

CYRIL VARČEK*

ÜBERBLICK DER METALLOGENESE DER WESTKARPATEN

Zusammenfassung: In den Westkarpaten kann man drei metallogenetische Epochen unterscheiden: prävariszische, variszische und alpidische. In der prävariszischen Epoche entstanden einige bedeutendere Kieslagerstätten von exhalations-sedimentären Typ. In der variszischen Epoche kam es zur hydrothermalen Mineralisation in einigen Kerngebirgen im Zusammenhang mit granitoiden Plutonismus. Die intensivsten metallogenetischen Prozesse verliefen in der alpidischen Epoche, hauptsächlich im Mittelstadium (Oberkreide), im Gebiet des Zips-Gömörer Erzgebirges und in einem Teil der Tatraeporiden und dann im Endstadium (Neogen) in Gebieten des subsequenten Vulkanismus.

Das Fundament zu der Aufstellung einer zusammenfassenden Übersicht der Lagerstätten von Mineralrohstoffen auf der Grundlage der historisch-geologischen Entwicklung des gegebenen Gebietes muss eine gute geologische Synthese sein. Für das Gebiet der Westkarpaten existierte bisher keine solche. In der Gegenwart ist eine noch nicht ganz bedendete synthetische Arbeit von D. Andrusov (1958, 1959) zur Disposition und an einer weiteren arbeitet ein breiteres Autorenkollektiv ausgehend von Ergebnissen neuer geologischer Kartierung im Maßstab 1 : 200 000.

Über die Lagerstätten der Slowakei existierten in der Vergangenheit nur kurze Übersichten, welche sich keine eingehende Betrachtung der Beziehungen der lagerstättentreibenden Prozesse zu der geologischen Entwicklung der Westkarpaten zum Ziel setzen.

Der erste Versuch einer Eingliederung der Erzlagerstätten der Slowakei auf der Grundlage moderner Prinzipien der regionalen metallogenetischen Analyse, ist die kurze Arbeit von J. Ilavský und I. Čillík (1959, 1960). Diese Arbeit weist jedoch starke Mängel auf, die aus einer ungenügenden Behandlung vieler geologischer und metallogenetischer Fragen, sowie aus einigen Ansichten der Autoren über die Stellung der bedeutendsten metallogenetischen Epoche der Westkarpaten in deren geologischer Entwicklung, welche im Widerspruch zu den Ergebnissen der Arbeiten der meisten, diese Fragen behandelnder Autoren stehen, hervorgehen.

Eine neue Skizze der Metallogenese der Westkarpaten, welche aus anderen Anschauungen hervorgeht und sich an eine sorgfältige Analyse der bekannten Tatsachen lehnt, habe ich abgegeben (C. Varček 1963).

Es ist selbstverständlich, dass bei dem heutigen Stand ein solches Schema kein Anrecht auf Vollkommenheit und Endgültigkeit haben kann, es muss vielmehr andauernd mit allen neuen Feststellungen konfrontiert werden.

Die wichtigsten Epochen der geologischen Entwicklung der Westkarpaten und ihre Mineralrohstoffe

Die wichtigsten Bauelemente der Westkarpaten formten sich während des prävariszischen, variszischen und alpidischen geotektonischen Zyklus. Zu diesen Zeitabschnitten gehören auch die bedeutendsten metallogenetischen Epochen, in denen alle ökonomisch wichtigen Erzlagerstätten entstanden. In der ersten Epoche sind es hauptsächlich

* Doz. Dr. C. Varček CSc., Lehrstuhl für Mineralrohstoffe und Geochemie, Naturwissenschaftliche Fakultät, Komenský Universität, Bratislava, Jirásková 12.

Lagerstätten exhalations-sedimentärer Herkunft, in der variszischen und alpidischen Epoche herrschen absolut hydrothermale Lagerstätten vor, jedoch in einigen Gebieten kann man nicht bei allen Lagerstätten eindeutig ihre Alterszugehörigkeit feststellen.

Die prävariszische metallogenetische Epoche

Zu den Bildungen des prävariszischen geotektonischen Zyklus gehören in den Westkarpaten die Serien der Kristallinschiefer der Tattroveporiden und die Gelnica-Serie der Gemeriden. Die letzte wird in der Gegenwart als altpaläozoisch (Kambrium—Silur) angesehen. Das Alter der Kristallinschieferserien der Tattroveporiden ist vorläufig unsicher. Nach einigen Autoren sind hier hauptsächlich altpaläozoische Elemente und nur in kleinerem Ausmaße präkambrische Formationen vertreten, nach anderen sind diese Komplexe proterozoisch. Der heutige Stand der Kenntnisse der geologischen Entwicklung der Westkarpaten erlaubt keine begründete und eindeutige Einreihung einer besonderen präkambrischen metallogenetischen Epoche, deshalb fassen wir diese Zeitabschnitte in eine breitere prävariszische metallogenetische Epoche zusammen.

Da bei den Serien, bei denen ein präkambrisches Alter in Frage kommen könnte, praktisch fast keine syngenetischen Lagerstätten vorkommen, hat diese Frage in metallogenetischer Hinsicht keine besondere Bedeutung. In den Kristallinschiefern der Tattroveporiden, ähnlich wie in der Gelnica-Serie der Gemeriden, kommen nur sehr kleine, bedeutungslose syngenetische Konzentrationen oxydischer Eisenminerale vor, welche durch die variszische Regionalmetamorphose umgeformt wurden.

In Gebieten starker Ausserung von Ophiolityvulkanismus in den Kristallinserien der Tattroveporiden entstanden Kieslagerstätten exhalations-sedimentärer Herkunft (Pezinok und Pernek in den Kleinen Karpaten, Helfpa in der Niederen Tatra). In der Gelnica-Serie der Gemeriden ist sauerer Quarzporphyrvulkanismus sehr stark vertreten. Von diesem wurden keine Erzlagerstätten gebildet. Untergeordnet hat sich in dieser Serie auch basischer Vulkanismus geäussert. Mit diesem hängt die Entstehung der Pyrit-Kupfer-Lagerstätten in Smolník, Mníšek und Švedlár, als submarines exhalations-sedimentäres Gebilde zusammen. Die isotopische Zusammensetzung von Schwefel aus der Lagerstätte Smolník weist auf seine syngenetische Herkunft und die isotopische Zusammensetzung von Blei aus den Lagerstätten Smolník, Mníšek und Švedlár entspricht nach J. Kantor (1964) dem kaledonischen Alter.

Die gesamte Zeitspanne der prävariszischen Epoche in den Westkarpaten hat den Charakter eines Geosynklinalstadium, welches von keiner ausgeprägten orogenetischen, noch plutonischen Phase zergliedert wird. Daher hat diese Epoche vom Standpunkt der Mineralrohstoffe aus gesehen nur eine sehr geringe Bedeutung.

Die variszische metallogenetische Epoche

Während der variszischen Epoche verliefen in den Westkarpaten ausgeprägte orogenetische, magmatische und metamorphe Prozesse, so dass die einzelnen Stadien des variszischen Zyklus gut zu unterscheiden sind.

Das Geosynklinalstadium umfasst jene geologischen Komplexe, denen wir ein devonisches Alter zusprechen können (Phyllit-Diabas-Serie in den Gemeriden, Harmonia-Serie in den Kleinen Karpaten). Vom metallogenetischen Standpunkt aus sind sie praktisch steril, nur bei starkem Diabasvulkanismus entstanden in der Phyllit-Diabas-Serie bedeutungslose kleine Konzentrationen oxydischer Eisenerze eines exhalations-sedimentären Typs.

In mittleren Stadien haben sich ausdrucksvolle variszische tektonische, metamorphe und magmatische Vorgänge abgespielt. Der synorogene Plutonismus (d. h. Granitgneise und ältere Phasen der Migmatitisation) ist nur in kleinem Masse vertreten und hat keine metallogenetische Bedeutung. Sein Alter ist nach der Argon-Kalium Methode 360 Millionen Jahre (J. Kantor 1961). Der bedeutungsvollste ist der folgende serorogene granitoide Plutonismus. Dieser äusserte sich in dem Gebiet der Tatroveporiden stark, in den Gemeriden hingegen fehlt er praktisch. Einige Autoren, z. B. J. Ilavský, I. Čillík (1959, 1960), setzen seine stärkeren Auswirkungen auch in den Gemeriden in der Tiefe voraus und schrieben ihm in diesem, wie auch im Gebiete der Tatroveporiden, eine grosse metallogenetische Bedeutung zu, da sie ihn als den Urheber der Vererzung der Sideritformation und der ihr verwandten Vererzung der Westkarpaten betrachteten.

In geologischer Hinsicht sind diese Plutone voroberkarbonischen Alters, was auch die geochronologischen Angaben bestätigen. Nach der Argon-Kalium Methode ist ihr Alter 270—320 Millionen Jahre (J. Kantor 1961).

Sichere Ausserungen einer, an diesen Plutonismus gebundenen Mineralisation sind mineralogische Molybdénitvorkommen in Aplit-Pegmatit- und Quarzgängen in einigen Kerngebirgen. Aus der hydrothermalen Mineralisation der Westkarpaten weisen lediglich die Lagerstätten der Kleinen Karpaten, u. zw. die hochtermale Gold-Quarz Formation (Pezinok), die mesothermale Pyrit-Chalkopyrit-polymetallische Formation (Častá), die Ag-Pb-Zn Formation (Pernek, Modra) und die niederthermale Antimonitformation (Pezinok, Pernek, Kuchyňa), enge Beziehungen zu dem späterogenen variszischen Plutonismus auf (B. Cambel 1960).

Schwache Ausserungen der Erzformation gleichen Charakters sind auch in anderen Kerngebirgen bekannt, z. B. Kleine Fatra, Kleine Magura und aus intensiver Vererzung der Niederen Tatra kann hieher die polymetallische und antimonit-goldführende Formation gehören. Die isotopische Zusammensetzung von Blei aus einigen diesen Lagerstätten ist nahe den variszischen Lagerstätten von West-Europa (J. Kantor, M. Rybář 1964).

In die Spät- und Endstadien reihen wir die sedimentären Schichtenfolgen des Oberkarbon und Perm ein. In den Tatroveporiden hat das Karbon eine sehr geringe Ausdehnung. In den Gemeriden nimmt es ziemlich grosse Flächen ein und ist durch eine Vielfach der Fazies gekennzeichnet. Besondere Bedeutung haben grössere Linsen von Karbonatgesteinen mit einem Riff-Charakter, welche dadurch wichtig sind, dass in dem alpidischen Zyklus aus ihnen grosse metasomatische Magnesit-Lagerstätten und in kleinerem Masse auch Siderit-Lagerstätten entstanden sind. Während des Karbons kam es hier zu kleinen hypoabyssalen basischen Intrusionen und Diabas-Effusionen, mit welchen jedoch keine Vererzung zusammenhängt.

Die Sedimente des Perms, vorwiegend in der „Verrucano“-Fazies und nur untergeordnet in der marinen Entwicklung, repräsentieren die Formationen des Endstadiums des variszischen Zyklus. An manchen Stellen befinden sich intensivere Ausserungen eines permischen subsequenten Porphyrvulkanismus.

Im Perm entstanden die Anhydrit-Gips-Lagen und auch syngenetische Hämatitlagen. In der nordgemeriden Synklinale haben sich außerdem Lagen mit höheren Kupfer- und mancherorts auch Uran- und Molybdén-Gehalten entwickelt. Der Ursprung dieser Elemente war wahrscheinlich eine Mineralisation vom Typ der „Porphyriterze“ in den permischen Quarzporphyren, aus denen sich vererzte Gerölle in diesen erzführenden Horizonten befinden. Primäre Vorkommen dieser Porphyriterze wurden jedoch bisher nicht gefunden. Die geochronologische Forschung (J. Kantor 1959) hat bestätigt,

dass diese Mineralisation permischen Alters ist (ungefähr 200 Mill. Jahre) und keinen epigenetischen Charakter hat.

Neuerdings reiht man in das obere Perm auch die „Melaphyr-Serie“ — bunte Schichtenfolge mit Melaphyren, Porphyriten und Porphyren (vordem als Werfen gekennzeichnet). An diese Melaphyre binden sich kleine Baryt- und Kupfererzvorkommen (Malužiná, Kvetnica, Smolenice).

Der variszische geotektonische Zyklus hat die Konsolidation der Westkarpaten nicht zu Ende geführt, vielmehr begann für dieses Gebiet als Teil der alpidischen Geosynklinalzone sogleich eine neue Entwicklungsepoke.

Die alpidische metallogenetische Epoche

Der alpidische geotektonische Zyklus beginnt mit einer untertriadischen Meerestransgression, welche allmählich das gesamte Gebiet der zentralen Westkarpaten erfasste.

Das Geosynklinal stadium entspricht im wesentlichen der triadischen Zeitspanne. In der unteren Trias entwickelte sich eine detritische Formation, welche später, zum Teil schon im Kampil, aber hauptsächlich in der mittleren Trias von einer Karbonatformation abgelöst wurde. In der unteren detritischen Formation entwickelten sich vor allem in dem Gebiet der Gemeriden ausgedehnte Lagerstätten von Anhydrit mit Gips sowie eine ziemliche Anzahl kleiner Lagerstätten sedimentärer Hämatit-Erze schlechter Qualität. Einige, scheinbar syngenetische Hämatitkonzentrationen, unter Umständen von Baryt, Cu-Sulfiden u. a. begleitet, konnten auch epigenetisch, durch eine ascendente Infiltration hydrothermaler Lösungen in bestimmte Lagen des Werfens, in denen es zu einer Abdrosselung der Gangstrukturen der oberkretazischen hydrothermalen Metallogenese kam, entstehen.

Der initiale Magmatismus wird in den Gemeriden von kleinen Serpentinit-, Diabas- und Glaukophanitkörpern repräsentiert. In den Serpentiniten befinden sich nur mineralogische Vorkommen von Chromit und eine im Abbau befindliche Asbestlagerstätte. Der diabasische submarine Vulkanismus hat höchstwahrscheinlich zu der Entstehung kleiner syngenetischer Lagerstätten kieseliger Hämatiterze beigetragen. In den Glaukophaniten befinden sich unbedeutende Stockwerke und Imprägnationen von Eisenoxyden.

Das Frühstadium entspricht im wesentlichen dem Jura und der unteren Kreide und ist durch eine ziemliche Zergliederung des Gebietes der Tattroverpiden in ein kompliziertes System von Vertiefungen und Kordilleren gekennzeichnet. In den Gemeriden ist der Jura nur ganz untergeordnet vertreten.

Die magmatische Tätigkeit äussert sich in diesem Stadium nur in ganz kleinen Ausmassen. Es sind dies die Vorkommen basischer Vulkanite — Limburgite, Teschenite, Pikrite und Augitite.

Als Erzvorkommen haben sich hier nur kleine Lagerstätten sedimentärer Manganerze im Lias, Dogger und Rät sowie bedeutungslose Vorkommen oolitischer Hämatit- oder Hämatit-Chamosit-Eisenerze im Rät gebildet.

In der unteren und mittleren Kreide der äusseren Flyschzone entstanden Lagen sedimentärer Pelosiderit-Erze, welche in der Vergangenheit eine geringe praktische Bedeutung hatten.

Das Mittelstadium ist die Zeit der intensivsten alpidischen orogenetischen Vorgänge in den zentralen Westkarpaten (hauptsächlich die subherzynische Phase, dann die laramische Phase). Die sedimentären Serien der mittleren und oberen Kreide

haben daher eine kleine Ausdehnung und einen um wesentlichen syntektonischen Charakter. Sie enthalten keine syngenetischen Erzlagerstätten.

Während der alpidischen orogenetischen Vorgänge kam es in den Zentralzonen der Westkarpaten zu einem Aufleben der tiefenmagmatischen Tätigkeit, deren Ausserungen wir jedoch an der heutigen Oberfläche nur in kleinen Ausmassen beobachten können. Es sind dies die kleinen Massive der gemeriden Granite, welche serorogene kleine Intrusionen saurer Rest — Magmen vorstellen.

Die tiefentektonomagmatischen Vorgänge dieses Stadiums riefen in einen grossen Teil der zentralen Westkarpaten, hauptsächlich in dem Gebiet der Zips-Gömörer Erzgebirge, in den Veporiden und der Kerngebirgen der mittleren Slowakei ausgedehnte hydrothermale Prozesse hervor. Zu dieser hydrothermalen Mineralisation oberkretazischen Alters gehören grosse metasomatische Magnesitlagerstätten (Jelšava, Podrečany, Ochtiná, Košice u. a.) auch von Talklagerstätten (Hnúšťa, Kokava) begleitet, metasomatische und Ganglagerstätten einer Sideritformation (Železník, Dobšiná, Nižná Slaná, Mlynky, Rudňany, Slovinky, Gelnica, Rožňava u. a.) verschiedener Typen (Siderit-Ankerit, Siderit-Baryt, Siderit-Sulfide mit sulfidischen Mineralen von Fe, Cu, Ni, Co, As, Bi, Sb, Hg, Pb, Zn und andere), weiter die Lagerstätten einer Antimonit-Gold-Formation (Čučma, Spišská Baňa, Poproč, Helemanovce, Zlatá Idka) und andere seltenere Typen.

Es ist die bedeutungsvollste metallogenetische Epoche der Westkarpaten. In der Vergangenheit und auch heute noch werden die Lagerstätten dieser Epoche von einigen Autoren in den variszischen Zyklus eingereiht (hauptsächlich J. Ilavský und I. Čillík).

Diese Ansicht geht von der Tatsache hervor, dass praktisch alle ökonomisch bedeutende Lagerstätten der Sideritformation in vortriadiischen Serien liegen und tektonisch gestört sind.

Die Forschungsergebnisse einiger älterer Autoren (H. Böckh, B. Kordiuk, R. Schönemberg) und vieler zeitgenössischer Autoren (J. Kantor, C. Vareček, M. Máška, L. Rozložník u. a.) haben ihr alpidisches Alter zur Genüge bewiesen.

Ich führe wenigstens einige bedeutende Argumente an: Die Lagerstätten liegen vorwiegend in vortriadiischen Serien, aber dieselbe Mineralisation reicht, wenn auch nur in geringem Masse, bis in die Trias. In Ungarn entstand auch eine grosse metasomatische Sideritlagerstätte Rudabánya in triadiischen Kalken und zwar nach ihrer tektonischen Verschiebung. Gänge im Perm sind jünger als seine schwache alpidische Metamorphose und auch in älteren Serien verfolgen Gänge die alpidischen tektonischen Strukturelemente (L. Rozložník 1962). Die Vererzung ist im Gebiet mit Ausserung von alpidischen Plutonismus am intensivsten und wir beobachten unter ihnen enge zeitliche und blutsverwandte Beziehungen.

Das Alter der gemeriden Granite wurde ähnlich wie Mikroklin aus Quarzgängen der Antimonitformation, durch die Kalium-Argon-Methode als oberkretazisch (98 Mill. Jahre) bestimmt (J. Kantor 1959).

Sehr interessante Ergebnisse erzielte man durch die paleomagnetische Untersuchung des Hämatits von Sideritlagerstätten. Diese bestätigten auch, dass diese Erzformation in der Zeitspanne zwischen Jura und Neogen entstanden ist (V. Hanuš, M. Krs 1963).

Auf Grund dieser, mit Hilfe mehrerer auf sich unabhängiger Methoden, erzielten Angaben haben wir das alpidische Alter dieser Mineralisation sicher bestätigt. Die obere Altersgrenze der Vererzung ist auch bestimmt. Zum Unterschied von einigen älteren Ansichten (B. Kordiuk, R. Schönemberg), dass die Vererzung im Miozän

entstehen, oder bis in dieses reichen könnte, ist heute sicher, dass die Lagerstätten schon vor dem Eozän entstanden sind. Dies bestätigt ein älterer Befund des Gerölles von Quarz mit Ankerit in Eozänkonglomeraten bei Klučnava (M. Ivanov 1953) und meine neueren Befunde des Gerölles von Gangquarz mit Siderit, Ankerit, Turmalin, Albit, Pyrit und Kalzit in denselben Konglomeraten im Poprad-Kessel.

Die Bildungstemperaturen der Sideritformation kann man mit Angaben über die Homogenisationstemperaturen der gas-flüssigen Einschlüsse in einigen Mineralen von Rožňava illustrieren: Albit 265–210 °C, Quarz 220–150 °C, Zinkblende 205 °C (C. Várek 1965).

Die gesamte Entwicklung der relativen Thermalität einzelner Mineralisationsetappen und einzelner Minerale zeigen ihre Dekripitationstemperaturen. (Diese Temperaturen sind gegenüber den Homogenisationstemperaturen, welche den Kristallisationstemperaturen der Minerale entsprechen sollten etwas höher.) Bei Mineralen von Magnesitlagerstätten sieht man deutlich die Senkung der Durchschnitts-Dekripitationstemperaturen von ungefähr 290 °C bei Magnesiten, durch ungefähr 280–250 °C bei metasomatischen und Gang-Dolomiten, bis unter 200 °C bei Dolomiten in Drusen.

In der Siderit-Mineralisationsetappe kann man auch eine deutliche Senkung der Temperaturen von vorsideritischen Albit (300–350 °C) über Siderit (290–320 °C), Ankerit (280–305 °C) bis zum Baryt (220–270 °C) beobachten. Am Anfang der quarz-sulfidischen Etappe, wenn sich zusammen mit Quarz die zweite Albitgeneration, Turmalin, Magnetit u. a. bildet, äussert sich ausdrucksvooll die Rejuvenisation (360–300 °C). Weiter folgen höherthermale Sulfide — Arsenkies, Magnetkies, Pyrit, Ni-Co-Minerale (320–290 °C), dann sinken die Temperaturen über Kupferkies und Tetraedrit (280–250 °C), zum jüngsten Kalzit (250–200 °C).

Das Spätstadium der alpidischen metallogenesischen Epoche repräsentiert das Paläogen der Flyschzone und der innerkarpatischen Kessel. In metallogenesischer Hinsicht ist diese Zeitspanne im wesentlichen bedeutungslos. Es entstanden lediglich kleine Konzentrationen sedimentärer Mengenerze, von welchen die abbauende Lagerstätte von Kišovce-Švábovce die bedeutendste ist.

Das Endstadium gehören die sedimentären und vulkanogenen Formationen des Neogens. In den sedimentären Schichtenfolgen befinden sich ziemlich bedeutende Lagerstätten von Nichterzrohstoffen: Braunkohle und Lignit, Erdöl und Erdgas, Salz und Gips, Halloysit, Bentonit, Diatomit und Limnoquarzit.

In dem Neogen verlief an dem inneren Umfang der zentralen Westkarpaten eine sehr rege, dem subsequenten alpidischen Magmatismus entsprechende, vulkanische Tätigkeit. Schwache Äusserungen merken wir bereits im Burdigal, ein Maximum im Torton und Sarmat und schwächere, im wesentlichen einem finalen Vulkanismus entsprechende Auskänge reichen bis in das Pliozän. Es sind hier hauptsächlich Andesite, weniger Rhyolite, untergeordnet Basalte, von den hypoabyssalen Gesteinen Diorite, Granodiorite, Rhyodazite und Dazite vertreten. Mit dieser magmatischen Tätigkeit steht die zweite wichtige metallogenetiche Subepoche der Westkarpaten in Verbindung. Die Mineralisation ist sehr vielfältig. Mit hypoabyssalen Granodiorit- und Dioritstöcken hängt die Entstehung kleinerer Skarnlagerstätten von Magnetit und einem schwankenden Gehalt von Sulfiden in triadischen Kalken zusammen (Vyhne, Tisovec).

Unter den hydrothermalen Lagerstätten sind die wichtigsten polymetallische Gänge und metasomatische Körper in der Gegend von Banská Štiavnica und Hodruša, sowie Gänge einer Au-Ag Formation, örtlich mit reicherem Antimonit (Kremnica, Zlatá Baňa u. a.). Der telethermale Typ der Vererzung ist durch Gänge und Imprägnationen von

Zinnober (Merník, Prešov-Gebirge, östlicher Rand des Kremnica-Gebirge) und ein kleines Realgar-Auripigment Vorkommen (Tajov) vertreten.

Die Thermalität der Mineralisation subvulkanischer Lagerstätten illustriere ich wenigstens mit einigen Angaben, erzielt durch die Homogenisationsmethode. Die Gold-Quarzgänge von Kremnica bildeten sich bei Temperaturen, vorwiegend zwischen 310—230 °C (J. Holéček, E. Muchová — Diplomarbeiten).

In den polymetallischen Gängen von Banská Štiavnica wurden bei Quarz Temperaturen in denselben Grenzen festgestellt (300—230 °C). Dunkle Zinkblende älterer Mineralisationsperioden haben Homogenisationstemperaturen gas-flüssiger Einschlüsse von 280—190 °C, helle Zinkblende jüngster Perioden von 170—125 °C, Barytkristalle der jüngsten Perioden 125—110 °C (C. Vareček 1965).

Mit der Tätigkeit der postvulkanischen Solfataren hängt höchstwahrscheinlich die Entstehung einer Markasitvererzung in dem Schotter des oberen Helvet in der nördlichen Umgebung von Košice und der kleinen Schwefellagerstätte in den Andesittuffen bei Vigľašská Huta zusammen.

In der Folge des supergenen Infiltrationsvorgänge entstanden in den pyroklastischen Gesteinen vereinzelt kleine Konzentrationen oxydischer Manganerze und mehrere kleine Vorkommen infiltrativer Eisenerze.

SCHRIFTTUM

- Andrusov D., 1958, 1959: Geológia československých Karpát I, II, Bratislava. — Campbell B., 1960: Hydrothermal Lagerstätten in den Kleinen Karpaten. Acta geol. et geogr., Geologica 3, Bratislava. — Hanuš V., Krs M., 1963: Paleomagnetic dating of hydrothermal mineralization on example of Spišsko-Gemerské rudoohorie area — Czechoslovakia. Rozpravy čsl. akademie věd, Rada mat. a přír. věd 73, 14, Praha. — Ilavský J., Čillík I., 1959: Náčrt metalogenézy Západných Karpát. Geol. práce 55, Bratislava. — Ilavský J., Čillík I., 1960: Metallogenitische rasyvitie Zapadných Karpat. Materiály Karpato-Balkanských Ass. 2, Kiew. — Ivanov M., 1953: Geologie, Petrographie und Erzlägerstätten des nördlichen Teiles des Zips-Gömörer Erzgebirges zwischen Kľuknava und Žakarovce. Geol. sborn. Slov. akad. vied 4, 3—4, Bratislava. — Kantor J., 1954: Beitrag zur Kenntnis des Alters einiger Granite und Vererzungen der Westkarpaten. Acta geol. et geogr., Geologica 2, Bratislava. — Kantor J., 1959: Einige Bemerkungen zur Uranvererzung im Perm der Nordgemeridensyklinal. Acta geol. et geogr., Geologica 2, Bratislava. — Kantor J., 1961: Beitrag zur Geochronologie der Magmatite und Metamorphe des westkarpathischen Kristallins. Geol. práce 60, Bratislava. — Kantor J., Rybář M., 1964: Isotopes of ore-lead from several deposits of West Carpathian crystalline. Geol. sborn. Slov. akad. vied 15, 2, Bratislava. — Rozložník L., 1962: Probleme der Metallogenese der Umgebung von Dobšiná. Geol. práce 61, Bratislava. — Vareček C., 1959: Die Metallogenese des Zips-Gömörer Erzgebirges. Acta geol. et geogr., Geologica 2, Bratislava. — Vareček C., 1961: Zonale Verteilung des hydrothermalen Vererzung im Zips-Gömörer Erzgebirge und Einfluss des geologischen Milieu auf den Charakter des Mineralisation. Geol. práce 60, Bratislava. — Vareček C., 1963: Die Beziehungen der lagerstättenbildenden Prozesse in den Westkarpaten zu ihrer geologischen Entwicklung. Acta geol. et geogr., Geologica 8, Bratislava. — Vareček C., 1965: Beitrag zum Studium der Thermalität der Zinkblende. Geol. sborn. Slov. akad. vied 16, 1, Bratislava.

Zur Veröffentlichung empfohlen von B. Campbell