

CYRIL VARČEK*

BEITRAG ZUM STUDIUM DER THERMALITÄT DER ZINKBLENDE

Abstract. Der Verfasser untersuchte die Homogenisationstemperatur der gas-flüssigen Einschlüsse in Zinkblenden aus einigen plutogenen und subvulkanischen Lagerstätten zum Zwecke der Beglaubigung der Möglichkeit einer Anwendung dieser Methode für die engere Umgrenzung der Entstehungsbedingungen der Zinkblende. Die Homogenisationstemperaturen der Einschlüsse in den untersuchten Zinkblenden bewegen sich innerhalb des Bereichs von 110–280 °C. Es wurde eine Abhängigkeit zwischen Temperaturerhöhung und Dunkelheit der Zinkblenden beobachtet und die festgestellten Temperaturen stimmen mit der Vorstellung über die Thermalität der einzelnen Vorkommen der Zinkblende überein.

Einleitung

Die Zinkblende gehört zu den verbreitetsten Mineralen der hydrothermalen Erzlagerstätten, weshalb es sehr wichtig ist die physikalisch-chemischen Bedingungen ihrer Entstehung, besonders die Kristallisationstemperatur, eingehender zu behandeln. Es ist schon seit längerer Zeit bekannt, daß die Zinkblende aus den höher thermalen Lagerstätten dunkler ist, was auf den erhöhten Gehalt an isomorphem FeS zurückzuführen ist, während die Zinkblende aus den niedrig thermalen Lagerstätten helle Farbe und einen niedrigen FeS-Gehalt aufweist. In den dunklen Zinkblenden kommen häufig Entmischungen von Chalkopyrit, Magnetkies, eventuell auch Stannin vor, was einige Autoren als Beweis einer hochthermalen Entstehung betrachten. Die Zerfallstemperatur der festen Lösung Zinkblende–Chalkopyrit kann bis 650 °C erreichen (Schwartz G. M. 1931). Den Umfang des Isomorphismus im System ZnS–FeS studierte experimentell G. Kullerud (1953) und bewies, daß der FeS-Gehalt der Zinkblende mit der Erhöhung der Kristallisationstemperatur steigt. Durch Applikation dieser Ergebnisse auf die Natur-Zinkblenden erhält der genannte Autor jedoch übermäßig hohe Kristallisationstemperaturen — z. B. Zinkblende aus dem Kontakthof des Granites (Nord-Norwegen) ergibt 440 °C, Zinkblende aus der Lagerstätte Amulet (Quebec, Kanada) 505 °C, aus der Lagerstätte Sextus Rörös (Norwegen) 595 °C. Die schwarze Zinkblende aus dem Turkaň-Gangzug in Kutná Hora sollte nach dieser Methode bei 510–590 °C kristallisieren (Novák F. et Kvaček M. 1964) und die aus dem Rejsy-Gangzug der selben Lagerstätte sogar erst bei 650–675 °C (Hak J., Trdlička Z. et Litomiský J. 1964), was der Vorstellung über den hydrothermalen Charakter der Lagerstätte nicht entspricht. Aus dem angeführten geht hervor, daß die nach der Kullerud-Methode gewonnenen Ergebnisse gegenüber den wirklichen Kristallisationstemperaturen meist recht überhöht sind.

Eine andere Methode zur Feststellung der Kristallisationstemperatur beruht auf der Homogenisierung der gas-flüssigen Einschlüsse bei der Erhitzung der Zinkblende. Die — sehr einfache — Dekrepositions-methode kann bei der Zinkblende nicht mit Erfolg angewendet werden, da die Dekrepositionstemperaturen sehr oft die Homogenisationstemperaturen der Einschlüsse beträchtlich übertreffen; wahrscheinlich ist hier die Dekreposition von anderen Faktoren abhängig. Die besten, den wirklichen Kristallisationstemperaturen wohl am meisten entsprechenden Ergebnisse liefert das Studium der Homogenisation der primären gas-flüssigen Einschlüsse unter dem Mikroskop mit Heiztisch. Auf diese Weise wurden bereits mehrere wertvolle Ergebnisse erreicht — z. B. bei den Zinkblenden aus der Region Tri State und vom Oberlauf des Mississippi wurden Homogenisationstemperaturen festgestellt, die innerhalb des Bereichs von 80–135 °C, resp. 145–275 °C (Newhouse W. H. 1933) und 75–125 °C (Bailey S. W.

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

et Cameron E. N. 1951) schwanken, aus der Region Velbert — Lintorf und aus dem Ruhrgebiet sind Homogenisationstemperaturen von 110—115 °C (Seeliger E. 1950) bekannt. Es handelt sich um niedrigthermale, helle Zinkblenden. Lazarenko (1955) führt aus den Kieslagerstätten des Ural Zinkblenden mit Homogenisationstemperaturen von 175—180 °C an, aber auch thermalere, deren Homogenisationstemperaturen zwischen 235—252 °C schwanken. Eine bedeutende Anzahl von Messungen der Homogenisationstemperaturen von Zinkblenden führt A. N. Atanasov (1963) aus der Lagerstätte Madžarovo in Bulgarien an. Die Zinkblenden des II. Mineralisationsstadiums besitzen Temperaturen von 120—150 °C, des III. Stadiums 160—222 °C, des IV. Stadiums 140—187 °C, des V. Stadiums 120—260 °C.

Im allgemeinen kann man sagen, daß es bisher noch sehr wenig Angaben über Temperaturmessungen der Sphalerite gibt. Die Aufmerksamkeit der Forscher konzentriert sich weit mehr auf die durchsichtigeren Minerale, besonders auf die klaren Quarzkristalle, da bei denselben das Studium der gas-flüssigen Einschlüsse und das Abmessen der Homogenisationstemperaturen bedeutend erleichtert ist.

Eigene Forschungsergebnisse

Der Verfasser untersuchte die Homogenisationstemperaturen der primären zweiphasigen gas-flüssigen Einschlüsse in Zinkblenden verschiedener Lagerstätten — plutonogener, sowohl wie auch subvulkanischer. Diese Zinkblenden kristallisieren unter verschiedenen Bedingungen: Einerseits handelte es sich um Kristalle der hellen Zinkblende, andererseits waren es Kristalle und Aggregate von brauner bis braunschwarzer Farbe. Die schwarzen Zinkblenden (Marmatite) aus einigen hydrothermalen Lagerstätten und aus den Skarnen waren nicht einmal in den ganz dünnen Plättchen dermaßen durchscheinend, daß eine optische Beobachtung ihrer Einschlüsse möglich gewesen wäre.

In diesem kurzen Bericht gebe ich nur die vorläufigen Ergebnisse einer umfangreicheren Untersuchung, deren Ziel es ist die Beziehung zwischen Chemismus und physikalischen Eigenschaften der Zinkblenden einerseits und ihren Kristallisationstemperaturen andererseits zu ermitteln. Die Messungsergebnisse der Homogenisationstemperaturen zweiphasiger Einschlüsse in den Zinkblenden einiger Lagerstätten sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Aus diesen Ergebnissen können bereits einige Rückschlüsse gezogen werden:

1. Es wurde bestätigt, daß die Kristallisationstemperaturen der Zinkblenden mit zunehmender Dunkelkeit letzterer ansteigen. Bei den hellen Zinkblenden schwanken die Homogenisationstemperaturen innerhalb des Bereichs von 100—180 °C, bei den braunen innerhalb des Bereichs von 180—260 °C, bei den dunkelbraunen zwischen 260—290 °C. Bei den schwarzen Marmatiten mögen die Homogenisationstemperaturen über 300 °C betragen, doch sind dieselben nicht mehr optisch verfolgbar.

2. Es wurde festgestellt, daß die Kristallisationstemperaturen der Zinkblenden auch in einer und derselben Lagerstätte sehr stark schwanken können und zwar hauptsächlich wenn es sich um Lagerstätten von subvulkanischem Typus handelt, wo die Mineralisation einen ausgesprochen pulsativen Verlauf hat. In der Lagerstätte Banská Štiavnica schwanken die Temperaturen innerhalb des Bereichs von 125—280 °C, wobei noch dunkle Zinkblenden mit einer Kristallisationstemperatur über 300 °C hinzutreten. Solche Temperaturen wurden in dieser Lagerstätte auch bei Quarzkristallen aus Drusenhohlräumen festgestellt.

3. Die auf die Zinkblenden aus Banská Štiavnica sich beziehenden Studienergebnisse zeigen deutliche Unterschiede in bezug auf die Temperaturen der verschiedenen Zinkblende-Generationen und auch in bezug auf die räumliche

Tabelle 1. Homogenisationstemperaturen der zweiphasigen Einschlüsse in Zinkblenden

Lagerstätte und ihr Typus	Nähere Lokalisation der Probe	Charakteristik des Sphalerits	Mit Sphalerit vergesellschaftete Minerale	T °C
Plutogene: Horní Město (Schlesien, ČSSR) Madan (Rodopy, Bulgarien) Rožňava (Zips.-Göm. Ergeb. ČSSR) Vrančice (Mittelböhmen, ČSSR) Píla (Mittelslowakei, ČSSR)	Schacht Jaromír, 2. Horiz. Grube Šarenka	Druse heller Kristalle große wachs- braune Kristalle	Quarz Quarz, Galenit	110—120 155—165
	Gang Sadlovská	braunrote Kristalle	Siderit, Galenit	205
		braunrot, grobkörnig	Quarz, Galenit	220
	Stollen Dolný Móric	wachsbraun, mittelkörnig	Quarz, Galenit, Chalkopyrit	230—235
Subvulkanische:				
Galyatető (Mátra, Ungarn)	Stollen Myirjesi	braun, mittelkörnig	Kalzit, Galenit	185—200
Beregovo (Karpatenukraine)		braun, mittelkörnig	Galenit	230—250
Brad (Rumänien)	Grube Valea Morii	dunkelbraun, grobkörnig	Galenit, Quarz, Chalkopyrit	270
Banská Štiavnica (ČSSR)	Schacht Žigmund	hell, wachsbraun, grobkörnig	Galenit, Quarz, Chalkopyrit	125
Banská Štiavnica	Bieber-Gang	lichtbraun, grö- ßere Kristalle	Quarz	160
Banská Štiavnica	Bieber-Gang, 12. Horizont 6. Perio- de	hell, wachsbraun, grobkristallinisch	Quarz, Pyrit, Chalkopyrit	160—175
Banská Štiavnica	Schacht František	lichtbraun, grobkörnig	Galenit	150—185
Banská Štiavnica	Bieber-Gang, 12. Horizont, 4. Perio- de	braun, grobkörnig	Chalkopyrit, Galenit, Quarz	195—200
Banská Štiavnica	Schacht František, Schaft František	braun, grobkörnig	Galenit, Chalko- pyrit, Quarz	200—220
Banská Štiavnica	Liegender Gang	lichtbraun, grobkörnig	Galenit, Quarz	230
Banská Štiavnica	Spitaler-Gang, Schacht Emil, 4. Horizont	braun, mittelkörnig	Galenit, Chalko- pyrit, Quarz, Pyrit	250—260
Banská Štiavnica	Theresia-Gang	dunkelbraun, grobkörnig	Galenit, „Zinno- pel“ (Quarz mit Haematit)	275
Banská Štiavnica	Schacht František	dunkelbraun, Kristalldruse	Galenit, Karbonate	275—280
Banská Štiavnica	Schacht Emil, 5. Horizont, Gang Viliam	braunschwarz, kleinkörnig	Chalkopyrit, Quarz, Galenit, Scheelit	280

Verteilung, sodaß diese Methode mit Erfolg bei einem detaillierten Studium der Zonalität und der Veränderungen der Thermalität während des Verlaufes der hydrothermalen Prozesse angewendet werden kann. Letztere haben in der genannten Lagerstätte eine sehr komplizierte Entwicklung. Einerseits beobachtet man bei den jüngeren Perioden eine Erniedrigung der Thermalität, andererseits auch Erscheinungen von Rejuvenation, d. i. eine höhere Thermalität bei manchen jüngeren Zinkblende-Generationen gegenüber den älteren.

4. Es zeigte sich, daß die subvulkanischen Lagerstätten des Banská Štiavnica-Typus im Gesamten nicht als epithermal bezeichnet werden können, da die Thermalitätsbedingungen hier von epithermalen bis zu mesothermalen schwanken, ja bis an die katathermalen heranreichen. Das selbe wurde auch durch Beobachtungen an anderen Lagerstätten (Z. B. Baia Sprie und Herja in Rumänien) bewiesen.

5. Hinsichtlich der Thermalität der Lagerstätten der Sideritformation des Zips-Gömörer Erzgebirges stehen bisher nur vereinzelte Angaben zur Verfügung. Die Dekreptionsanalysen mancher Minerale ergaben recht hohe Temperaturen, die in Wirklichkeit bei der Kristallisation dieser Minerale wahrscheinlich nicht existierten. So dekrepitierten z. B. die Magnesite nach Trdlička et Kupka (1964) meist bei Temperaturen von 345—385 °C und nach F. Novák (1960) (in Ilavský et Novák 1962) dekrepitierte der Gang-Siderit aus Rožňava bei Temperaturen zwischen 320—355 °C, Ankerit bei 350—370 °C, Baryt bei 380 °C, Albit bei 305—325 °C, Quarz bei 260—325 °C. Diese Temperaturen, besonders im Falle des Magnesits, ferner bei Siderit, Ankerit und Baryt, sind offensichtlich viel höher als die Kristallisationstemperaturen, andernfalls müsste man diese zweifellos apomagmatische Mineralisation als katathermal bezeichnen.

Die Homogenisationstemperatur der zweiphasigen primären Einschlüsse bei der Zinkblende aus Rožňava beträgt 205 °C, bei Quarz aus dieser Lokalität wurden Temperaturen von 175—210 °C festgestellt und bei Albit Temperaturen innerhalb des Bereichs von 210—265 °C; diese Angaben entsprechen wahrscheinlich den Kristallisationstemperaturen besser, als die Dekreptionstemperaturen. Bei Quarz aus anderen Lagerstätten des Zips-Gömörer Erzgebirges wurden noch niedrigere Temperaturen (135—175 °C) festgestellt.

Aus den angeführten Ergebnissen und ihrer Auswertung geht hervor, daß diese Methode mit Erfolg bei der Lösung verschiedener genetischer, die Lagerstätten betreffender Probleme angewendet werden kann. Die Homogenisationstemperaturen der Einschlüsse in den untersuchten Zinkblenden sind in gutem Einklang mit der Vorstellung über die Thermalität der einzelnen Zinkblendevorkommen, die auf der Auswertung des allgemeinen Charakters der Lagerstätte, deren Typus, des Charakters ihrer Mineralgesellschaft, der räumlichen und zeitlichen Position der Zinkblende im Rahmen der allgemeinen Mineralisation und auf anderen Faktoren gegründet ist. Künftig soll diese Forschung erweitert werden, wobei man die Beziehungen zwischen der Thermalität der Zinkblenden und ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften verfolgen wird.

Übersetzt von V. Dlabačová.

SCHRIFTTUM

Atanasov A. N., 1963: Mineral-thermometric studies of the complex-ore deposit Madjarovo. Godišnik na Sofijskija universitet, Biol.-geol.-geogr. fak., Kniga 2, Geologi-

ja, 56. — Bailey S. W., Cameron E. N., 1951: Temperatures of mineral formation in bottomrun lead-zinc deposits of the Upper Mississippi Valley, as indicated by liquid inclusions. *Econ. Geol.* 46. — Hak J., Trdlička Z., Litomiský J., 1964: Chemism of the sphalerite from the Rejsy zone near Kutná Hora. *Sbor. geol. věd, řada TG*, 4, Praha. — Ilavský J., Novák F., 1962: Processus de régénération métallogénique d'âge alpin dans les Monts métallifères du Spiš et du Gemer. *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble*, 38. — Kullerud G., 1953: The FeS-ZnS system as a geological thermometer. *Norsk. geol. Tidsskr.* 32, Oslo. — Lazarenko E. K., 1955: Zinkblende der Kieslagerstätten im Mittel-Ural (russisch). *Uč. zapiski Lvov. gos. univ.* 35, ser. geol. 8, Lvov. — Newhouse W. H., 1953: The temperature of formation of the Mississippi Valley lead-zinc deposits. *Econ. Geol.* 28. — Novák F., Kvaček M., 1964: Geochemie des Sphalerites vom Turkaňk-Gangzug im Kutná Hora-Erzrevier. *Sbor. geol. věd, řada TG*, 4, Praha. — Seeliger E., 1950: Pseudohydrothermale Pb-Zn Erzgänge im Ruhrgebiet und im Gebiet Velbert-Lintorf. *Archiv für Lagerstättenforschung* 80. — Schwartz G. M., 1931: Textures due to unmixing of solid solutions. *Econ. Geol.* 26. — Trdlička Z., Kupka F., 1964: Zur Bestimmung der Entstehungstemperatur der metasomatischen Spatmagnesite im Zips-Gömörer Erzgebirge mit Hilfe der Dekrepitationanalyse. *Geol. sbor. Slov. akad. vied* 15, 1, Bratislava.

Zur Veröffentlichung empfohlen von B. Cambel.