

Idiomorphe Magnesitkristalle aus dem „Dom“ des Grazer Schloßberges (Steiermark, Österreich)

Von Josef TAUCHER¹ & Christine Elisabeth HOLLERER²

Mit 8 Abbildungen und 2 Tabellen

Angenommen 30. November 2007

Summary: Idiomorphic magnesite crystals from the “cathedral” of the Grazer Schloßberg (Styria, Austria). – In the devonian dolomite of the “Dom” (“cathedral”) in the Grazer Schloßberg (Styria, Austria) idiomorphic magnesite crystals were found. The dolomite is chemically inhomogeneous. Calcite occurs in 2 generations. For magnesite and the dolomite a direct precipitation from the sea water is proposed. Tectonic deformations of the solidified rock led to fissures, which were again filled with coarse granular dolomite. In the dolomite limonitic pyrite crystals, carbonate-hydroxylapatite, an Al-Si-mineral of the kaolinite-serpentine group as well as muskovite were observed. Weathering formations such as calcite and “limonite” were found.

Zusammenfassung: Im devonischen Dolomit des „Domes“ im Grazer Schloßberg wurden idiomorphe Magnesitkristalle gefunden. Der Dolomit ist chemisch nicht homogen. Calcit kommt in 2 Generationen vor. Für den Magnesit und den Dolomit wird eine direkte Ausscheidung aus dem Meerwasser angenommen. Tektonische Beanspruchung des sich verfestigenden Gesteins führte zu Rissen, die mit grobspätigem Dolomit wieder gefüllt wurden. Im Dolomit wurden weiters limonitisierte Pyritkristalle, Carbonat-Hydroxylapatit, ein Al-Si-Mineral der Kaolinit-Serpentinegruppe sowie Muskovit beobachtet. An Verwitterungsbildungen sind Calcit und „Limonit“ zu beobachten.

1. Einleitung

Die erste Analyse eines steirischen Magnesites stammt von KLAPROTH (1810). Weitere Magnesitanalysen veröffentlichten HAUER (1852) vom Semmering und HAUER (1854) aus der Gegend von Bruck an der Mur. Laut FOETTERLE (1855) stammen diese Proben von St. Katharein an der Laming. Magnesit wurde im 19. Jahrhundert fortan von vielen Fundorten in der Steiermark bekannt gemacht (FOETTERLE 1855; ZEPHAROVICH 1853, 1873; HAUER 1867; RUMPF 1873; FOULLON 1884; u. a.). Um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert untersuchten VACEK (1893), SIGMUND (1914), KITTL (1920) und REDLICH (1921) die bedeutenden Magnesitlagerstätten der Steiermark und Österreichs wobei großteils die wirtschaftliche Nutzung im Vordergrund stand. Verschiedene genetische Typen von Magnesit wurden unterschieden (Typ „Kraubath“ („Giobertit“), Typ „Veitsch“) sowie eine „Verwandtschaft“ der ostalpinen Magnesit- und Sideritlagerstätten erkannt (HÖRHAGER 1911; REDLICH & GROSZPIETSCH 1913; REDLICH 1917; PETRASCHECK 1932, 1953; METZ 1938; MEIXNER 1953; LESKO 1972; HADITSCH & MOSTLER 1978). RUMPF (1876) nahm eine sedimentäre Bildung des Magnesites in einem seichten silurischen Meer an. In der Folge wurde ein metasomatisches (hydrothermal-epigenetisches) Modell der Entstehung sowohl der Magnesit- als auch der Sideritlagerstätten erarbeitet (REDLICH 1903, 1907, 1909, 1913, 1914, 1917(a), 1918, 1926, 1926(a) und 1934; FRIEDRICH 1951, 1958 und 1959; ANGEL & TROJER 1953 und 1955; CLAR 1956). Dieses führte zu einer heftigen wissenschaftli-

¹ Josef TAUCHER, Kaiser-Franz-Josef-Kai 52, A-8010 Graz. E-Mail: gebirge_taucer@aon.at

² Mag. Christine Elisabeth HOLLERER, Kaiser-Franz-Josef-Kai 52, A-8010 Graz.
E-Mail: christine.hollerer@aon.at

chen Auseinandersetzung. Den bald zahlreichen Vertretern der Theorie der „Metasomatose“ standen hauptsächlich H. LEITMEIER und M. ROZSA gegenüber (LEITMEIER 1910, 1914, 1916, 1917, 1917(a), 1951, 1951(a) und 1953; LEITMEIER & SIEGL 1954, 1954(a); ROZSA 1926). Neue Arbeiten nehmen für den westlichen Teil der Magnesitlagerstätten Österreichs eine frühvariszische epigenetisch-metamorphe Bildung im Silur – Devon an. Für den östlichen Teil wird ein hypersalines, lagunäres Milieu und eine frühdiagenetische Bildung im Oberkarbon angenommen (GOLLNER 1985; POHL 1990; SCHULZ & VAVTAR 1991, 1996; SCHULZ & al. 1997; WEBER 1997).

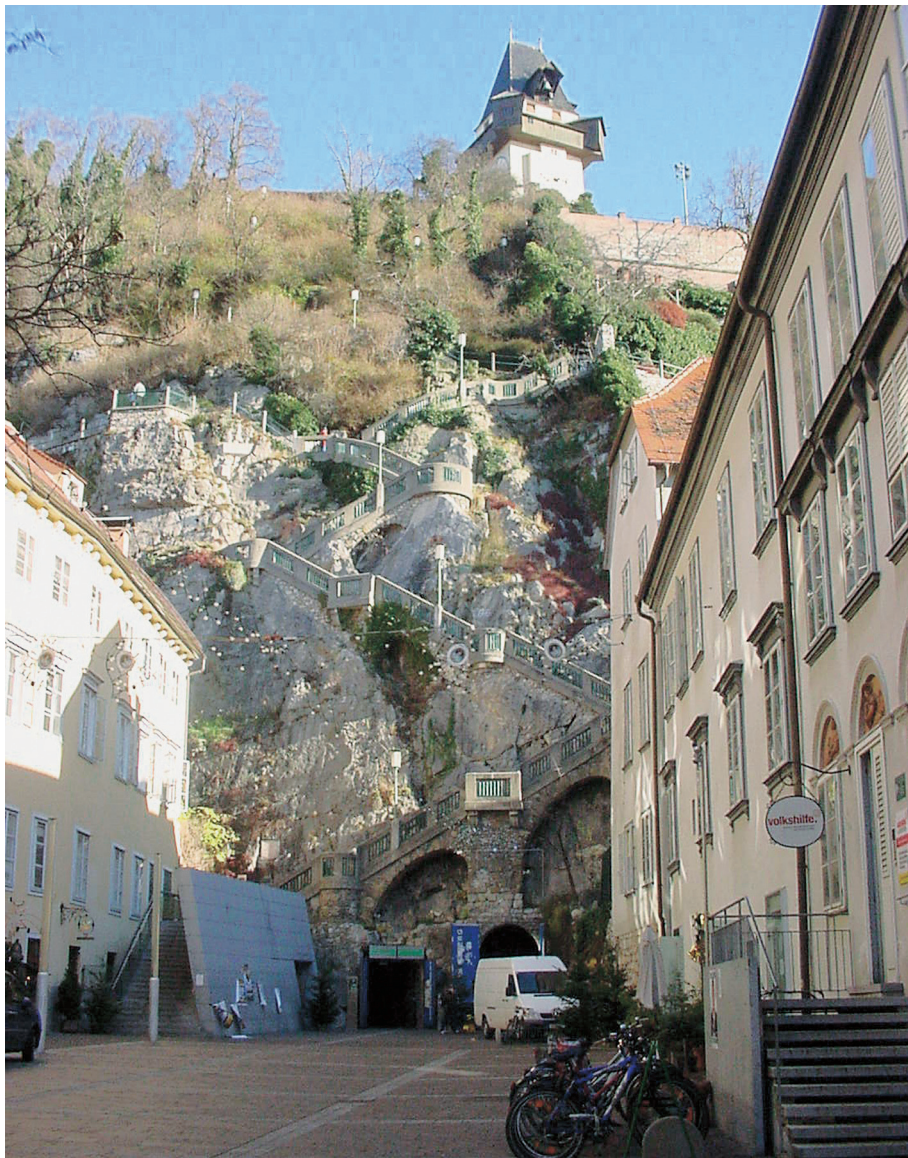


Abb. 1: Grazer Schloßberg mit Schloßbergstiege, Eingang zum Dom im Berg und Schloßbergplatz.
Grazer Schloßberg with Schloßbergstaircase, entrance to the cathedral into the mountain and Schloßbergplace.

Weiters wurde Magnesit salinar-sedimentärer Lagerstätten (MACHATSCHKI 1922; SCHROLL 1961; SIEGL 1969; KIRCHNER 1979; u. a.) sowie die genetische Beziehung zu Talklagerstätten untersucht (DÖLL 1898(a); WEINSCHENK 1900; KITTL 1919; BRAUN-MÜHL 1930; STUTZER et al. 1933; HADITSCH 1968; KIESL 1989 usw.). Über sedimentären Magnesit des Perm/Skyth berichten NIEDERMAYR & al. (1981) u. a.

Der Grazer Schloßberg war, bedingt durch seine Lage in der Landeshauptstadt und als Standplatz der Grazer Burg und des Uhrturmes, früh ein Objekt des naturwissenschaftlichen Interesses (Abb. 1). Er besteht aus gebanktem unterdevonischen Riffkalk, der zu einer mit Calcit zementierten Dolomitbrekzie umgewandelt wurde (HERITSCH 1935). Er ist Teil des Grazer Paläozoikums.

Ohne nähere Lokalisierung nennt bereits ANKER (1810) Hämatit, „Eisenniere“ und „Limonit“ vom Grazer Schloßberg. ANKER (1828) erwähnt außerdem Calcit, „Bergkristall“ und Pyrit. ANDRAE (1854) nennt erstmals Dolomit. ZEPHAROVICH (1859) erwähnt einen fraglichen „Toneisenstein“ und HATLE (1885) nennt „Stilpnosiderit“. Weiters wurden vom Bau des Jubiläumssteiges und des Felsensteiges (HERITSCH 1935), vom Bau des Schloßbergstollens (ANGEL 1954), vom Luftschutzzollen Haus Sporgasse 13 (HERITSCH & al. 1951; BOJAR & POSTL 1999), vom Stolleneingang P (KOLMER 1975), von der Schloßbergbahn (IPPEN 1895), aus einer Höhle Haus Sporgasse 10 – Sporgasse 13 (BOJAR & POSTL 1998), vom Hof der Stiegenkirche (GRÄF & POSTL 1998), vom Keller östlich des Palais Herberstein (GRÄF & POSTL 1998) und von den verschiedenen Hängen des Schloßberges Mineralfunde beschrieben. Beim Haus Pichler in der Sackstraße wurden bei Bauarbeiten Nephritgeschiebe gefunden (BERWERTH 1898). In den letzten Jahren wurde eine Reihe teilweise seltener Mineralphasen aus dem Bereich des Grazer Schloßberges beschrieben (siehe auch TAUCHER & HOLLERER 2001).

Das hier untersuchte Material stammt aus dem Aushub des sogenannten „Domes“, eines Veranstaltungsraumes innerhalb des Grazer Schloßberges (Abb. 2), sowie aus dem Liftschacht innerhalb des Grazer Schloßberges nahe des Schloßbergplatzes und der Schloßbergstiege (Felsensteig). Die Proben wurden während der Bauarbeiten aufgesammelt.



Abb. 2: Neonfahle neben dem Eingang zum Dom im Berg.
Neon board beside the entrance to the cathedral in the mountain.

2. Untersuchungsmethoden

Es wurden 4 polierte Dünnschliffe angefertigt. Die Dünnschliffe wurden mit einem Durchlicht- und einem Rasterelektronenmikroskop untersucht. Es wurde das Rasterelektronenmikroskop JSM-6310 der Firma Jeol, WD-Analysensystem Link Isis, 15 kV, 2.0 nAmp auf Al, ZAF Korrektur, Kohlenstoffbedampfung, am Institut für Mineralogie und Petrologie der Karl-Franzens-Universität, Graz, verwendet. Standards: P, F: Apatit; Ca, Mg, Fe: Granat; Mn: Rhodonit. Weiters wurden Röntgendiffraktometeraufnahmen angefertigt. Diese wurden mit dem Diffraktometer D500 der Firma Siemens, $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung, Pulverpräparate, Glasträger, 0.05° steps, 3.0 seconds/step, am Referat für Mineralogie am Steiermärkischen Landesmuseum Joanneum durchgeführt.

3. Ergebnisse

Makroskopisch ist der Dolomit des Grazer Schloßberges großteils feinkörnig und grau gefärbt. Handstücke zeigen unregelmäßige braune Verfärbungen sowie ebenso gefärbte Äderungen, die aus „Limonit“ bestehen. Kluftfüllungen zeigen einen grobspätigen Dolomit und sind weiß bis leicht gelblich gefärbt. In Hohlräumen und auf Spaltflächen sind dunkelbraun bis schwarz gefärbte Flecken zu beobachten, die aus Kryptomelan und/oder „Limonit“ bestehen. Außerdem sind im grau gefärbten Dolomit einerseits bis 1 mm große, schwarz gefärbte Pyritkristalle zu erkennen die teilweise oder bereits vollständig in „Limonit“ umgewandelt sind und einen glasartigen glänzenden Bruch zeigen. An Formen sind {210} und {111} erkennbar (Abb. 3).

Die unregelmäßigen Hohlräume sind fast immer mit einer glasigen, farblosen, manchmal mehrere Millimeter dicken Calcitkruste ausgekleidet. Häufig besteht die Kruste aus morphologisch sehr schlecht entwickelten, gerundeten Rhomboedern. Hohlräume, die keine Calcitaukleidung aufweisen, sind mit morphologisch gut entwickelten, wenige zehntel Millimeter großen Dolomitkristallen ausgekleidet. Diese werden von Fe-reichem, braun gefärbten Dolomit krustenartig umwachsen, wobei die Morphologie

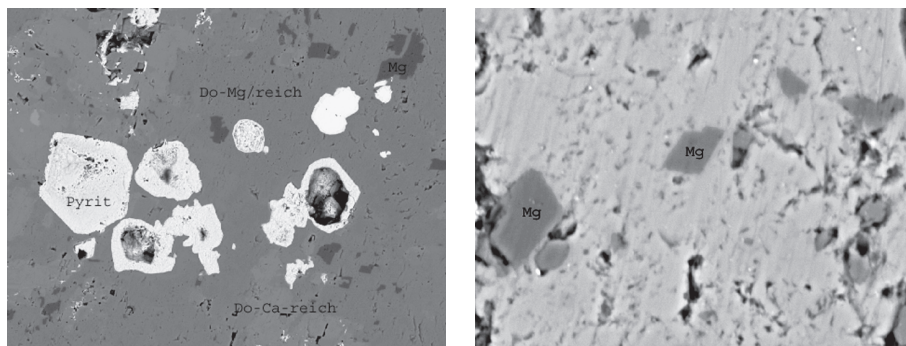


Abb. 3: Mehr oder weniger limonitisierte Pyritkristalle mit Magnesit (dunkelgrau) im Mg- und Ca-reichen Dolomit (mittel bzw. hellgrau); „Dom“, Grazer Schloßberg. REM-Foto: BSE-Bild. Bildbreite: 5 mm.

More or less limonitic pyrite crystals with magnesite (dark grey) in the Mg- and Ca-enriched dolomite (central and/or light-grey); „cathedral“, Grazer Schloßberg. REM-photo: BSE-picture. Display width: 5 mm.

Abb. 4: Idiomorphe Magnesitkristalle im Dolomit; „Dom“, Grazer Schloßberg. REM-Foto: BSE-Bild. Bildbreite: 1,2 mm.

Idiomorphous magnesite crystals in the dolomite; „cathedral“, Grazer Schloßberg. REM-photo: BSE-picture. Display width: 1.2 mm.

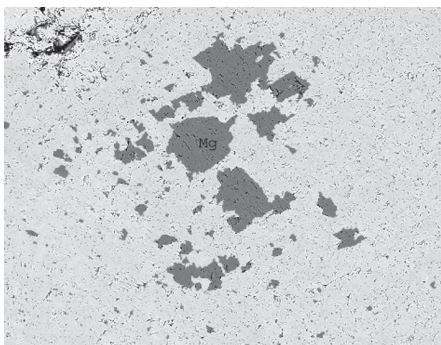


Abb. 5: Idiomorphe Magnesitkristalle im Dolomit; „Dom“, Grazer Schloßberg. REM-Foto: BSE-Bild. Bildbreite: 0,9 mm.
Idiomorphous magnesite crystals in the dolomite; “cathedral”, Grazer Schloßberg. REM-photo: BSE-picture. Display width: 0.9 mm.

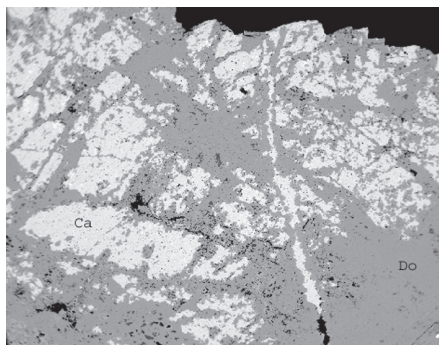


Abb. 6: Calcitrete im Dolomit; „Dom“, Grazer Schloßberg. REM-Foto: BSE-Bild. Bildbreite: 4 mm.
Remainder of calcite in the dolomite; “cathedral”, Grazer Schloßberg. REM-photo: BSE-picture. Display width: 4 mm.

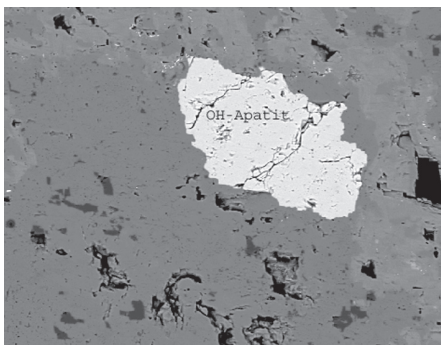


Abb. 7: Carbonat-Hydroxylapatit im Mg- und Ca-reichen Dolomit (mittel bzw. hellgrau); „Dom“, Grazer Schloßberg. REM-Foto: BSE-Bild. Bildbreite: 1,5 mm.
Carbonate-hydroxyl-apatite in the Mg- and Ca-enriched dolomite (central and/or light-grey); “cathedral”, Grazer Schloßberg. REM-photo: BSE-picture. Display width: 1.5 mm.

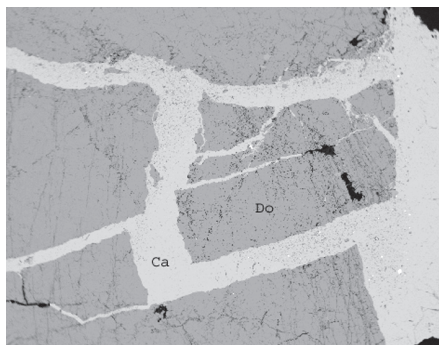


Abb. 8: Dolomitbrekzie mit Calcit verkittet; „Dom“, Grazer Schloßberg. REM-Foto: BSE-Bild. Bildbreite: 10 mm.
Dolomitbrekzie with Calcite cements; “cathedral”, Grazer Schloßberg. REM-photo: BSE-picture. Display width: 10 mm.

erhalten bleibt. Zwischen den Dolomitkristallen und der Fe-Dolomitkruste (Ankerit?) befindet sich ein schmaler Hohlraum. Wahrscheinlich kleiden diese Dolomit/Dolomit-Fe-Kristalle auch die Hohlräume aus, welche Calcitkrusten aufweisen, wobei Calcit die Letztbildung darstellt.

Mikroskopisch stellt der graue Dolomit den Hauptanteil. Chemische Analysen des Dolomites vom Grazer Schloßberg veröffentlichten IPPEN (1895), ROZSA (1926) und HERITSCH & al. (1951) (siehe Tab. 1: a, b, c, d, e und f). Unsere WD-Analysen dieses Dolomits aus den Schliffen sind ebenfalls der Tabelle 1 (i–g) zu entnehmen.

Der Dolomit ist chemisch keineswegs homogen. In BSE-Bildern erkennt man dunklere und hellere Bereiche. Die helleren Bereiche (Tab. 1: g) sind Ca-reich. Die dunkleren Bereiche (Tab. 1: h) sind hingegen Mg-reich (Abb. 3 und Abb. 7). Die Bereiche sind

scharf voneinander getrennt und es sind kristallographische Formen erkennbar (Abb. 4). Wenn man ein Mittel aus beiden Analysen bildet stimmt dieses sehr gut mit den Dolomitanalysen von IPPEN (1895) und HERITSCH & al. (1951) überein. Eine weitere WD-Analyse liefert ebenfalls eine Mg-reiche Dolomitzusammensetzung (Tab. 1: i) wobei an dieser Probe im BSE-Bild keine chemischen Unterschiede erkennbar waren. Die Magnetitkristalle im Dolomit (Tab. 2: (6)) sind chemisch weitgehend ident und weisen nur geringe Ca- und Fe-Gehalte auf. Der Fe-Gehalt ist gegenüber des Magnesits vom Semmering (HAUER 1852; Tab. 2: (1) und (2)) sehr niedrig und gleicht dem von Magnesit von St. Katharein an der Laming (HAUER 1854; Tab. 2: (3) und (4)) sowie von St. Erhard (ROZSA 1926; Tab. 2: (5)).

Innerhalb des Dolomites sind Reste von Calcit erhalten (Abb. 6). Der Calcit enthält kein Mg und nur wenig Mn und Fe (Tab. 2: (7)).

Tab. 1: Chemische Analysen von Dolomit des Grazer Schloßberges.

Mol.-%									
	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)
MgCO ₃	47,90	47,55	46,82	48,61	48,44	45,70	42,00	53,00	51,50
CaCO ₃	52,00	51,09	52,00	51,38	50,69	53,70	57,00	46,50	48,00
MnCO ₃	—	—	—	—	—	—	0,50	—	—
FeCO ₃	—	1,34	1,17	Spur	0,86	0,55	0,50	0,50	0,50

a) Schloßberg Nordseite (IPPEN 1895).

b) Schloßbergbahn, 25 m über den Straßenniveau der Sackstraße (IPPEN 1895).

c) Schloßbergbahn, 25 m über den Straßenniveau der Sackstraße (IPPEN 1895).

d) Schloßbergbahn, 9 m über den Straßenniveau der Sackstraße (IPPEN 1895).

e) Graz (ROZSA 1926).

f) HERITSCH et al. (1951).

g) Dolomit (heller Bereich im BSE-Bild, Abb. 3) „Dom“, Grazer Schloßberg (WD-Analyse).

h) Dolomit (dunkler Bereich im BSE-Bild, Abb. 3) „Dom“, Grazer Schloßberg (WD-Analyse).

i) „Dom“, Grazer Schloßberg (WD-Analyse).

Tab. 2: Chemische Analysen von Magnesit und Calcit.

	Magnesit						Calcit
	Mol.-%						Mol.-%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
MgCO ₃	92,74	92,21	98,11	99,30	96,92	97,00	—
CaCO ₃	3,40	2,86	0,72	Spur	2,25	2,00	98,00
MnCO ₃	—	—	—	—	—	—	1,00
FeCO ₃	3,85	4,89	1,16	0,70	0,82	1,00	1,00

(1) Magnesit vom Semmering (Magnesit (a); HAUER 1852).

(2) Magnesit vom Semmering (Magnesit (b); HAUER 1852).

(3) Magnesit aus der Gegend von Bruck an der Mur (Magnesit I; HAUER 1854).

(4) Magnesit aus der Gegend von Bruck an der Mur (Magnesit II; HAUER 1854).

(5) Magnesit, St. Erhard (ROZSA 1926).

(6) Magnesit vom „Dom“ im Grazer Schloßberg (WD-Analyse).

(7) Calcit im Dolomit vom „Dom“ im Grazer Schloßberg (WD-Analyse).

Weiters konnte in den Schliften noch ein Al-Si-Mineral der Kaolinit-Serpentingruppe sowie Muskovit und ein unregelmäßiges, ungefähr 0,5 mm großes Korn von Carbonat-Hydroxylapatit gefunden werden.

4. Diskussion

Im paläozoischen Dolomit des Grazer Schloßberges sind neben idiomorphen Magnesitkristallen (Abb. 4 und 5) Reste von Calcit zu beobachten (Abb. 6). Die Calcitreste scheinen auf eine Umwandlung des Kalkes in Dolomit hinzuweisen, wie sie von HERITSCH (1935) angenommen wurde. Die Anwesenheit von idiomorphen Magnesitkristallen innerhalb des grauen Dolomites spricht jedoch gegen eine metasomatische (hydrothermal-epigenetisch) Entstehung des Dolomites. Die Magnesite hätten bei einer Umwandlung des bereits vorhandenen Kalkes in Dolomit aufgelöst werden müssen. Weiters spricht die klare Trennung des im BSE-Bild helleren und dunkleren Dolomites dagegen. Der Chemismus der Magnesitkristalle vom Grazer Schloßberg deckt sich sehr gut mit dem des Magnesits von St. Erhard (ROZSA 1926; Tab. 2, (5)). Der Dolomit ist chemisch variabel. Es konnten zwei Mg-reiche und eine Ca-reiche Varietät (Tab. 1 h, i und g) festgestellt werden. An den Schlifften ist nicht eindeutig erkennbar ob es sich hierbei um eine sedimentäre Zonierung handelt.

Wir nehmen aufgrund der vorangegangenen Daten für die idiomorphen, Fe-armen Magnesitkristalle eine unmittelbare Ausscheidung aus dem Meerwasser im lagunären (?) Milieu an. Somit wäre auch der umgebende Dolomit direkt aus dem Meerwasser ausgeschieden, wobei die deutlich abgegrenzten kleinräumigen Dolomitbereiche mit unterschiedlichem Ca-/Mg-Gehalt ebenfalls auf einen derartigen Vorgang hindeuten könnten. Es ist schwer vorstellbar, dass Stoffwanderungen in bereits gebildetem Ca-Carbonat während der metasomatischen Dolomitisierung die vorhandenen Magnesitkristalle nicht verändert hätten und gleichzeitig eine „scheckige“ Struktur des Dolomites erzeugen konnten. Eine derartige Vorstellung einer unmittelbaren Ausscheidung aus dem Meerwasser wurde auch schon von LEITMEIER (1917a) für möglich/wahrscheinlich gehalten. Der diagenetisch verfestigte Dolomitgesteinskörper wurde später tektonisch beansprucht was zur Brekzienbildung und zu Rissen führte, die mit grobspätigem Dolomit gefüllt wurden (Abb. 8). Auch das Weiterwachsen der Dolomitkristalle in den Hohlräumen durch Fe-reichen Dolomit ist hierher zu stellen. Bereichsweise wurde primär Calcit gebildet der dann bei der Verfestigung und der tektonischen Beanspruchung von Mobilisaten, die auch die entstandenen Spalten mit Dolomit füllten, teilweise in Dolomit umgewandelt wurde (Abb. 6). Die Pyritkristalle, der Carbonat-Hydroxylapatit (Abb. 7), ein Mineral der Kaolinit-Serpentin-Gruppe und der Muskovit sind diagenetische Bildungen. Als jüngste Bildung findet sich Calcit als Hohlraumauskleidung in morphologisch schlecht entwickelten, farblosen Kristallen. Dieser stellt, ebenso wie Limonit, eine Verwitterungsbildung dar.

Dank

Für das Untersuchungsmaterial bedanken wir uns bei Herrn Dr. Peter Schmitzer, Graz, und bei Herrn Kurt Schellauf, Graz, sehr herzlich. Deta Gasser wird für die Begutachtung gedankt.

Literatur

- ANDRAE K. J. 1854: Bericht über die Ergebnisse geognostischer Forschungen im Gebiet der 9. Section der general Quartiermeisterstabs-Karte in Steiermark und Illyrien während des Sommers 1853. – Jb. k. k. Geol. Reichsanstalt 6(3): 529–567.
- ANGEL F. 1954: Über Rotlehm aus dem Grazer Stadtgebiet. – Mittbl. Abt. Min. Landesmuseum Joanneum 1: 4–8.
- ANGEL F. & TROJER F. 1953: Der Ablauf der Spatmagnesit-Metasomatoze. – Radex Rundschau 7/8: 315–334.

- ANGEL F. & TROJER F. 1955: Zur Frage des Alters und der Genesis alpiner Spatmagnesite. – Radex Rundschau 2: 374–392.
- ANKER J. M. 1810: Kurze Darstellung einer Mineralogie von Steyermark, oder systematische Aufzählung Steyermärkischer Fossilien mit Angabe ihrer Fundörter und Benützung, sammt einem Anhang. – Im Verlage bey Franz Ferstl. Grätz 1810, 140 pp.
- ANKER, M. J. 1828: IV. Geognostische Andeutungen über die Umgebung von Grätz. – Steyermärkische Zeitschrift 9: 121–128.
- BERWERTH F. 1898: Neue Nephritfunde in Steiermark. – Mitt. naturwiss. Vereines für Steiermark 34: 187–191.
- BOJAR H.-P. & POSTL W. 1998: Ein Silber-Gold-Amalgam, Spionkopit und Yarrowit aus dem Grazer Schloßberg, Steiermark. – Walter Gräf Festschrift. Mitt. Geol. und Paläont., Landesmuseum Joanneum, Sonderheft 2: 103–110.
- BOJAR H.-P. & POSTL W. 1999: 1182. Ein Silber-Gold-Amalgam, ged. Gold (?), ged. Kupfer, Cuprit, Djurleit, Yarrowit, Spionkopit, Azurit (?) und Quarz aus dem Grazer Schloßberg, Graz, Steiermark. – In: NIEDERMAYR G., BLASZ G., BOJAR H.-P., BRANDSTÄTTER F., HOLLERER C. E., MOSER B., POSTL W. & TAUCHER J.: Neue Mineralfunde aus Österreich XLVIII. – Carinthia II, Teil 1, 189/109: 230–231.
- BRANDENSTEIN M. & SCHROLL E. 1960: Borgehalte in Magnesiten. – Radex Rundschau 3: 150–158.
- BRAUNMÜHL H. von 1930: 2. Österreich (Kraubath). – In: Über die Entstehung der Lagerstätten dichten Magnesits vom Typus Kraubath. – Archiv. f. Lagerstättenforschung 45: 42–44.
- CLAR E. 1956: Zur Entstehungsfrage der ostalpinen Spatmagnesite. – Mitt. naturwiss. Vereines für Steiermark. Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. Angel. Sonderband. 20. Sonderheft der Carinthia II.: 22–31.
- DÖLL E. 1898: Dolomitischer Kalk nach Magnesit, Gymnit nach Kämmererit, zwei neue Pseudomorphosen. – Verh. k. k. Geol. Reichsanstalt 4: 111–112.
- DÖLL E. 1898a: III. Ueber das Auftreten des Talkes im Magnesit. – Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 8: 224–225.
- FENNINGER A. 1975: Die Fazies der Dolomit-Sandstein-Folge des Grazer Paläozoikums – ein Vorbericht. – Mittbl. Abt. Miner. Landesmuseum Joanneum 42: 29–30.
- FOETTERLE F. 1855: Ueber ein neues Vorkommen von Magnesit in Steiermark. – Jb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 6(1): 68–72.
- FOULLON H. Baron von 1884: Ueber ein neues Vorkommen von krystallisiertem Magnesit mit säulenförmiger Ausbildung. Bericht vom 18. November 1884. – Verh. k. k. Geol. Reichsanstalt 16: 334–335.
- FRIEDRICH O. M. 1951: Zur Genese ostalpinen Spatmagnesit- und Talklagerstätten. – Radex Rundschau 7: 281–298.
- FRIEDRICH O. M. 1958: Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnesit-Lagerstätten. – Berg- und Hüttenmännische Monatshefte. 103(12): 244.
- FRIEDRICH O. M. 1959: Zur Genesis der ostalpinen Spatmagnesit-Lagerstätten. – Radex Rundschau 1: 393–420.
- GOLLNER H. 1985: Die stratigraphische Stellung der Breitenauer Magnesitvorkommen. – Berg- und Hüttenmännische Monatshefte. 130(2): 45–50.
- GRÄF W. & POSTL W. 1998: Zur Geologie und Mineralogie. – In: ADLBAUER, K. & STER T., 1998: Lebensraum mit Geschichte – Der Grazer Schloßberg. – Verlag austria medien service, Graz, 91–102.
- HADITSCH J. G. 1968: Bemerkungen zu einigen Mineralien (Devillin, Bleiglanz, Magnesit) aus der Gips-Anhydrit-Lagerstätte Wienern am Grundlsee, Steiermark. – Archiv f. Lagerstättenforschung i. d. Ostalpen. 7: 54–76.
- HADITSCH J. G. & MOSTLER H. 1978: Genese und Altersstellung der Magnesitlagerstätten in den Ostalpen. – Verh. Geol. Bundesanstalt 3. 3rd ISMIDA, Leoben, 1977, 357–367.
- HATLE E. 1885: Die Minerale des Herzogthums Steiermark. – Verlag von Leuschner & Lubensky, k. k. Universitäts-Buchhandlung, 212 pp.
- HAUER C. von 1852: Arbeiten in dem chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt. – Jb. k. k. Geol. Reichsanstalt 3(2): 154–156.
- HAUER K. von 1854: VII. Arbeiten in dem chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt. – Jb. k. k. Geol. Reichsanstalt 5(4): 868–872.
- HAUER K. Ritter von 1867: Neues Vorkommen von Magnesit. – Verh. k. k. Geol. Reichsanstalt 3: 55–57.
- HERITSCH F. 1935: Geologie des Grazer Schloßberges. – Kleine Bücherei des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark 3, 16 pp.
- HERITSCH H., KOPETZKY I. & PAULITSCH P. 1951: Eine Vererzung im Grazer Schloßberg. – Mitt. naturwiss. Vereines für Steiermark 79/80: 127–132.
- HÖRHAGER J. 1911: Über die Bildung alpiner Magnesitlagerstätten und deren Zusammenhang mit Eisensteinlagern. – Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen 59(16): 222–226.

- IPPEN J. A. 1895: Die chemische Zusammensetzung des Dolomites des Grazer Schloßberges. – Mitt. naturwiss. Vereines für Steiermark 31: 272–275.
- KIESL W. 1989: Geochemischer Beitrag zur Genese der Talk/Magnesit-Lagerstätte Rabenwald. – Mitt. Österr. Miner. Ges. 134: 17–31.
- KIRCHNER E. CH. 1979: Salzlagerstätte Altaussee und Gipslagerstätte Wienern am Grundlsee, Steiermark, Österreich. – Fortschritte Mineralogie. 57, Beiheft 2: 106–113.
- KLAPROTH M. H. 1810: CLXXXV. Chemische Untersuchung des Magnesits aus Steiermark. – Beiträge zur Kenntniss der Mineralkörper 5: 97–102.
- KOLMER H. 1975: Spurenanalytische Untersuchungen an Carbonatgesteinen des Grazer Paläozoikums. – Mitt. naturwiss. Vereines für Steiermark 105: 53–69.
- LEITMEIER H. 1910: Zur Kenntnis der Carbonate. Die Dimorphie des kohlensauren Kalkes. I. Teil. – Neues Jahrbuch für Min. Geol. u. Paläont., 1: 49–74.
- LEITMEIER H. 1914: Über amorphen Magnesit. – Montanistische Rundschau 6(10): 319–324.
- LEITMEIER H. 1916: Zur Kenntnis der Carbonate. II. – Neues Jahrbuch f. Min. Geol. u. Paläont. 40, Beilageband: 655–700.
- LEITMEIER H. 1917: Einige Bemerkungen über die Entstehung von Magnesit- und Sideritlagerstätten. – Mitt. Geol. Ges. 9(3–4): 159–166.
- LEITMEIER H. 1917a: Die Genesis des kristallinen Magnesites. – Centralblatt f. Min. Geol. u. Paläont.: 446–454.
- LEITMEIER H. 1951: Die Magnesitvorkommen Österreichs und ihre Entstehung. – Montan-Zeitung 67: 133–137.
- LEITMEIER H. 1951a: Die Magnesitvorkommen Österreichs und ihre Entstehung. – Montan-Zeitung 67: 146–153.
- LEITMEIER H. 1953: Die Entstehung der Spatmagnesite in den Ostalpen. – Tscherma's Mineralogisch Petrographische Mitteilungen., Bd. III, Dritte Folge: 305–331.
- LEITMEIER H. & SIEGL W. 1954: Untersuchungen an Magnesiten am Nordrande der Grauwackenzone Salzburgs und ihre Bedeutung für die Entstehung der Spatmagnesite der Ostalpen. – Berg- und Hüttenmännische Monatshefte. 99 (11): 201–208.
- LEITMEIER H. & SIEGL W. 1954(a): Untersuchungen an Magnesiten am Nordrande der Grauwackenzone Salzburgs und ihre Bedeutung für die Entstehung der Spatmagnesite der Ostalpen. – Berg- und Hüttenmännische Monatshefte. 99 (12): 221–235.
- LESKO I. 1972: Über die Bildung von Magnesitlagerstätten. – Mineralium Deposita 7: 61–72.
- MACHATSCHKI F. 1922: Das Magnesitvorkommen im Kaswassergraben bei Großreifling. – Centralblatt f. Min. Geol. u. Paläont.: 11–18.
- MEIXNER H. 1953: Mineralogische Beziehungen zwischen Spatmagnesit- und Eisenspatlagerstätten der Ostalpen. – Radex Rundschau 7/8: 445–458.
- METZ K. 1938: Über die tektonische Stellung der Magnesit- und Erzlagerstätten in der steirischen Grauwackenzone. – Berg- und Hüttenmännische Monatshefte., Bd. 86, 5. Heft: 105–113.
- NIEDERMAYER G., SCHERIAU-NIEDERMAYER E., BERAN A. & SEEMANN R. 1981: Magnesit im Perm und Skyth der Ostalpen und seine petrogenetische Bedeutung. – Verh. Geol. Bundesanstalt 2: 109–131.
- PETRASCHECK W. 1932: Die Magnesite und Siderite der Alpen. Vergleichende Lagerstättenstudien. – Sitzber. Akad. Wiss. math.-naturwiss. Kl., Abt. I., 141: 195–242.
- PETRASCHECK W. 1953: Die österreichischen Magnesite als Glied der alpinen Metallogene. – Berg- und Hüttenmännisches Jb. 98(10): 207–211.
- PETRASCHECK W. E. 1972: Beziehungen zwischen kryptokristallinem und spätigem Magnesit. – Radex Rundschau (5): 339–350.
- POHL W. 1990: Genesis of magnesite deposits – models and trends. – Geologische Rundschau 79: 291–299.
- REDLICH K. A. 1903: Ueber das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen. – Jb. k. k. Geol. Reichsanstalt 53: 285–294.
- REDLICH K. A. 1907: Die Genesis der Pinolitmagnesite, Siderite und Ankerite der Ostalpen. In XXII. Mitt. Wiener Min. Ges. – Tscherma's Mineralogisch Petrographische Mitteilungen (NF) 26(5–6): 499–505.
- REDLICH K. A. 1909: Die Typen der Magnesitlagerstätten. – Zeitschrift für praktische Geologie, 17: 300–310.
- REDLICH K. A. 1913: Der Carbonzug der Veitsch und seine Magnesite. – Zeitschrift für praktische Geologie, 21: 406–419.
- REDLICH K. A. 1914: Die Bildung des Magnesits und sein natürliches Vorkommen. – Fortschr. Min. 4: 9–42.
- REDLICH K. A. 1917: Der steirische Erzberg. – Mitt. Geol. Ges. Wien 9(1–2): 1–62.
- REDLICH K. A. 1917(a): Zu H. Leitmeier's Artikel: Zur Kenntnis der Carbonate. II. – Centralblatt f. Min. Geol. u. Paläont.: 52–54.

- REDLICH K. A. 1918: Letztes Wort zu H. Leitmeier: Zur Kenntnis der Karbonate II. – Mitt. Geol. Ges. Wien 10: 136–138.
- REDLICH K. A. 1921: Der Magnesit des Wiesergutes bei Oberdorf an der Lamming und von Arzbach bei Neuberg (Steiermark). – Verh. Geol. Staatsanstalt 4–5: 74–83.
- REDLICH K. A. 1926: Sind die ostalpinen Karbonatlagerstätten und die mit ihnen genetisch verwandten Täle sedimentären Ursprungs? – Zeitschrift für praktische Geologie, 34(5): 65–67.
- REDLICH K. A. 1926a: Bemerkungen zu H. Mohrs: Zur Entstehungsfrage der alpinen Spatmagnesite vom Typus Veitsch. – Zeitschrift für praktische Geologie, 34(8): 125–126.
- REDLICH K. A. 1934: Die Typen der Magnesitlagerstätten, ihre Bildung, geologische Stellung und Untersuchung. – Zeitschrift für praktische Geologie, 42(10): 156–159.
- REDLICH K. A. & GROSZPIETSCH O. 1913: Die Genesis der krystallinen Magnesite und Siderite. – Zeitschrift für praktische Geologie, 21: 90–101.
- ROZSA M. 1926: Die Entstehung des Dolomits vom Gesichtspunkt der Sedimentation primären Magnesiumcarbonats. – Centralblatt f. Min., Geol. u. Paläont., Abteilung A: 217–233.
- RUMPF J. 1873: Ueber krystallisierte Magnesite aus den nordöstlichen Alpen. – Min. Mitt. gesammelt von Gustav Tschermak. 4: 263–272.
- RUMPF J. 1876: Ueber steirische Magnesite. – Mitt. naturwiss. Vereines für Steiermark bandnr: 91–96.
- SCHROLL E. 1961: Über das Vorkommen von Magnesit in alpinen Salzlagerstätten. – Radex Rundschau 5: 704–707.
- SCHULZ O. & VAVTAR F. 1991: Anlagerungs- und Korngefüge als Merkmal für sedimentär-metamorphe Genese der Sideritlagerstätte Steirischer Erzberg. – Archiv f. Lagerstättenforschung, Geol. Bundesanstalt 13: 215–231.
- SCHULZ O. & VAVTAR F. 1996: Zur Genese des Steirischen Erzberges. – Mitt. Österr. Min. Ges. 141: 58–59.
- SCHULZ O., VAVTAR F. & DIEBER K. 1997: Die Siderit-Erzlagerstätte Steirischer Erzberg: Eine geowissenschaftliche Studie, mit wirtschaftlicher und geschichtlicher Betrachtung. – Archiv f. Lagerstättenforschung, Geol. Bundesanstalt 20: 65–178.
- SIEGL W. 1969: Entwurf zu einer salinar-sedimentären Entstehung der Magnesite vom Typ Entachen (Salzburg). – Mineralium Deposita 4: 225–233.
- SIGMUND A. 1914: 33. Minerale der Magnesitlagerstätte bei St. Erhard in der Breitenau. – In: Neue Mineralfunde in Steiermark und Niederösterreich. Mitteilungen aus der mineralogischen Abteilung des steiermärkischen Landesmuseums in Graz. IV. Bericht. – Mitt. naturwiss. Vereines für Steiermark. 50: 334–341.
- STUTZER O., WETZEL W. & HIMMELBAUER A. 1933: Magnesit und Talk. – In: O. STUTZER 1933: Die wichtigsten Lagerstätten der „Nicht-Erze“. Vol. 5: 249–365.
- TAUCHER J. & HOLLERER C. E. 2001: Die Mineralien des Bundeslandes Steiermark in Österreich, Vol. 2, 1124 pp.
- VACEK M. 1893: Einige Bemerkungen über das Magnesitvorkommen am Sattlerkogel in der Veitsch und die Auffindung einer Carbonfauna daselbst. – Verh. k. k. Geol. Reichsanstalt 17–18: 401–406.
- WEBER L., CERNY I., EBNER F., EICHHORN R., FETTWEIS G. B. L., FRANK W., GÖD R., GÖTZINGER M. A., GRÄF W., GÜNTHER W., HÖLL R., KIRCHNER E. CH., KÖPPEL V., MALI H., MELCHER F., PAAR W. H., PROCHASKA W., RAITH J. G., RANTITSCH G., SACHSENHOFER R. F., SCHROLL E., SCHULZ O., SEEMANN R., SPIELER A., STERK G., TUFAR W., VAVTAR F. & WEISS A. 1997: Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineral und Energierohstoffe Österreichs. – Archiv für Lagerstättenforschung, Geol. Bundesanstalt 19, 607 pp.
- WEINSCHENK E., 1900: Ueber einige Graphitlagerstätten. – Zeitschrift für praktische Geologie, 8: 36–41.
- ZEPHAROVICH V. Ritter von 1859: Mineralogische Lexicon für das Kaiserthum Österreich. – Wilhelm Braumüller, k. k. Hofbuchhändler, Wien, 627 pp.
- ZEPHAROVICH V. Ritter von 1873: Mineralogische Lexicon für das Kaiserthum Österreich. – II. Band. Wilhelm Braumüller, k. k. Hofbuchhändler, Wien, 436 pp.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: [137](#)

Autor(en)/Author(s): Taucher Josef, Hollerer Christine Elisabeth

Artikel/Article: [Idiomorphe Magnesitkristalle aus dem "Dom" des Grazer Schloßberges \(Steiermark, Österreich\) 41-50](#)