

Gibt es in der Grauwackenzone mobilisierte sedimentäre Sideritlagerstätten?

Von A. BERAN*)

Die Antwort auf die im Titel des Vortrags gestellte Frage soll aufgrund mineralogischer Untersuchungen, die vor allem am Steirischen Erzberg und in der Radmer durchgeführt wurden, gegeben werden.

Bei der sog. Grauwackenzone handelt es sich um eine paläozoische Gesteinsserie, die (innerhalb des österreichischen Bundesgebietes) entlang des Südrandes der Nördlichen Kalkalpen verläuft und die in einen Ost- und einen Westabschnitt unterteilt wird. Sie ist im wesentlichen aus Sandsteinen, Kalken und Dolomiten sowie aus Schiefeln und metamorphen Vulkaniten aufgebaut. Die Tektonik der östlichen Grauwackenzone wird durch die Deckengliederung in eine tiefere Veitscher Decke (Gesteine des Karbons) und eine höhere Norische Decke (altpaläozoische Gesteinsserien) bestimmt. Die Grauwackenzone enthält zahlreiche (z. T. wirtschaftlich bedeutende) Minerallagerstätten. Im Ostabschnitt sind vor allem die Graphitlagerstätten von Kaisersberg und Sunk zu nennen sowie die Magnesitlagerstätten von Veitsch, Oberdorf und Sunk. Die Sideritlagerstätten vom Steirischen Erzberg und der Radmer sind an die Norische Decke gebunden und liegen am Nordrand der Grauwackenzone. Im Liegenden der Sideritlagerstätten findet sich der Blasseneckporphyroid, der dem oberen Ordovizium zuzuordnen ist. Die sog. erzführenden Kalke des Unter- und Mitteldevons werden von permotriadischen Werfener Schichten diskordant überlagert. An der Basis der Werfener Schichten ist die Werfener Basisbreccie eingeschaltet.

Mikrosondenanalysen von verschiedenen Sideritertypen des Erzberges haben gezeigt, daß diese relativ einheitlich zusammengesetzt sind. Die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung von Korn zu Korn sind gering. Die Eisengehalte der Siderite schwanken zwischen etwa 52,5 und 54,5 Gew.-% FeO. Die Magnesium- und Mangangehalte liegen zwischen etwa 3 und 4,5 Gew.-% MgO und etwa 2,5 und 3,5 Gew.-% MnO. Gewissermaßen im Gegensatz dazu sind die Ankeritgesteine oft sehr unterschiedlich zusammengesetzt. Folgende Typen können dabei unterschieden werden:

*) Adresse: Institut für Mineralogie und Kristallographie der Universität Wien, A-1010 Wien, Dr.-Karl-Lueger-Ring 1.

1. feinkörnige Fe-arme Ankeritgesteine (durchschnittlich etwa 10 Gew.-% FeO) mit stark wechselndem Mg/Fe-Verhältnis der einzelnen Ankeritkörner,
2. feinkörnige Fe-reiche Ankeritgesteine einheitlicher Zusammensetzung (mit bis zu etwa 20 Gew.-% FeO) und
3. überwiegend gangförmig und als Reaktionssäume zwischen feinkörnigen Fe-reichen Ankeritgesteinen und Sideritgesteinen auftretende spätige Fe-reiche Ankerite einheitlicher Zusammensetzung (mit bis zu etwa 20 Gew.-% FeO).

Die spätigen Fe-reichen Ankerite dringen auch querschlägig in die Werfener Basisbreccien ein, womit Permoskyth als untere Grenze ihres Bildungszeitraumes angegeben werden kann.

In der Radmer konnten feinkörnige gebänderte Sideritgesteine festgestellt werden, deren MgO-Gehalte etwa zwischen 2,5 und 5 Gew.-% schwanken. Innerhalb dieser Sideritgesteine lassen sich drei in ihrem Mg/Mn-Verhältnis unterschiedliche Siderittypen unterscheiden, die sich in regelloser Abfolge im Millimeterbereich wiederholen. Die mittleren MgO-Gehalte dieser Siderittypen (Standardabweichung in Klammern) betragen 2,97 (0,32), 3,23 (0,29) und 3,79 (0,57) Gew.-%, die mittleren MnO-Gehalte 3,48 (0,27), 3,26 (0,28) und 2,78 (0,33) Gew.-%. Die makroskopisch erkennbare Bänderung wird durch die lagenförmige Anreicherung von Pyrit, Quarz, Muskovit und kohligter Substanz hervorgerufen. Diese Wechsellagerung chemisch unterschiedlicher Siderite, im Zusammenhang mit der gebänderten Struktur der Sideritgesteine, wird als starker Hinweis auf eine primär sedimentäre Sideritbildung angesehen. Ohne Berücksichtigung des chemischen Befundes könnten derartige gebänderte Strukturen (die eindeutig als sedimentär zu bezeichnen sind) die Möglichkeit einer metasomatischen Umwandlung eines primären Kalksediments nicht ausschließen. Es ist jedoch schwer vorstellbar, daß eine gewissermaßen selektive Metasomatose in einem derart eng begrenzten Bereich abwechselnd einzelne Lagen eines Kalksediments erfaßt und so die Wechsellagerung dieser Siderittypen hervorruft. In Verbindung mit diesen an den gebänderten Sideritgesteinen der Radmer gemachten Beobachtungen wird auch die stark wechselnde Zusammensetzung einzelner Ankeritkörner in den feinkörnigen Fe-armen Ankeritgesteinen des Erzberges als Hinweis auf eine primär sedimentäre Bildung verstanden.

Der maximale Eisengehalt synthetischer Ankerite ist temperaturabhängig und gegenüber geringen Druckänderungen relativ unempfindlich; somit lassen sich Fe-reiche Ankerite prinzipiell als Geothermometer verwenden und vorsichtige Abschätzungen ihrer minimalen Bildungstemperatur vornehmen. Notwendige Voraussetzung für die Angaben derartiger Modelltemperaturen ist natürlich das Vorliegen eines Gleichgewichtszustandes. Verwendet man die Fe-reichen Ankeritgesteine einheitlicher Zusammensetzung als Geothermometer, so ergeben sich Modell-Entstehungstemperaturen von etwa 400 °C bei Drücken von 2–3 kbar.

Folgende genetische Modellvorstellung läßt sich aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse ableiten: Bei den feinkörnigen (inhomogen zusammengesetzten) Fe-armen Ankeritgesteinen handelt es sich um primär sedimentär gebildete Ankerite, die in ihrer stratigraphischen Stellung etwa den devonen Kalken gleichzusetzen sind. Etwa gleichzeitig kommt es zu einer primär sedimentären Sideritbildung, wobei ein während dieses Zeitraums auftretender lokaler Vulkanismus die Zufuhr der not-

wendigen Eisenlösungen bewerkstelligt. Im Zuge einer nachfolgenden Gebirgsbildung (variszische Orogenese) kommt es bei Temperaturen von etwa 400 °C und Drücken von 2–3 kbar zu einer Reaktion zwischen den sedimentär gebildeten Ankeritgesteinen und den sedimentär gebildeten Sideritgesteinen oder zwischen den Kalken und Sideritgesteinen unter Bildung der feinkörnigen (homogen zusammengesetzten) Fe-reichen Ankeritgesteine. Das für die Bildung der Fe-reichen Ankerite bei der Reaktion Kalk–Siderit notwendige Magnesium kann bei der Reaktion Fe-ärmer (Mg-reicher) Ankerit–Siderit zu Fe-reichem (Mg-armen) Ankerit freigesetzt werden. Die Bildung der Fe-reichen Ankerite ist somit an die Remobilisation eines bereits vorhandenen Stoffbestandes gebunden. In einem späteren orogenen Stadium (alpidische Gebirgsbildung) kommt es wieder bei Temperaturen von etwa 400 °C und Drücken von 2–3 kbar zu einer neuerlichen Reaktion und Stoffmobilisation – diesmal zwischen Siderit und den feinkörnigen Fe-reichen Ankeritgesteinen unter Bildung der spätigen Fe-reichen Ankerite. Bei den (ursprünglich inhomogenen) Sideritgesteinen kommt es während der orogenen Phasen zu einer Rekristallisation, die auf ihre Zusammensetzung „homogenisierend“ wirkt und sich letztlich in der Einheitlichkeit ihrer Zusammensetzung bemerkbar macht.

Unmittelbar nebeneinander vorkommende feinkörnige Kalke und grobspätige Siderite zeigen, daß bei den herrschenden Modell-Metamorphosetemperaturen von etwa 400 °C und Drücken von 2–3 kbar die Rekristallisation der Siderite bereits erfolgt sein mußte, während die Kalke von den herrschenden p,T-Bedingungen unbeeinflusst blieben. (Daß die Siderite leicht zur Rekristallisation neigen, ist eine vor allem bei iron-formation-Lagerstätten oft beschriebene und beobachtete Tatsache.)

Zweifellos können die während der orogenen Phasen ablaufenden Reaktionen, Rekristallisationen und Remobilisationen als metasomatische Vorgänge im weitesten Sinne verstanden werden. Diese Vorgänge beschränken sich jedoch auf relativ kleine Bereiche und „verarbeiten“ einen bereits vorhandenen Stoffbestand. Die Vielfältigkeit der chemischen Zusammensetzung mancher Ankeritgesteine sowie die zeitliche Abfolge ihrer Entstehung sprechen jedenfalls gegen einen einheitlichen Bildungsvorgang. Die entwickelte Modellvorstellung über eine mögliche Genese der Sideritlagerstätten kann keineswegs die Klärung aller in diesem Zusammenhang auftretender lagerstättenkundlicher Probleme für sich in Anspruch nehmen. Zweifellos lassen sich jedoch gewisse Beobachtungstatsachen wie die inhomogen zusammengesetzten Ankeritgesteine, die gebänderten Sideritgesteine, die Ankeritreaktions-säume unter Annahme eines derartigen Modells relativ leicht erklären, und so glaube ich doch die als Titel des Vortrags gewählte Frage (keineswegs vorbehaltlos) mit „ja“ beantworten zu können.

Summary

Investigations of ankerite rocks from the Steirische Erzberg region and of fine grained banded siderites from the Radmer Mine (Northern Graywacke Zone) have revealed different ankerite and siderite types. Alternating layering of chemically different siderites in mm thin zones and widely varying composition of individual

ankerite grains in fine-grained Fe-poor ankerite rocks are regarded as indications of a primary sedimentary formation. During orogenic phases the siderites recrystallize as coarse-grained siderites with a simultaneous formation of coarse-grained Fe-rich ankerites. Metasomatic events play a significant role. Application of Fe-rich ankerites as a geothermometer results in model metamorphic temperatures of about 400 °C at pressures from 2 to 3 kbar.

Literatur

- ANGEL, F. (1939): Unser Erzberg. — Mitt. Naturwiss. Ver. Stmk., 75, 227–321.
- BERAN, A. (1975): Mikrosondenuntersuchungen von Ankeriten und Sideriten des Steirischen Erzberges. — Tschermaks Min. Petr. Mitt., 22, 250–265.
- (1979): Die Stellung der Ankeritgesteine im Rahmen der Genese von Sideritlagerstätten der östlichen Grauwackenzone. — Tschermaks Min. Petr. Mitt., 26, 217–233.
- , THALMANN, F. (1978): Der Bergbau Radmer-Buchegg — ein Beitrag zur Genese alpiner Sideritlagerstätten. — Tschermaks Min. Petr. Mitt., 25, 287–303.
- DIMROTH, E. (1976): Aspects of the sedimentary petrology of cherty iron-formation. In: WOLF, K. H. (ed.), Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits, Vol. 7, Amsterdam-Oxford-New York: Elsevier.
- DOLEZEL, P., SCHROLL, E. (1972): Zur Geochemie der ostalpinen Siderite. — 2nd Intern. Symp. Min. Dep. Alps, Ljubljana 1972, 343–359.
- FRITSCH, W. (1960): Eine tektonische Analyse des steirischen Erzberges. — Berg-Hüttenm. Mh., 105, 225–231.
- HÖLL, R., MAUCHER, A. (1976): The strata-bound ore deposits in the Eastern Alps. In: WOLF, K. H. (ed.), Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits, Vol. 5, Amsterdam-Oxford-New York: Elsevier.
- HOLZER, H. F., PIRKL, H. R. (1976): The iron ore deposits in the Republic of Austria. In: ZITZMANN, A. (ed.), The Iron Ore Deposits of Europe, Vol. 1, Hannover: Bundesanst. Geowiss. Rohst.
- PETRASCHECK, W. (1947): Die alpine Metallogene. — Jb. Geol. Bundesanst. (Wien), 90, 129–149.
- PETRASCHECK, W. E. (1963): Die alpin-mediterrane Metallogene. — Geol. Rundsch., 53, 376–389.
- REDLICH, K. A. (1931): Die Geologie der innerösterreichischen Eisenerzlagerstätten. Wien-Berlin: Springer, Düsseldorf: Stahl Eisen.
- ROSENBERG, P. E. (1967): Subsolidus relations in the system $\text{CaCO}_3\text{—MgCO}_3\text{—FeCO}_3$ between 350 °C and 550 °C. — Amer. Min., 52, 787–796.
- SCHÖNLAUB, H. P. (1979): Das Paläozoikum in Österreich. — Abh. Geol. Bundesanst. (Wien), 33, 1–124.
- , FLAJS, G., THALMANN, F. (1980): Conodontenstratigraphie am Steirischen Erzberg (Nördliche Grauwackenzone). — Jahrb. Geol. Bundesanst. (Wien), 123, 169–229.
- THALMANN, F. (1978): Zur Eisenspatvererzung in der nördlichen Grauwackenzone am Beispiel des Erzberges bei Eisenerz und Radmer/Buchegg. — Verh. Geol. Bundesanst. (Wien), „3rd ISMIDA“ 1978, 479–489.