

Den Schnittpunkt des durch Punkt 6 zu ox parallel geführten Strahles mit der im entsprechenden Punkt von ox gefälltten Normalen verbindet man mit o und erhält auf der in t errichteten Normalen die Größe des Querschnittes bei induktionsfreier Belastung. Er ergibt sich mit $6 \cdot 1 \text{ mm}^2$.

Diesen Wert hat man noch mit $\frac{1}{\cos \varphi^2} = 1.56$ zu multiplizieren, um die Selbstinduktion zu berücksichtigen, und erhält als wahren Kupferquerschnitt 9.5 mm^2 .

Das Kabel muß demnach $3 \times 10 \text{ mm}^2$ Kupferquerschnitt erhalten.

Es soll noch hervorgehoben werden, daß die Tabelle auch umgekehrt zur Ermittlung des Spannungsabfalles

bei gegebener Querschnittsfläche, Stromstärke und Länge der Leitung verwendet werden kann.

Überhaupt läßt sie die Bestimmung einer der vier Größen, wie Querschnitt, Spannungsabfall, Stromstärke und Leitungslänge zu, wenn die drei übrigen gegeben sind. Bezüglich der zulässigen Erwärmung der Leitungen möge darauf hingewiesen werden, daß die maximale Amperebelastung der Querschnitte in den vom Elektrotechnischen Verein in Wien herausgegebenen „Sicherheitsvorschriften für Starkstromanlagen“ festgelegt ist und daß die ermittelten Querschnitte keine größere Strombelastung ergehen dürfen.

Über die Bildung alpiner Magnesitlagerstätten und deren Zusammenhang mit Eisensteinlagern.

Von J. Hörhager.

Literaturangabe:

J. Rumpf: Über steirische Magnesite. Mitteilungen d. naturwiss. Vereins für Steiermark, Graz, 1876.

B. Baumgärtel: Der Erzberg bei Hüttenberg in Kärnten. Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt 1902, Heft 2, S. 242.

R. Canaval: Über zwei Magnesitvorkommen in Kärnten. Zeitschrift Carinthia II, Nr. 6, 1904.

W. A. Humphrey: Über einige Erzlagerstätten in der Umgebung der Stangalpe. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt 1905, Heft 2.

K. Redlich: Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt 1903, Heft 2.

K. Redlich: Die Genesis der Pinolitmagnesite, Siderite und Ankerite der Ostalpen. Tschermarks miner. u. petrog. Mitteilungen, Bd. XXVI, Heft 5 und 6.

K. Redlich und F. Cornu: Zur Genesis der alpinen Talklagerstätten. Zeitschrift f. prakt. Geologie, April 1908.

K. Redlich: Zwei neue Magnesitvorkommen in Kärnten. Zeitschrift f. prakt. Geologie, November 1908.

* * *

Es ist eine auffallende Erscheinung, daß die in Österreich-Ungarn vorkommenden kristallinen Magnesite sich immer in der Nähe von Eisensteinlagern finden; alle nordalpinen Magnesitvorkommen liegen in derselben Zone, in welcher der sogenannte nördliche Spateisensteinzug von Schwaz in Tirol bis zum Semmering streicht; die in den letzten Jahren erst bekanntgewordenen Magnesite in Kärnten liegen in der Nähe des südalpiner Erzuges, der von der Innerkremis in Kärnten über Turrach und Hüttenberg bis Waldenstein im Lavanttal zieht; und die in Oberungarn ausgenutzten Magnesitlager gruppieren sich um den dortigen Erzberg. Diese Gemeinsamkeit des Vorkommens deutet auf einen Zusammenhang in der Entstehung der Eisen- und Magnesitlagerstätten und drängt

dazu, auch für die Bildung der letztern eine befriedigende Erklärung zu finden.

Professor J. Rumpf, der sich zuerst mit den steirischen Magnesiten beschäftigt hatte, erklärte in einem Vortrag, gehalten im Jahre 1875 in der Versammlung deutscher Naturforscher in Graz, die Lagerstöcke der Magnesitspate als Produkte der Thermen des Silur; dazu wurde bemerkt, es schiene momentan plausibel, die grobkristallinen Magnesite kurzweg für fortgesetzte Auslaugungsprodukte der Kalksteinlager zu halten, aber schon die Tatsache, daß bei keinem Dolomitlager dieses Stadium erreicht ist, und auch in sämtlichen Magnesitlagerstätten des Silur kein stichhaltiger Beleg für diese Annahme aufzubringen war, läßt kaum hoffen, ihre Entstehung durch Metamorphosierung überhaupt erklären zu können.

Trotzdem bestand jedoch die Annahme weiter, daß die Magnesitlager sich durch Umwandlung aus Kalk- oder Dolomitlagern gebildet hätten. Begründet wurde diese Anschauung wohl damit, daß die Magnesitlager sich ausschließlich nur in Verbindung mit dolomitischen Kalken finden, deren Ausgehendes gegen die Oberfläche bilden, im Innern Kerne von Dolomit enthalten und gegen die Tiefe wieder in Dolomit übergehen, gerade so, wie sich bei Eisensteinlagern das Braunerz zum Weißerz verhält. Dieser Analogieschluß ist allerdings insofern unzutreffend, als die Umwandlung von Weißerz in Braunerz unter dem Einfluß der Atmosphärrillen erfolgt, während bei der Umwandlung von Dolomit in Magnesit Kalk ausgelaugt und damit das Gestein immer magnesitreicher werden soll. Unerklärlich blieb dabei, daß das ausgelaugte Gestein, dem mit dem Kalk ungefähr die Hälfte seiner Substanz entzogen würde, nicht porös und locker wird, sondern als Magnesit fast die gleiche Dichte wie Dolomit hat. Unerklärlich blieb weiter, woher der Eisengehalt des Magnesits kommt, da derselbe häufig bedeutend höher ist als einer Anreicherung durch Auslaugen des Kalkes entspricht.

Im Jahre 1903 veröffentlichte Professor Dr. K. Redlich eine Abhandlung „Über das Alter und die Entstehung

einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen“, welcher im Jahre 1907 eine zweite folgte „Die Genesis der Pinolithmagnesite, Siderite und Ankerite der Ostalpen.“ Nach dieser Veröffentlichung bilden die Siderite, Ankerite und Pinolithmagnesite Lagerstätten von gleicher Beschaffenheit, deren Entstehung sich nur mit dem Metamorphismus präexistierender Materialien erklären läßt. Nach der zweiten Abhandlung muß man sich vorstellen, daß Magnesiumcarbonate in die Kalkmassen eingedrungen sind und in der ersten Phase Dolomit gebildet haben, dann aber beim weitem Vordringen der Lösungen reine Magnesiumcarbonate zum Absatz brachten, wobei ein Teil der leichter löslichen Kalkcarbonate weggeführt worden sein mag. Der beste Beweis, daß ursprünglich Kalk allein vorhanden war, sind nach Redlich die zahlreichen in Dolomit und Magnesit umgewandelten Krinoiden-Stielglieder. Die Magnesitlagerstätten vom Sunk bei Trieben, Kaintaleck bei Leoben u. a. entstanden zweifellos aus nachhinein eingedrungenen Lösungen, deren Zufuhrwege an der Grenze der Tonschiefer und Kalke angenommen werden müssen. Durch eine Reihe von Analysen weißt Redlich den allmählichen Übergang von den Ankeriten zu den Magnesiten der nordsteirischen Alpen nach. Zum Schlusse bemerkt er dann, daß nach einer mündlichen Mitteilung von Hofrat Dr. Höfer in Leoben die Magnesite, Ankerite und Siderite der Stangalpe an der steirisch-kärntnerischen Grenze ein Beispiel liefern für den direkten Übergang dieser Lagerstätten in einander.

Mit Bezug hierauf wird über das, erst im Jahre 1904 bekanntgewordene Magnesitvorkommen der Stangalpe bei Turrach und über die benachbarten, erst einige Jahre bekannten Magnesitlager in Kärnten folgendes mitgeteilt. Wenn man vom Bergorte Turrach, im südwestlichsten Winkel Obersteiers, durch den Nesselbachgraben gegen Südwest zur Stangalpe geht, so kommt man nach etwa 3 km Weglänge an Halden von armen Spateisenstein vorbei, der vom sogenannten alten Kupferbau auf der Schafalpe herrührt. Nach Überschreiten des Nesselbachgrabens führt der Weg über den Ausgang des Werchzirmgrabens mit dem außer Betrieb stehenden Antrazitbergbau Brandl und verliert sich dann in der sogenannten Kotalm auf der steirischen Seite der Stangalpe. Ober den Kotalmhütten liegt am linken Gehänge ein alter Stollen, in welchem sich Fahlerz in Dolomit eingesprengt findet, welches nach Analyse von Prof. R. Schöffel in Leoben folgende Zusammensetzung hat:

20.28%	S
30.76%	Cu
21.68%	Sb
1.66%	Zn
0.49%	Ag
5.11%	Fe
20.02%	Gangart und Verlust.
100.00%	Sa.

Gleich oberhalb des Stollens finden sich im anstehenden Dolomit, wie in den herumliegenden Blöcken, Adern und Klüfte sowie oberflächliche Überzüge von

Magnesit, der sich durch seine braune Färbung deutlich vom lichtgrauen Dolomit abhebt und den Eindruck macht, als seien Magnesitlösungen nachträglich in den Dolomit eingedrungen. Steigt man nun weiter gegen den Kamm des Berges an, der hier die steirisch-kärntnerische Grenze bildet und in steilen, fast senkrechten Felswänden gegen die Kotalm abfällt, so zeigt sich hier ein schöner Aufschluß von braungefärbtem Magnesit, der schichtenweise in dem Dolomit eingelagert ist, mit demselben wechsellagert und vom Kamm 30 bis 40 m im Dolomit niedersetzt, wie in Ausläufern, dann aber aufhört. Hat man den Kamm erreicht, so sieht man, daß der Magnesit sich nach West auf der Kärntner Seite der Stangalm fortsetzt und in einzelnen mächtigen Blöcken und Felsriffen über dem Almboden hervorragte. Auf dem vom Rasen freien Grenzücken bemerkt man deutlich, wie der Dolomit, mit etwa 60° gegen Nord einfallend, zwischen Tonschiefer im Hangenden und Liegenden eingelagert ist, der Magnesit ungefähr das mittlere Drittel des Dolomits einnimmt und daß Schichten des lichten Dolomits mit dunkelbraunen 1 bis 20 m mächtigen Schichten von Magnesit wechsellagern. Diese Art des Vorkommens läßt es ganz ausgeschlossen erscheinen, daß hier eine allmähliche Umwandlung von Dolomit in Magnesit stattgefunden habe, denn dann müßte diese Umwandlung von oben nach unten in allen Schichten des Dolomits gleichmäßig vorgegangen sein und könnte dann keine Wechsellagerung ergeben! Die deutliche Einlagerung der Magnesitschichten in jene des Dolomits mit den 30 bis 40 m tief niedersetzenden Ausläufern macht vielmehr den Eindruck, als wäre eine Magnesitlösung von oben in die Spalten und Klüfte des Dolomits eingedrungen.

Charakteristisch für diese Entstehung dürften folgende Analysen von Prof. R. Schöffel in Leoben sein, wobei I der Hangend-Dolomit vom Turracher Eisensteinlager ist, II und III von einer Stufe im Übergange sind, u. zw. II die deutlich körnige dolomitische Grundmasse, III der darin ausgeschiedene Magnesit, welcher durch seine eigentümlich spiegelnden Kristallflächen von der dolomitischen Grundmasse gut zu unterscheiden war.

	I	II	III
	in Prozent		
Si O ₂	0.34	1.54	0.85
Fe CO ₃	1.31	3.85	11.14
Mn CO ₃	0.38	—	—
Ca CO ₃	63.13	53.87	9.82
Mg CO ₃	34.62	40.74	78.19
Summe	99.78	100.00	100.00
	Fe CO ₃ =		
	3.8%	9.4%	14.2%
	Mg CO ₃ =		

Das aus den Analysen berechnete Verhältnis von Fe CO₃ : Mg CO₃, ausgedrückt in Prozenten des letzteren, zeigt, daß der Eisengehalt stärker zunimmt als der Magnesia-gehalt, woraus auf den Zutritt einer eisenreichen Magnesia-lösung geschlossen werden muß.

Um nun von diesen Einzelheiten auf die allgemeinen geologischen Verhältnisse überzugehen, sei hiezu nach V. Pichlers Abhandlung über die Umgebung von Turrach

gang von Ankerit zum Magnesit nachgewiesen hat, nur mit dem wesentlichen Unterschiede, daß in den nordsteirischen Alpen Ankerit, also Kalkcarbonat, das Bindeglied bildet, während im steirisch-kärntnerischen Grenzgebiete Breunerit, also Magnesiicarbonat, den Übergang herstellt.

Im einzelnen wird zu den angeführten Analysen noch folgendes bemerkt. Die Erze von Bundschuh und Turrach, Analysen 1 bis 6, sind zumeist aus Schwefelkies umgewandelte Brauneisensteine, wie durch Einschlüsse von Kiesknollen und Verkiesung der Lager in die Tiefe nachgewiesen ist; nur an einer Stelle in Altenberg findet sich Spaterz mit Magnetit und Schwefelkies-Einschlüssen. Bei der Bildung aller dieser im Kohlenkalk vorkommenden Erzlager hat der Kalk an der Ausfällung des Eisens mitgewirkt, ist dabei in Lösung gegangen und fast vollständig weggeführt worden; nur im Spat- und Braunerz von Altenberg weist die Analyse noch 10 bis 12% Ca O und Mg O nach. In den Braunerzen sind diese fast völlig verschwunden, trotz des unmittelbaren Zusammenhangs mit dem Kohlenkalk. Ebenso ist der S fast gänzlich verschwunden, obwohl er in den ursprünglichen Schwefelkiesablagerungen als FeS_2 über die Hälfte der Substanz ausmachte. Es sind diese Erscheinungen wohl ein guter Beweis, wie vollständig vorher bestehende Stoffe bei der Umwandlung der Lagerstätte verschwinden können, so daß darnach wohl auch auf das gänzliche Verdrängen des Kalks in Magnesitablagerungen geschlossen werden kann. Hiezu wird als auffallende Erscheinung angeführt, daß Magnesit, welcher oberflächlich sowohl nach dem Aussehen als auch nach der chemischen Untersuchung wenig oder keinen Kalk enthält, beim Zersprengen der Blöcke wie beim Aufschließen der Lagerstätte dann doch einen merklichen Kalkgehalt ergibt. Es ist, als ob der Kalk auswittern würde und nur an der Oberfläche nahe ganz verschwindet, im Kerne aber länger erhalten bleibt. Da für die angeführten Analysen die Proben nur von der Oberfläche entnommen werden konnten, so ist wohl möglich, daß der Kalkgehalt der Analyse geringer ist als sich beim Aufschließen der Lager dann ergibt.

Der Eisenhalt nimmt im allgemeinen mit Entfernung vom Erzzug ab; dagegen ist er in den Analysen 11, 12, 13 höher und könnte die Eisenanreicherung vielleicht mit der Nähe des Roteisensteins unterm Pfannock zusammenhängen. Der Magnesit der Millstätter Alpe gleicht in seinem pinolitartigen Gefüge wohl den benachbarten Magnesiten, unterscheidet sich davon aber wesentlich durch Anflüge von Talk in den Spaltflächen. An der östlichen Grenze gegen den Schiefer im sogenannten Banklwalde finden sich reichliche Ausscheidungen von Talk als Ergebnis der Einwirkung von Magnesitlösung auf die Silicate des Schiefers. Nach dem geringen Eisengehalt sowie nach den noch nicht in $MgCO_3$ umgewandelten Silicatreten dürfte vielleicht der Millstätter Magnesit das am spätesten gebildete Magnesitvorkommen der Gegend sein.

Auffallend ist das Verhalten des Magnesits gegen Verwitterung. Im allgemeinen gilt, daß er schwer verwitterbar ist und deshalb in Felsrippen oder Rücken

über den Schiefer hervorragt oder als Bergkuppe zurückbleibt. Infolge seines Eisengehaltes ist er häufig, aber gar nicht immer, oberflächlich braun gefärbt. Der eisenarme Millstätter Magnesit zeigt selbst im Bachbett unter ständiger Einwirkung von Luft und Wasser nur schwach gelbliche Färbung und der eisenreiche Stangalpen-Magnesit liegt auf dem Almboden zerstreut in Blöcken, die ebenso weiß ausschauen wie der daneben befindliche eisenarme Dolomit. Dagegen ist derselbe Magnesit in den Schichten des Grenzückens deutlich braun gefärbt und in einer Rösche des Almbodens war er zu einem braunen Mulm wie Brauneisenstein zersetzt; es scheint als ob die im Humusboden sich entwickelnden Säuren den Magnesit viel stärker angreifen als die Atmosphärien allein, so daß der Magnesit gewissermaßen dem Erdboden gleich wird und als Mineral verschwindet.

Nachdem durch vorstehende Analysenreihe der chemische Zusammenhang zwischen Eisenerz und Magnesit nachgewiesen wurde, soll nun auch der Zusammenhang in der Entstehung erklärt werden. Redlich stellt sich den Bildungsvorgang in der Weise vor, daß als letzte Äußerung des Vulkanismus verschiedene Exhalationen und Quellentätigkeit stattfanden, welche eine Umsetzung bereits gebildeter Schichten in Erze bewirkten und daß dann neue Umwälzungen oder Anreicherungen erfolgten.

B. Baumgärtel vergleicht in seiner Monographie des Hüttenberger Erzberges die geologischen Verhältnisse der Ostalpen-Lagerstätten mit jenen Oberungarns und führt als bemerkenswert an, daß mit denselben Granitmassen vorkommen, in deren Umgebung weitere, ziemlich intensive Gesteinsumwandlungen vor sich gegangen sind, durch welche Kalkstein zu grobkörnigem Magnesit, Schiefer zu Talkablagerungen geworden sind.

W. A. Humphrey kommt in seiner Veröffentlichung über einige Erzlagerstätten in der Umgebung der Stangalpe zum Schlusse, daß die Intrusion des Zentralgranits die Ablagerungen des Karbons kontaktmetamorphisch verändert und in den untersten Schichten auch mit granitischem Material injiziert habe. Dann lösten sich die Spannungen in den Gesteinen in einzelne Klüfte auf, deren Haupttrichtung dem Schichtenstreichen parallel geht und in diesen Klüften stiegen nun die heißen Quellen empor, welche dort, wo das Nebengestein der Ausfällung günstig war, zur Ablagerung der Erze führten.

Mit Bezug auf diese vorstehenden Ansichten dürfte der Bildungsvorgang der Erz- und Magnesitlager im besprochenen steirisch-kärntnerischen Gebiete folgender gewesen sein. Als Zeugen für die Wirkung des Vulkanismus, der bei Hebung der Alpen tätig gewesen, finden sich in der Umgebung des Magnesitgebietes der Serpentin im Radlgraben bei Gmünd und Pegmatit-Granit am südlichen Fuße der Millstätter Alpe bei Radenthein. Auch das Graphitvorkommen am Klammberg unter dem Wöllaner Nock dürfte mit der vulkanischen Tätigkeit und der Magnesitbildung in irgend einem Zusammenhang stehen, da ja in der Nähe der großen Magnesitlager bei Veitsch und Sunk ebenfalls Graphit vorkommt. Als Nachwirkung des Vulkanismus entstanden Spalten und Klüfte, welche

besonders an den Gesteinsscheiden soweit in die Tiefe gingen, daß darin Exhalationen von Schwefelmetallen (Fahlerz) in die oberen Schichten drangen und heiße Quellen durch dieselben in die Höhe stiegen und nahe unter der Oberfläche oder auf derselben die gelösten Stoffe absetzten. Dabei dürften die eisenreichen Quellen aus tieferen Horizonten, die Magnesialösungen aus höheren Schichten stammen und wird stellenweise eine Vermengung beider stattgefunden haben. Der Kalk, welcher bei Ausfällung des Eisens in Lösung ging, wurde durch Auslaugung ebenso weggeführt wie jener, der von Magnesialösungen durchdrungen wurde; nur im Innern der Magnesitlager ist zuweilen noch ein Rest davon vorhanden. Wie der, durch steilen Absturz der Felswände gut aufgeschlossene Magnesit-Dolomit-Rücken an der steirisch-kärntnerischen Grenze deutlich zeigt, erfolgte die Infiltration der Magnesitlösung von oben; ebenso zeigen andere Magnesitlager, welche nach unten in Dolomit und Kalk übergehen, daß letzterer von oben nach unten in Magnesit muß umgewandelt worden sein.

Es muß also die Magnesitlösung neben dem Kalk im Schiefer emporgestiegen sein und dann das Kalklager von oben her durchtränkt haben. Daraus ergab sich dann, ähnlich den Dolinen im Kalkgebirge, die mulden- oder trichterförmige Gestalt der Magnesitlagerstätten, bei deren Berechnung erfahrungsgemäß nicht mit großer Tiefe gerechnet werden darf. Während die Eisenerze, als Einlagerung zwischen den Schichten, vorwiegend in die Tiefe entwickelt sind, erscheint der Magnesit wesentlich als horizontale Auflagerung! In der näheren oder weiteren Umgebung dieser Auflagerungen finden sich dann allerdings auch Magnesiteinlagerungen zwischen den Schichten, allein dies sind dann wahrscheinlich nur die Zuführungsgänge für die Lösungen und entsprechen also den sogenannten Wurzelgängen der Erzlager. Daraus dürfte es sich auch erklären, daß die bedeutendsten abbauwürdigen Magnesitlager in der Höhe liegen, während darunter befindliche Einlagerungen nur die nicht abbauwürdigen Reste von Zuführungsgängen sind, deren Masse zumeist von Erosion weggeführt worden ist.

Die Bergbau- und Hüttenproduktion Großbritanniens im Jahre 1908.

Berg- und Hüttenprodukte	Menge t	Wert Frs.	Durchschnittspreis pro t Frs.
a) Bergbauprodukte:			
Steinkohle	265,713.256	2.940,622.947	11.06
Graphit	103	2.547	24.72
Bituminöse Schiefer	2,938.312	20,056.381	6.82
Eisenerze	15,271.521	93,923.441	6.15
Sumpferze	4.364	27.086	6.20
Eisenkies	9.599	109.430	11.40
Bleierze	29.717	6,542.270	220.15
Zinkerze	15.469	1,586.136	102.50
Kupfererze	5.269	431.338	81.82
Zementkupfer	259	200.499	774.05
Golderze	7.237	67.463	9.34
Zinnerze (aufbereitete)	8.136	15,000.856	1843.76
Manganerze	6.409	122.519	19.11
Wolframerze	237	473.758	1998.94
Ocker, Umbraerde usw.	15.642	357.645	22.86
Arsenik	1.967	483.972	246.04
Arsenikkies	3.269	99.140	30.37
Flußspat	35.255	392.625	11.17
Gips	231.969	2,236.459	9.64
Schwefelsaurer Baryt	39.570	888.274	22.44
Schwefelsaures Strontian	16.733	311.517	18.61
Bauxit	11.903	76.290	6.40
Ton	14,637.990	46,399.050	3.15
Tonschiefer	420.958	26,023.938	61.84
Kreide	4,329.770	4,399.553	1.02
Kalksteine (außer Kreide)	11,796.426	30,999.289	2.63
Feuerstein, Kiesel	64.810	383.445	5.92
Kies und Sand	2,228.136	4,118.451	1.85
Sandsteine	5,105.229	35,967.301	7.05
Basalt	6,211.555	31,092.931	5.00
Glimmer	21.500	210.864	9.80
Alaunschiefer	5.459	18.638	3.45
Salz	1,873.462	14,863.130	7.94
Uranerze	72	190.411	2644.60
Kieselguhr	457	12.610	27.59
Kalkphosphat	9	353	39.22
Zusammen		3.278,692.557	