheidung der Erze her (s. Abb. 2).

Es ist andererseits bekannt, dass das palingen Magma nur selten eruptiv ist. Wenn es in Ausnahmefaelen intrusionsfaehig wird aber seine Eruption wegen der obengenannten, gut abdichtenden Dachgesteine nicht zur Geltung kommt, dann bilden sich—infolge des Reichtums an flüchtigen Bestandteilen—reiche Erzlagerstaetten.

Diese Vorgaenge spielten sich in und zwischen den metamorphen Massiven ab, die sich waehrend der alpidischen Faltung voneinander getrennt haben. Besonders in Fe-Erzprovinz der Malatya-Sivas Region und in der Magnesitprovinz an der inneranatolischen Schwelle brachten die Verhinderung der basaltischen Eruptionen und das Intrusivwerden der palingenen Granite reiche Erz-bildung mit sich. Die Fe-, Zn-, Ag-, Pb- und Ni- Erzlagerstaetten der Eisenprovinz und die Asbest-, Meerschaum-, Talk-, Kaolin-, Magnesit- und Boraxlagerstaetten der inneranatolischen Schwelle bildeten sich im Zuge dieser magmatischen Vorgaenge unter einer tiefreichenden, genetischen Verwandtschaft.

Die Tendenz zur Bildung der Erzprovinzen unter genetischen Verwandtschaft wurde bei der Suche nach Erzlagerstaetten bis jetzt nur wenig beachtet. Es ist bedeutsam, dass die kostspieligen Untersuchungen nach Fe-Erzen hauptsaechlich in der altbekannten Fe-Erzrevier von Divriği (Sivas) und die Suche nach Cu-Erzlagerstaetten in der altbekannten östlichen Schwarzmeer-Region erfolgreich gelaufen sind. Es ist demnach zu erwarten, dass zur Zeit mit alien Mitteln betriebenen Explorationen nach Phosphatlagerstaetten in Mardin Region und die Suche nach Schwefellagerstaetten in altbekannten Schwefelrevier von Keçiöborlu Erfolg zeitigen werden.

Zum Schluss kann man sagen, dass die Entstehung einer Erzprovinz von der Bildung einer Erzlagerstaette grundverschieden ist. Man kann z. B. die Bildung einer Magnesitlagerstaette auf die Wirkung der kohlen-saeurehaltigen Waesser auf die Serpentine zurücführen. Damit kann aber das Vorkommen der 80 % der türkischen Magnesitlagerstaetten innerhalb des Dreiecks Eskişehir-Bilecik-Kiitahya nicht erklart werden. Ebenfalls kann man die Bildung einer Kaolinlagerstaette auf die Verwitterung der feldspatreichen Gesteine zurücführen. Damit kann man aber das Vorkommen fast aller türkischen Kaolinlagerstaetten in der Südmarmara-Region nicht erklaren. Denn überall in der Türkei fallen die feldspatreichen Gesteine der Verwitterung anheim, die Bildung der Kaolinlagerstaetten ausserhalb der Kaolinprovinz ist aber selten. Die Untersuchungen der Erzprovinzen sollen deshalb grundsaeztlich anders gestaltet werden als die Methoden bei der Untersuchung der Einzelnen Erzlagerstaetten.

Manuscript received December 30, 1971

LITERATUR

- 1 — BORCHERT, H. (1967) : Genetische Unterschiede zwischen varistischen und saxonischen Lagerstaetten Westdeutschlands. *Freib. F.H.*, 209, Leipzig.
- 2 — GÜMÜŞ, A. (1970) : Türkiye Metalojenisi. *M.T.A. Yayınl.* Ankara.
- 3 — HETZER, H. (1971): Die mineralischen Ressourcen des Meeres *Z.f. angew Geol*, Band 17, H. 1/2 Berlin, 1971.
- 4 — PETRASCHECK, W.E. (1968) : Die Entstehung der Erzlagerstaetten. Frankfurt.
- 5 — SMIRNOV, V.I. (1955) : Magmatismus, Metallogenie und regionale Zonalitaet von Erzlagerstaetten in Geosynklinalen. *Freib. F.H.*, 186. Leipzig.