

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse

vom 21. März 1968

Sonderabdruck aus dem Anzeiger der math.-naturw. Klasse der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1968, Nr. 5

(Seite 101 bis 105)

Das korr. Mitglied Walther E. Petrascheck übersendet
eine kurze Mitteilung, und zwar:

„Zur Frage des Ursprungs der Erze.“

Der Problemkreis: Erdkruste—Erdmantel berührt nicht nur
die Frage nach dem Ursprung der Magmen sondern auch die
nach dem Ursprung der Erze.

Es bestand seit V. M. Goldschmidt's geochemischer
Klassifizierung der Elemente das Bestreben, die „chalkophilen
und siderophilen“ Metalle der Erzlagerstätten als Überreste
einer nicht vollständigen Saigerung des Erdkörpers in Silikat-
schale, Sulfid-Oxydschale und Eisenkern aufzufassen; diese
Metalle haben im Zuge der klassischen magmatischen Differentia-
tion teils als frühmagmatische, teils als spät- und postmagmati-
sche Ausscheidungen ihre wirtschaftlich brauchbare Anreicherung
gefunden.

Seitdem die zweiseitige Herkunft der Magmen einerseits
aus hypogenem basaltischen Mantelmagma, andererseits aus auf-
geschmolzener sialischer Kruste sowohl nach der geologisch-
tektonischen Evolution (H. Stille 1940) als auch nach der
gesteinschemischen Zusammensetzung (A. Rittmann 1967) fast
gesichert ist, ergab sich in letzter Zeit auch für den Ursprung der
Erze eine differenziertere Auffassung. C. J. Sullivan hatte
schon 1948 darauf hingewiesen, daß die chalkophilen Elemente
— besonders die Buntmetalle — im Laufe der Erdgeschichte
immer häufiger lagerstättenbildend in Erscheinung traten, und
er hat dies mit dem Eindringen basischer Magmen in die sialische
Kruste während der geosynklinalen Stadien der Orogenesen in

ursächlichem Zusammenhang gebracht. G. Wells (1955) unterschied die Erzmehalle der eusimatischen, d. h. mit basischen Magmen erfüllten und auf basischem Untergrund gelegenen Geosynklinalen von denen der eusialischen, d. h. den auf der sialischen Kruste gelegenen seichteren Geosynklinalen. In die eusimatischen Geosynklinalen gehören die siderophilen Metalle (Cr, Ni, Pt, Mn) sowie die chalkophilen Metalle (Cu, Zn, Pb, Hg usw.); in den eusialischen Geosynklinalen liegen gleichfalls die Lagerstätten der chalkophilen Buntmetalle neben den lithophilen Metallen (Be, Nb, Ta.)

Eine schärfere Trennung des Ursprungs der Erzmehalle hat kürzlich der sowjetische Metallogenetiker W. J. Smirnow bei einem Vortrag anlässlich des erzgenetischen Symposiums in St. Andrews im September 1967 vorgenommen. Smirnow unterschied granitophile Metalle aus der sialischen Erdkruste (Sn, W, Be, Nb, Ta), basaltophile Metalle (Fe, Mn, Cr, Pt, Ti, Cu, Zn) aus dem Erdmantel und „telethermale Erzfolgen“, abgesetzt aus zirkulierenden vadosen Wässern.

Diese Auffassung Smirnows stimmt fast vollständig mit einer gleichzeitig und unabhängig erarbeiteten These des Verfassers (W. E. Petrascheck 1968) überein, in der die Herkunft der Erzmehalle aus der geotektonischen Entwicklung abgeleitet wurde. Demnach sind die granitophilen Metalle W, Sn, Ne, Ta Be und Au schon in alten sialischen Krustenbereichen der Urkontinente vorhanden gewesen. Offenbar an großen Narben der Urkontinente ist tieferes basisches und ultrabasisches Mantel magma in Form der Intrusionskörper des Bushveldes, des Great Dyke, des Massivs von Sudbury in die sialischen Schilde eingedrungen und hat die siderophilen Metalle Cr, Ni, Pt sowie etwas Cu mitgebracht. Im Verlaufe der paläozoischen, der mesozoischen und der tertiären Geosynklinalbildungen und Orogenesen hat der vorwiegend basische Geosynklinalmagmatismus die chalkophilen Buntmetalle Cu, Zn und zum Teil auch Pb und Hg gefördert, und hat anschließend der synorogene sialische Magmatismus neben den Lagerstätten der Buntmetalle auch solche der remobilisierten Krustenmetalle Sn, W, Au erzeugt.

Es wäre somit naheliegend, zu folgern, daß das basische Geosynklinalmagma die chalkophilen Metalle in die Kruste eingeführt hat. Das ozeanische Basaltmagma ist aber ebenso wie das gleichfalls aus dem oberen Mantel stammende Magma der Plateaubasalte steril. Hawaibasalt enthält außer etwas Cu nicht einmal Spuren der Buntmetalle. Die Bildung der polymetallischen Kieslagerstätten durch den geosynklinalen Magmatismus kann

somit nicht aus dem primären Basaltmagma erfolgt sein, sondern nur durch Beteiligung von Krustenmaterial, das bei dem Aufstieg des hypogenen Basaltmagmas von diesem aufgenommen und eingeschmolzen wurde. Als Mischmagmen in diesem Sinne werden auch von vielen Forschern die an Buntmetallerzen reichen Andesite in den orogenen Grenzzonen zwischen sialischen Kontinenten und basaltischem Ozeanboden am Rande des Pazifik gedeutet.

Wenn somit die chalkophilen Buntmetalle zwar mit dem Auftreten des basischen Magmatismus lagerstättenbildend in Erscheinung traten, aber doch nicht aus ihm stammen, so muß dieser Magmatismus irgendwie als Kollektor für die in der Kruste dispersten Metalle gewirkt haben. Diese Sammlerwirkung möchte ich dem im primären Basaltmagma ursprünglich vorhandenen Schwefel zuschreiben. Gase des Basaltlavasees Halemaumau enthielten bis zu 38% SO_2 und 8% H_2S , im Mittel führen die Gase von Hawai 8,7% SO_2 (nach Shepherd); im Gebiet der mittelatlantischen Basalte von Island wurde in einem kleinen Bergwerk Schwefel abgebaut; der nach Rittmann aus hypogenem Basalt-Magma gespeiste Ätna zeigt in Kraternähe reichlich Schwefel.

Der mit dem Mantelmagma in gasförmigen Verbindungen in die Kruste eingetretene Schwefel hat also, so kann vermutet werden, die Buntmetalle aus der Kruste mobilisiert und angereichert.

Es gibt aber einige große Buntmetallagerstätten, die nicht mit Orogenesen und basischen Magmen, ja überhaupt kaum mit Magmen in Verbindung gebracht werden können; es sind dies die großräumigen, an bestimmte Schichtformationen gebundenen Lagerstätten im Deckgebirge der alten Kontinente. Die Entstehung dieser Erze ist seit Jahrzehnten umstritten. H. Schneiderhöhn hatte einen Absatz aus Thermalwässern angenommen, die auf dem Wege nach oben die Metalle aus Lagerstätten des Untergrundes aufgelöst haben sollen. C. F. Davidson machte absteigende Salzlaugen für den Metalltransport verantwortlich, wie es übrigens schon früher K. Seidl für die Blei-Zinklagerstätten Oberschlesiens getan hatte.

Ich habe in der oben zitierten Abhandlung für die Erklärung an einen Gedanken H. Backlunds angeknüpft, der schon 1940 von der Erdkruste annahm, daß sie seit Beginn der geologischen Zeit in ihrer Pauschalzusammensetzung konstant blieb, aber von einem „langsamen, sehr verdünnten Strom von Grundstoffen“ durchflossen werde, der aus den erwärmten tieferen Teilen der Kruste stammt. A. Rittmann (1939) hat diesen

Strom als die flüchtigen Bestandteile des oberen Erdmantels aufgefaßt und den Vorgang dieser Durchwanderung der Kruste Transsudation genannt. Da nun zu den flüchtigen Bestandteilen des basaltischen Mantelmagmas neben CO_2 auch gasförmige Schwefelverbindungen gehören, können wohl auf diese Weise die dispersen Buntmetalle aus der Kruste herausgelöst und in den Deckschichten der Plattformen konzentriert worden sein.

Zu diesem Lagerstättentyp gehören einige präcambrische sulfidische Lagerstätten, wie z. B. die großen Kupferlagerstätten von Katanga, Rhodesien oder der Pyritanteil der Goldlagerstätten des Witwatersrandes u. a. m., bei denen es sehr schwer fällt, die Anwesenheit des Schwefels im Zuge sedimentärer oder sonstwie exogener Vorgänge zu erklären. Denn zu präcambrischer Zeit hat es in diesen Räumen mit detritären Sedimenten noch nicht genügend organische Substanz gegeben, die den Schwefel geliefert haben könnte.

Eine gewisse Einwirkung flüchtiger Bestandteile des oberen Erdmantels auf die Kruste hatte auch A. Poldevaart (1955) allgemein angenommen. Dennoch kommen wir zu der Auffassung, daß die meisten großen Erzprovinzen ihren Metallinhalt aus der Kruste bezogen haben. Das gilt insbesondere für jene Provinzen, in denen wiederholt die gleichen Metalle konzentriert wurden. Hier wären regionale Vergleiche des Spurenmetallgehaltes der Nebengesteine, also die Erkennung „geochemischer Provinzen“ eine interessante Aufgabe. S. Karamata (1967) hat kürzlich gezeigt, daß die jungen magmatischen Gesteine Südserbiens und Mazedoniens mit ihren vielen Blei-Zinkerzbezirken einen doppelten Spurengehalt an Pb aufweisen im Vergleich zu den Gesteinen NE-Serbiens, wo keine bedeutenden Blei-Zinkerzlagerstätten vorkommen.

Eine regional-provinzielle Verteilung der wenigen aus dem Mantelmagma stammenden Metalle wie Mn, Ni, Cu, Co wird vielleicht durch die Abgrenzung spezifischer Gebiete der in ihrem Spurengehalt etwas verschiedenen Manganerzknollen auf den Böden der Ozeane erkennbar werden. Die von J. Mero veröffentlichten Analysen lassen hier schon einige Bereiche erkennen, die dereinst bei Vorliegen eines größeren Analysematerials mit den Erzprovinzen der Kontinente in Beziehung zu bringen sein werden. Die Erkennung der geochemischen Provinzen in Zusammenhang mit den Erzprovinzen der Erde wäre eine internationale Teilaufgabe des „Uppermantelprojects“.

Literatur

H. Backlund: Zum Werdegang der Erze. *Geol. Rundschau*, 32, p. 60—66, 1941.

C. F. Davidson: Some genetic relationship between ore deposits and evaporites. *Trans. Inst. Ming. Met. Sect.* 3 75, p. 216—226 (1966).

S. Karamata: Bleigehalte in den tertiären magmatischen Gesteinen Jugoslawiens. *Geol. Sbornik* 13, p. 17—27, Bratislava 1967.

J. L. Mero: *The Mineral resources of the Sea*, Amsterdam 1965.

W. E. Petrascheck: Kontinentalverschiebung und Erzprovinzen. *Mineral. Deposita* 3, 1 p. 1—20, Heidelberg 1968.

A. Poldevaart: Chemistry of the Earth's Crust. In *the Crust of the Earth*, *Geol. Soc. of America Specialpaper* 62, p. 119—142, Baltimore 1955.

A. Rittmann: Über die Herkunft der vulkanischen Energie und der Entstehung des Sials. *Geol. Rundschau* 30, p. 52—60, 1939.

V. I. Smirnow: Sources of ore material, Abstracts of the IAGOD Symposium in St. Andrews-*Transact. Sect. B. Inst. Min. Met.* 76, p. 14, 1967.

C. J. Sullivan: Ore and granitization. — *Econ. Geol.* 43, p. 471—498, 1948.

F. G. Wells: Relation entre gites minéraux et géosynclinaux. — *Congr. du Centenaire de la Soc. Ind. Min. Comm.*, p. 95—107, Paris 1955.
