

Zur Genesis der alpinen Talklagerstätten.

Von

K. A. Redlich und F. Cornu in Leoben.

Obwohl das österreichische Federweiß einen Weltruf genießt und nach allen Ländern der Erde verfrachtet wird, ist dieser Gegenstand in der Literatur nur wenig behandelt worden, und nur kleinere Notizen nennen die Lokalitäten und widmen, mit Ausnahme der Arbeit Weinschenks, der mutmaßlichen Entstehung und Verbreitung einige Zeilen. Das wichtigste Vorkommen dieses Typus ist Mautern in Steiermark, alle übrigen sind kleinere Ansammlungen, welche für die Praxis von untergeordneter Bedeutung sind, und von denen nur einzelne zur Besprechung gelangen sollen, soweit sie geeignet sind, ein Licht auf die Entstehung unseres Naturproduktes zu werfen. Aus diesem Grunde sei an erster Stelle der Häuselberg bei Leoben genannt. Hier sieht man im kleinen jene Entstehungsvorgänge, die sich in der größeren Lagerstätte mehr oder weniger verwischen.

Die Magnesit-Talklagerstätte am Häuselberg.

Unweit von Leoben, oberhalb Leitendorf, befinden sich am Häuselberg mehrere Steinbrüche, welche wegen ihrer Mineralführung unser Interesse erregen. Es sind kristallinische Kalke und Magnesite, welche zu Bauzwecken gewonnen werden. Das Alter derselben wird auf Grund der sie begleitenden graphitischen Schiefer als karbonisch¹⁾ angesprochen, wegen der Analogie mit den Kaisersberger Graphiten, aus welchen schon lange eine karbonale Flora bekannt ist. Von Fossilien findet man Krinoidenstielglieder, welche teils einen sechsseitigen, teils einen fünfseitigen Nahrungskanal zeigen. Letztere wurden von Töula²⁾ als devonische Kupressokrinoideen angesprochen, eine Bestimmung, die später von Geyer³⁾ als unzureichend bezeichnet wurde. Für uns ist es wichtig, daß diese Formen vollständig mit Krinoiden-

stielgliedern aus dem Karbon von Kaisersberg übereinstimmen, und daß wir sie in der weiteren Umgebung von Leoben recht häufig antreffen, so am Kalvarienberg, beim Kaibitschhof, auf der Straße nach Nennersdorf, an den Hängen, an welchen der Südbahnhof gebaut ist, bis herüber nach Neudörfel. Ferner fand Herr Dr. med. Sperl aus Leoben zwei zerdrückte Korallen in den Kalken des Häuselberges, von welchen sich die eine nicht bestimmen ließ, die andere nach einer freundlichen Mitteilung Professor Peneckes in Graz *Cyatophyllum* n. sp. ist.

Betrachten wir die Schichten, wie sie sich aus einem Profil ergeben, das von dem zweiten (Thunhardt) Steinbruch oberhalb Leitendorf aus von O nach W gelegt wurde.

Zu tiefst sehen wir eine kleine Antiklinale von grauen und weißen Kalken. Dieselben sind meist dünngebant und führen oft schwache Grünschiefer und Phyllitzwischenlagen; fehlen diese, so sind die Schichtflächen leicht mit Glimmerschüppchen überzogen, oder es finden sich Neubildungen grüner Hornblende, welche durch ihre strahlbüschelige in einer Ebene gelegene Anordnung an die Blätter von *Annurlaia* erinnern. Im Dünnschliff sieht man an ihnen eine maximale Auslöschung von 18°. Die Schwingungen nach a sind gelb, nach b gelbgrün, nach c bläulichgrün. Nach oben zu überwiegen in schmalen Lagen alternierende Phyllite und Grünschiefer gegenüber den Kalken, und es ist interessant zu beobachten, wie der harte Kalk im Verbands der weichen Schiefer bruchlos gefaltet wird, so daß kleine Anti- und Synklinalen, ja sogar Überkippungen entstehen. Der Grünschiefer ist dunkelgrün und hat dann folgende mineralogische Zusammensetzung: Neben primären Chlorit ist der Biotit zum Teil in Chlorit umgewandelt, der Feldspat ist Albit, Quarz- und Kalkspat zeigen stark undulöse Auslöschung. In der Nähe des Glimmers ist gewöhnlich Epidot vorhanden, große Idioblasten von Magnetit (nach Freyn⁴⁾) bis 2 mm große Oktaeder treten auf, zuweilen ist das Gestein von

¹⁾ Vacek, M.: Über die geologischen Verhältnisse des Flußgebietes der Mur. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1886, S. 485.

²⁾ Töula, F.: Die Kalke der Grebenze im Westen des Neumarkter Sattels in Steiermark. Briefl. Mitteilung. Neues Jahrb. f. Mineralogie, Stuttgart 1893, II. Bd., S. 169.

³⁾ Geyer, G.: Über die Stellung der altpaläozoischen Kalke der Grebenze in Steiermark zu den Grünschiefern von Neumarkt in St. Lambrecht. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1893, S. 406.

⁴⁾ Freyn, R.: Über einige neue Mineralfunde in Steiermark. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, Jahrg. 1905, Graz 1906, S. 283.

grüner Hornblende, der gleichen Varietät, wie sie an den Schichtflächen des Kalkes beschrieben wurde, durchsetzt. In den Grünschiefern wurden Kupferkies und dessen Zersetzungsprodukte Malachit und Kupferlasur als Überzüge auf Kluftflächen gefunden⁵⁾, ferner Pyrit mit der Form

$$0, \infty 0 \infty 0, \infty 0 \infty \cdot \frac{\infty 02}{2} \text{ } ^6).$$

und dessen Pseudomorphose in Goethit. Die reichlich Chlorit führenden Grünschiefer erinnern sehr an umgewandelte Diabastuffe, während ähnliche in der Fortsetzung des Häuselberges sich findende metamorphe Schiefer durch die abgerundeten Quarzeinschlüsse auf ein Konglomerat hinweisen. Geht man über den Steinbruch hinaus, so findet man graphitische Schiefer, wie sie Foullon⁷⁾ von dem nahen Kaiserberg und der Leims beschrieben und sie dort als Chloritoidschiefer bestimmt hat. Über denselben liegt ein grauer Kalk, der mit harten graphitischen Schiefen wechsellagert, welche aus Quarz, Muskovit, Graphit und reichlich eingestreuten Rutil- und Zirkonkörnern besteht, dann folgt eine Magnesit-Talk-Rumpfitmasse, mit der wir uns noch näher zu beschäftigen haben werden, das Ganze ist abgeschlossen von Phyllit und Kalk, welche denen der Basis petrographisch vollständig gleichen.

Die Magnesit-Talk-Rumpfitlinse ist fast 9 m mächtig, gegen 30 m lang und streicht von 9—21 h, sie ist durch einen kleinen Steinbruch aufgeschlossen, da vor mehreren Jahren versucht wurde, den Magnesit als feuerfestes Material abzubauen, ein Beginnen, von welchem man jedoch bald infolge des hohen Kalkgehaltes und wegen der geringen Ausdehnung des Stockes Abstand nahm⁸⁾. Diese Masse lagert auf einem dolomitisierten Kalk von rund 22 Proz. Mg CO₃, in welchem

⁵⁾ Diese Kupferkiese finden sich in größeren oder geringeren Ansammlungen in den Phyllitzug zwischen Leoben und St. Michael, z. B. in dem von Redlich beschriebenen Kupferschürfen des Hatle-Grabens bei Kaisersberg. Redlich: Bergbaue Steiermarks. Verlag Ludwig Nüßler, Leoben 1904, und Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 2. Jahrg., 1902.

⁶⁾ Freyn, R.: l. c. Jahrg. 1905, S. 285.

⁷⁾ Foullon, H.: Über die petrographische Beschaffenheit der kristallinen Schiefer der unterkarbonischen Schichten und einiger älterer Gesteine aus der Gegend von Kaisersberg bei St. Michael ob Leoben. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, XXXIII. Bd., 1883, S. 220.

⁸⁾ Der Magnesit und Talk des Häuselberges wurden gelegentlich der geologischen Exkursion mit den Hörern der k. k. mont. Hochschule von Hofrat Hoefler entdeckt und von dem damaligen Ad-

sich zahlreiche in Dolomit umgewandelte Krinoidenstielglieder finden. Der Magnesit ist pinolitisch entwickelt, die Individuen sind reichlich von graphitführender Phyllitsubstanz umgeben, überdies sieht man im Dünnschliff Talk, der von Magnesit umschlossen ist, ein Zeichen für die gleichzeitige Entstehung beider Minerale.

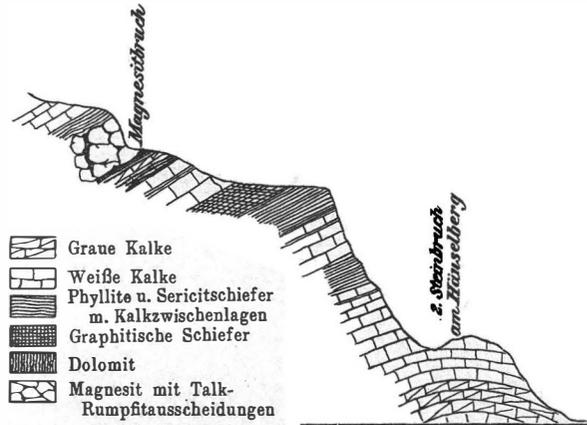


Fig. 23.

Profil durch den 2. Steinbruch am Häuselberg gegen den Magnesitbruch.

Die Analysen der derben Magnesite ergaben folgende Zusammensetzung:

	I. *)	II. †)
Kohlensäure	49,70	49,29
Eisenoxydul	2,95	1,90
Kalk	6,41	0,56
Magnesia	39,17	43,84
Unlöslicher Rückstand .	2,13	4,22
	100,00	99,81

*) I. Grauer, dichter Magnesit, Analytiker F. Ratz.

†) II. Pinolitischer Magnesit, Analytiker Prof. R. Jeller.

Redlich, K. A.: Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1903, S. 282.

In den Zwischenräumen tritt Rumpfit⁹⁾ und ein stark doppelbrechendes Mineral auf, das schon Foullon¹⁰⁾ aus den Magnesiten des Sunks ausführlich beschrieb und als Epidot bestimmte. Ein scheinbarer Schiefer-

junkten Hofmann in einem Brief an Hatle mitgeteilt, der sie dann in sein Buch: Die Minerale des Herzogtums Steiermark, Graz 1885, S. 95, aufnahm.

⁹⁾ Rumpfit, Asbest und Dolomit von R. Freyn zum ersten Male von dieser Fundstelle genannt. Mitteil. des naturwissenschaftlichen Vereins, Jahrgang 1901, Graz 1902, S. 177.

¹⁰⁾ Foullon, H.: Über die Gesteine und Minerale des Arlbergtunnels. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1885, Bd. XXXV, S. 87, Fig. 13 a—d.

gang durchsetzt die Magnesitmasse. Bei genauem Studium sieht man jedoch, daß es eine durch tektonische Wirkung heraufgequetschte Liegendenschieferpartie ist, die hochinteressante Umwandlungen zeigt.

Die Mitte des scheinbaren Ganges besteht aus Rumpfit, der gegen den Magnesit immer mehr Talk aufnimmt und schließlich an den Salbändern in reinen Talk übergeht.

Kristalle konnten bis jetzt nicht gefunden werden. Spaltbarkeit basisch, vollkommen; mild; an den Kanten durchscheinend; Strich weiß; Härte = 1,5; spez. Gewicht = 2,675. Vor dem Lötrohr ist es unerschmelzbar, bräunt sich etwas, im Kölbchen gibt es Wasser ab. Weder Salzsäure noch konzentrierte Schwefelsäure zersetzen das frische Mineralpulver; im geglühten Zustande wird die gebildete Eisenoxydverbindung gelöst, sonst aber das Pulver nicht weiter zersetzt.



a Magnesit. b Rumpfit, an den Salbändern schmale Talkbestege (c).

Fig. 24.

Umwandlung der eingequetschten Tonschiefer in eine Talk-Rumpfitmasse im Magnesit des Häusefberges.

Der Rumpfit wurde im Jahre 1890 von Georg Firtsch¹¹⁾ in Graz in den Magnesiten des Jassinggrabens bei St. Michael gefunden und folgendermaßen charakterisiert:

Das Mineral bildet derbe, feinschuppig-körnige Massen von grünlichweißer Farbe;

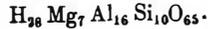
¹¹⁾ Firtsch, G.: „Rumpfit“, ein neues Mineral. Sitzungsberichte d. k. Akademie der Wissenschaften, math. nat. Klasse XCIX. Bd., Abt. 1, Jahrg. 1890, S. 417. Das Mineral ist zu Ehren eines der ersten Erforscher der alpinen Magnesite, Dr. Johannes Rumpf, Professor a. d. k. k. technischen Hochschule in Graz, benannt.

Im Dünnschliffe sieht man die einzelnen Blättchen, welche hie und da hexagonalen Umriss erkennen lassen, zu Prismen von 0,05—0,15 mm Durchmesser und bis 1 mm Länge aneinandergereiht. Diese Prismen liegen wirr durcheinander, krümmen sich meist unregelmäßig und nehmen eine wulstartige oder wurmförmige Gestalt an, es erscheinen also Gebilde, wie man dieselben beim Klinochlor so häufig makroskopisch beobachten kann. Die sorgfältig abgeschabten Blättchen bleiben im Orthoskop in jeder Stellung dunkel; Prismen, im Dünnschliffe parallel ihrer Längsachse getroffen, löschen gerade aus. Das Mineral ist demnach optisch einachsigt und läßt eine hexagonale Kristallform vermuten.

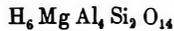
Die Analyse ergab:

Kieselsäure	30,75
Tonerde	41,66
Eisenoxydul	1,61
Kalk	0,89
Magnesia	12,09
Wasser	13,12
	100,12

Daraus ergibt sich die Formel:



In dem Lehrbuch der Mineralogie von Klockmann, IV. Auflage 1907, S. 575 wird die einfachere Formel



angegeben.

Tschermak¹²⁾ ergänzte ein Jahr später diese Beschreibung in der Form, daß er nachwies, die Blättchen seien optisch einachsigt bis deutlich zweiachsigt positiv, der Achsenwinkel bis 10°. Die Formel wurde von ihm als $Sp At_4 Ct_4$ gedeutet. Die Annahme Tschermaks, daß der Rumpfit aus einem eisenreichen Chlorit hervorgegangen sei, hat sich nach unseren Untersuchungen als irrig erwiesen, der Rumpfit ist sicher eine selbständige Mineralbildung.

Ferner ist der Rumpfit aus Wald in Obersteiermark, wo er mit dem Magnesit und Talk auftritt, durch Döll¹³⁾ beschrieben und von Freyn¹⁴⁾ bestätigt worden. Die von Döll als Pseudomorphosen von Rumpfit nach Magnesitidioblasten bekannt gewordenen Stufen wurden von Freyn richtig als Pseudomorphosen nach Dolomit gedeutet.

Auch die Rumpfite des Häuselberges zeigen die gleichen Eigenschaften, und nur einige ergänzende Details können das Bild ergänzen.

Die Farbe ist bald lichtgraugrün, bald gelblichgrau, die einzelnen, deutlich spaltbaren Individuen sind gekrümmt und gebogen, selten sechsseitig begrenzt, optisch positiv, die Lichtbrechung beträgt nach einer von Herrn R. v. Görgey mittels der Immersionsmethode in der Beckeschen Modifikation ausgeführten Bestimmung (bei Anwendung von Methylenjodid und Benzol) für γ' 1,591 und für α' 1,586, er ist schwach zweiachsigt (Achsenwinkel konnten bis 5° gemessen werden), das Strukturbild erinnert an Antigoritserpentin.

¹²⁾ Tschermak, G.: Die Chloritgruppe. II. Teil. Sitzungsberichte der math.-nat. Klasse d. k. Akademie der Wissenschaften. C. Band, Abt. I., Jahrg. 1891, S. 41 u. 73.

¹³⁾ Döll, E.: Ein neues Vorkommen des Rumpfit, Rumpfit nach Magnesit. Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1897, S. 329.

¹⁴⁾ Freyn, R.: Über einige neue Mineralfunde etc. 1901, I. c., S. 184.

Von dem makroskopisch oft ähnlichen Talk ist der Rumpfit leicht durch die schwache Doppelbrechung ($\gamma - \alpha$ beträgt schätzungsweise 0,004 — 0,005, ein Dünnschliff von normaler Dicke zeigt im Querschnitt das Gelb und Grau erster Ordnung) und den negativen Charakter der Hauptzone resp. den positiven Charakter der Doppelbrechung zu unterscheiden. Die Analyse ergab folgende Resultate*):

Kieselsäure	28,98 Proz.
Tonerde	38,60
Eisenoxydul	8,01
Manganoxydul	Spuren
Kalk	Spuren
Magnesia	13,11
Wasser	11,31
	Summe 100,01

Das spezifische Gewicht wurde durch Schweben in einer Lösung von borowolframsaurem Kadmium bei 19° C. mit 2,762 ermittelt.

Er zeigt keine anomalen Interferenzfarben wie viele Glieder der Chloritreihe.

Die Rumpfitschiefer, wie schon hervorgehoben wurde, die Hauptumwandlungsmasse der in den Magnesit eingequetschten Schiefer, bergen noch die akzessorischen Bestandteile der ursprünglichen Tonschiefer, d. i. Graphit, Rutil und zu Schwärmen vereinigte Zirkonkristalle. Nicht zu übersehen sind Idioblasten von durch quantitative Analyse ermittelten Dolomit, der in Form durchscheinender Rhomboeder, bis 1 cm Größe, das Gestein durchschwärmt.

Wenn wir also nach dieser petrographisch-chemischen Beschreibung der Entstehung der Magnesite und Talke des Häuselberges nachgehen, so kommen wir zu folgenden Resultaten: Wie in der Veitsch¹⁵⁾ wurde eine ursprünglich vorhandene Kalkbank durch Eindringen von Magnesialösungen in Magnesit umgesetzt, die Tonschiefer, welche in die Masse hineingepreßt wurden, erfuhren durch die Zufuhr der Magnesialösungen eine Um-

*) Das in Einrichtung begriffene Laboratorium der geologischen Lehrkanzel d. k. k. mont. Hochschule in Leoben ist noch nicht so weit fertiggestellt, um vollständig einwandfreie Analysen auszuführen, so daß die bei den Rumpfiten des Häuselberges und des Kaintalecks gegebenen Zahlen ihre Bestätigung in einer von F. Cornu beabsichtigten Monographie des Rumpfiten finden werden.

¹⁵⁾ Redlich, K. A.: Über das Alter und die Entstehung einiger Erz- und Magnesitlagerstätten der steirischen Alpen. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1903, LIII. Bd., S. 285.

Redlich, K. A.: Die Genesis der Pinolit-Magnesite, Siderite und Ankerite der Ostalpen. Mitteilungen der Wiener mineralogischen Gesellschaft 1907, Nr. 37. Tschermaks, Min. petrogr. Mitteilungen, Bd. XXVI.

wandlung in Magnesiumaluminiumsilikate, den Rumpfit, wobei die Schichtung und die akzessorischen Bestandmassen (Zirkon und Rutil) erhalten blieben, während in Hohlräumen, z. B. an der Grenze der Magnesite und Schiefer, oder in der Schichtung selbst direkt Talk ausgeschieden wurde. Dies geschah teilweise gleichzeitig mit der Magnesitbildung, was aus den Talkeinschlüssen im Magnesit hervorgeht, teilweise nach der Magnesitbildung, was an den kleinen, zahlreichen Spaltenausfüllungen im Magnesit seinen Beweis findet.

Kaintaleck-Oberdorf im Tragößtal bei Bruck an der Mur.

In seiner Arbeit über steirische Magnesite beschreibt J. Rumpf¹⁶⁾ zum erstenmal die Magnesite und Talke von Oberdorf im Tragößtal bei Bruck an der Mur und erklärt ihre Entstehung als sedimentäre Bodenabsätze silurischer Thermen. Zwischen dem Tragößtal bei Oberdorf und dem Tale des Vordernbergerbaches bei Trofaiach liegt ein Gebirgsrücken, von welchem eine Erhebung das Kaintaleck (1391) heißt. Hier liegt eine Serie von stark metamorphosierten Konglomeraten, Sandsteinen, echten Grauwacken (im petrographischen Sinne, nicht in dem der Alpengeologen), schwarzen Tonschiefern und Kalken, steil nach 22^h verflächend, die nach der Ähnlichkeit mit den Gesteinen der Veitsch und des Sunkes bei Trieben als karbonisch bezeichnet werden können. Wo die Kalke mit den Schiefern zusammenstoßen, sind sie wie in der Veitsch durch Zufuhr kohlsaurer Lösungen mehr oder weniger in Dolomit und Magnesit umgewandelt, also nicht sedimentäre, sondern metamorphe Bildungen. Die Basis — die schwarzen, graphitischen Tonschiefer — sind allenthalben in Talk und in ein recht grobkörniges Aggregat lichtgraugrünen Rumpfits umgewandelt, also in das Magnesium- und in das Magnesiumaluminiumsilikat, in welchen Gesteinen der Rutil, der Zirkon und der Graphit, die akzessorischen Bestandteile der Liegend-schiefer, als die letzten Reste des Muttergesteines eben so häufig sind wie am Häuselberg.

Die Analyse des Rumpfits gab folgende Resultate:

Kieselsäure	29,97
Tonerde	36,92
Eisenoxydul	11,18
Kalk	Spuren
Magnesia	12,48
Wasser	9,81
Summe	100,36

Der Rumpfit des Häuselberges, sowie der des Kaintalecks, letzterer vom mineralogischen Standpunkt das schönste der bis jetzt untersuchten Materialien, unterscheidet sich von dem Originalmaterial Firtschs durch einen geringeren Wassergehalt, einen bedeutend höheren FeO-Gehalt. Aus diesem Grunde sollte man dieses Mineral besser als rumpfitähnliches Mineral bezeichnen, da jedoch alle in genetischer Hinsicht die gleiche Rolle spielen, wurde diese Bezeichnung als Sammelname beibehalten. Das spezifische Gewicht wurde nach der Schwebemethode in einer Lösung von borowolframsaurem Kadmium bei 19° C. mit 2,690 ermittelt. An den Rumpfitblättchen wurde von Herrn R. Görgey die Lichtbrechung nach der Immersionsmethode bestimmt; er fand für γ' 1,579, für α' 1,575.

Der Talk und Rumpfit ist aber nicht allein auf die Basis beschränkt; er zieht sich gangförmig in den Magnesit, diesen oft vollständig umhüllend, so daß ein Bild entsteht, wie es Rumpf in seiner schon erwähnten Arbeit anführt. (Über steirische Magnesite I. c., Taf. 1 Fig. 1.)

Die gleiche Veränderung erfahren auch die in dünnen Schichten vorkommenden Serizitschiefer; auch sie gehen allmählich in Talk über, ein Vorgang, der sich makroskopisch und mikroskopisch nachweisen läßt. Da der Kristallisationsprozeß einen enormen Druck auslöst, erhalten die großen Dolomitekristalle Zwillingsstreifung; an den Magnesiten konnte dieselbe nicht beobachtet werden, obwohl sie Rumpf gesehen haben will.

Auffallend ist schließlich, daß der Talk stellenweise grün gefärbt ist, welche Färbung von einem Gehalt an Chrom herrührt, der sich in der von Baumgärtl¹⁸⁾ angegebenen Weise leicht nachweisen läßt. Die Blättchen zeigen, orthoskopisch geprüft, keinen Pleochroismus.

Mautern.

In einer Arbeit über die Talklagerstätte von Mautern, unweit St. Michael bei Leoben, hat Weinschenk¹⁹⁾ zum erstenmal darauf

¹⁶⁾ Rumpf, J.: Über steirische Magnesite. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark, Jahrg. 1876, S. 91; siehe auch die älteren Arbeiten dieses Autors in Mineralog. Mitteilungen, gesammelt von G. Tschermak. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt in Wien 1873, IV. Heft, und Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt in Wien 1873, Nr. 17.

¹⁸⁾ Baumgärtl, B.: Das Nebengestein der Chromeisenerzlagerstätten bei Dubostica in Bosnien und das Auftreten von sekundär gebildetem Chromit in demselben. Tschermaks Mineralogisch-petrographische Mitteilungen, herausgegeben von F. Becke, XXIII. Bd., S. 393, 1904.

¹⁹⁾ Weinschenk, E.: Das Talkvorkommen bei Mautern in Steiermark. Zeitschrift für prak-

hingewiesen, daß deren Ursprung in Magnesia-lösungen zu suchen sei, die im nachhinein in die Schiefer eingedrungen sind. Diese Ansicht wird durch unsere Beobachtungen bestätigt und neue Beweise für die Epigenese und den Metamorphismus erbracht. Die geologische Beschreibung kurz wiederholend, sehen wir folgende Verhältnisse: Die karbonen Schiefer bilden bei Mautern einen hochaufgebauchten Sattel, welcher im Hangenden von Kalkstein eingehüllt wird. Weinschenk gibt folgende Darstellung, die wir wörtlich wiedergeben:

„Die Schiefergesteine sind in mannigfachster Weise verbogen und gefaltet, und namentlich an der Grenze von Kalk und Schiefer beobachtet man eine förmliche Ineinanderknetung der beiden Gesteine, welche die Grenzfläche beider äußerst unregelmäßig erscheinen läßt. Bald sind die Schiefer in schlauchförmige Vertiefungen des Kalkes hineingepreßt, welche hin und wieder abgerissen und von der Hauptmasse völlig isoliert sind, bald bildet der Kalk keilförmige Vorsprünge innerhalb der Schiefergesteine, welche ebenso wie jene als völlig abgetrennte Putzen in den Schiefeln auftreten können. So enthält in dieser Grenzzone der körnige Kalk nicht selten Partien der Schiefer, welche ringsum abgeschlossen sind, oder Kalkbrocken von ganz unregelmäßiger Gestalt werden von dem Schiefermaterial eingehüllt.

Diese Zone, in welcher die beiden Gesteine aufs innigste durcheinander gewalzt sind, ist der Ort, wo die Talkbildung stattgefunden hat, welche aber, soweit meine Beobachtungen gehen, ganz ausschließlich den Schiefer ergriff und den Kalkstein in völlig unveränderter Form, d. h. magnesiafrei, zurückließ, worauf schon das spezifische Gewicht des körnig gewordenen Kalkes = 2,733 hinweist. Der Talk-schiefer bildet nun aber nicht etwa, wie dies nach dem Profil scheinen möchte, eine ununterbrochene Grenzschicht zwischen Kalk und Graphit-schiefer, welche nur dort weniger mächtig erscheint, wo die Grauwacke direkt das Hangende bildet, sondern es findet sich vielmehr in langlinsenförmigen Partien, deren innerster Kern rein weiß ist, und der allmählich durch gräuliche Talkvarietäten in einen noch etwas Talk enthaltenden phyllitischen Schiefer übergeht, bis endlich allseits der normale Graphitschiefer erreicht ist.

Diese linsenförmigen Gebilde, welche durch die mannigfaltigen Faltungs- und Verstauchungserscheinungen allerdings sehr namhafte Abweichungen von der ursprünglichen Form aufweisen können, stellen aber nicht wie die ebenso geformten Einlagerungen von Graphit selbständige Körper dar, um welche sich die normalen phyllit-

artigen Gesteine allseits wie ein Mantel herumlegen, ihr Zusammenhang mit den Schiefeln ist vielmehr ein innigerer, und man sieht an zahlreichen Stellen in der Grube aufs deutlichste, wie die Schieferung der Phyllite ganz ungehindert durch diese Talklinsen hindurchsetzt und in diesen genau in derselben Weise ausgebildet ist wie in den normalen Graphitschiefern selbst.

Es sind keine Einlagerungen von Talk im engeren Sinne des Wortes, sondern vielmehr durch alle möglichen Übergangsglieder mit dem normalen Graphitchloritoidschiefer verbundene Gesteine, welche nur als Umwandlungsprodukte dieser gedeutet werden können.

Der reine weiße Talk, welcher immer nur im Kern solcher Linsen auftritt, dort aber hin und wieder eine Mächtigkeit bis zu 3 m erreicht, enthält von dem ursprünglichen Mineralbestand der Schiefer nichts mehr als einzelne Körner von Rutil, welche indes hier größer zu sein scheinen als im normalen Graphitschiefer.

Seine Struktur ist ziemlich dicht, doch nicht so, daß die blättrige Beschaffenheit des Talkes unkenntlich würde; es ist also nicht diejenige Ausbildung, welche man als Speckstein bezeichnet. An den Kanten sind diese Vorkommnisse mit der charakteristischen zart lichtgrünen Farbe durchscheinend. Die Schieferstruktur ist in einzelnen Varietäten auf das vollkommenste erhalten; die Schieferungsflächen, äußerst glatt und lebhaft glänzend, sind oft in den verschiedensten Formen gefaltet und gefältelt.

Andere Ausbildungsarten sind gleichmäßig dicht und dann sehr häufig von zahllosen Rutschflächen durchzogen, die vollständig glänzend poliert sind und hin und wieder das Gestein zu einem schaligen Haufwerk zerfallen lassen. Die graulichen Talkschiefer, in welche diese rein weißen Bildungen nach außen zu übergehen, unterscheiden sich von denselben nur durch die Farbe, welche auf geringe Verunreinigungen zurückzuführen ist.

Allmählich kommen Quarzkörnchen und die glimmerartigen Mineralien hinzu; der Talk tritt mehr und mehr in den Hintergrund, und die Struktur wird dünn-schieferig.

Solche Gesteine, welche sich äußerlich noch recht fettig anfühlen und auch meist nur grau gefärbt sind, lassen u. d. M. die normale Zusammensetzung und Struktur der Graphitschiefer erkennen; rein schwarz erscheinen die Schiefer erst da, wo keine Spur einer Talkbildung mehr vorhanden ist.

Wo Talkgesteine direkt an den Kalk angrenzen, da ist die Grenzfläche beider äußerst unregelmäßig; die Oberfläche des Kalkes erscheint wie zerfressen und von zahlreichen kleineren und größeren Einbuchtungen von Talk durchsetzt, und ganz ebenso ist das Aussehen der Kalkknauern, welche rings von Talk umhüllt werden.

Vollständig abgeschnürte Putzen von Talk sieht man hin und wieder unweit der Grenze im Kalk sitzen.“

Dieser Beschreibung Weinschens ist ergänzend und berichtend folgendes hinzuzufügen:

tische Geologie, VIII. Jahrg., 1900, S. 41. — Weinschenk, E.: Zur Kenntnis der Graphitlagerstätten. II. Alpine Graphitlagerstätten. München 1900. — Weinschenk, E.: Grundzüge der Gesteinskunde. II. Teil: Spez. Gesteinskunde. 2. umgearbeitete Auflage. S. 332. Freiburg i. B.

1. Bei der Umwandlung der Schiefer ist das Aluminiumsilikat in den Rumpfit übergegangen, der sich nicht nur in zahlreichen Dünnschliffen, sondern auch makroskopisch nachweisen läßt. Auch die Analysen der Talksorten lassen ihre Entstehung genau verfolgen. Wir sehen den Tonerdegehalt selbst in den besten Sorten; er steigt, je grauer der Talk wird, d. h. je mehr er sich dem Schiefer nähert, bzw. sein Rumpfitgehalt zunimmt. Das Gesagte sehen wir aus nebenstehender Tabelle, in welcher die ersten drei Sorten weiße, die drei letzten Sorten dagegen graue Talke darstellen.

Pirkerkogel bei Kammern.

Östlich von Mautern, zwischen diesem Orte und Kammern, schürft am rechten Ufer des Liesingbaches fast am Fuße des Pirkerkogels²⁰⁾ und in dem nahen Farlgraben Herr Ingenieur Miller von Hauenfels auf Talk. Es sind Phyllite, die nach Norden einfallen, in welchen das vorerwähnte nutzbare Mineral in Form von Lagergängen auftritt. Das Muttergestein ist größtenteils in Rumpfit umgewandelt; auch hier sind die akzessorischen Bestandmassen des Muttergesteins, Zirkon und Rutil, noch vorhanden, und in ihm liegt blattförmig mit der ursprünglichen Schieferung

	00	0	I	II	g	V
Kieselsäure	62,93	61,87	60,69	59,11	56,74	54,48
Magnesiumoxyd	30,76	30,54	30,39	29,62	28,37	27,01
Eisenoxydul	0,76	0,81	1,00	0,83	1,15	1,62
Tonerde	4,02	3,01	1,89	5,26	9,88	12,38
Kalkerde	1,07	1,01	1,03	2,22	1,21	0,57
Hygroskopisches Wasser	0,02	0,06	0,09	0,07	0,05	0,04
Chemisch gebundenes Wasser	2,70	2,95	5,20	3,07	4,33	6,40
	102,26	100,25	100,29	100,18	101,73	102,50

2. Von dem ursprünglichen Schieferbestand ist der Zirkon und der Rutil, seltener das Titaneisenerz übrig geblieben. Wo letzteres noch besteht, haften an ihm rosettenförmig Rutilnadeln, welche sich nach der Auflösung in Schwärmen anordnen.

3. Der Kalk ist nicht, wie Weinschenk behauptet, unverändert geblieben; schon das Auftreten magnesiareichen Natronphlogopites, den Herr Weinschenk aus ihm beschreibt, läßt die Umwandlung ahnen. Tatsächlich ist das Nebengestein in Dolomit umgewandelt, was aus folgender Analyse hervorgeht:

Kalkerde	29,11
Magnesia	19,01
Eisenoxydul	2,88
Kohlensäure	45,01
Gangart (Natronphlogopit)	4,22
Summe	100,23

Die Struktur dieses Gesteines gleicht der des Magnesites. Diese Struktur gab Veranlassung, in dem von Redlich gehaltenen Vortrage: Die Genesis der Pinolitmagnesite, l. c., das Nebengestein als Magnesit anzusehen, welcher Irrtum durch die nebenstehende Analyse als eliminiert erscheint.

Die bis 2 cm großen Idioblasten im Talk sind nicht Magnesit, wie dies Weinschenk behauptet, sondern Dolomit. Diese Bestimmung stützt sich auf folgende Analyse:

Kalkerde	28,29
Magnesia	18,95
Eisenoxydul	2,70
Kohlensäure	44,06
Gangart (Talkblättchen)	5,99
Summe	99,99

der Talk, der selbst durch Rumpfit verunreinigt ist. Das Interessante dieses Vorkommens ist, daß der Talk im Schiefer aufsetzt, daß also Liegendes und Hangendes die gleichen Phyllite bilden. Erst gegen die Spitze des Pirkerkogels sind Kalke eingefaltet; dort, wo der Talk in die Nähe dieser Kalke kommt, sind sie ganz pinolitisch; die Untersuchung ergab, daß es eine isomorphe Mischung von Dolomit und Ankerit ist, ein ähnliches Gestein, wie es Redlich aus der Radmer²¹⁾ beschreibt; weiter entfernt ist der Magnesia-gehalt noch an der Dolomitierung des Gesteins zu erkennen.

Fassen wir kurz die gewonnenen Resultate zusammen, so ergibt sich vor allem die Richtigkeit der Ansicht Weinschinks, daß die Talke aus der Umwandlung der Schiefer durch Zufuhr magnesiareicher Lösungen entstanden sind; die Begründung dafür findet sich 1. in den von uns und Weinschenk nachgewiesenen noch vorhandenen zahlreichen akzessorischen Bestandteilen des umgewandelten Muttergesteins, 2. in dem aus dem Tonerdegehalt des

²⁰⁾ Siehe österreichische Generalstabkarte 1: 75000. Zone 16, Kol. XII, Leoben, Bruck a. d. M.

²¹⁾ Redlich, K. A.: Der Kupferbergbau Radmer an der Hasel. Jahrbuch der k. k. Montanlehranstalten Leoben und Pöföram 1905 und K. A. Redlich: Bergbaue Steiermarks, Heft VI, S. 24. Verlag Ludwig Nüßler, Leoben, und K. A. Redlich: Die Genesis der Pinolitmagnesite etc., l. c.

Schiefers einerseits und dem Magnesia-gehalt der Lösungen andererseits entstandenen Rumpfit, 3. in der Umformung der die Schiefer begleitenden Kalke in Magnesit und Dolomit.

Nach Weinschenk findet eine allmähliche Wegführung der Tonerde statt, so daß der von uns in allgemeiner Verbreitung nachgewiesene Rumpfit als direktes Zwischenglied von Phyllit und Talk zu betrachten wäre, analog dem Bindeglied von Kalk und Magnesit, dem Dolomit.

Der Al_2O_3 -Gehalt der Phyllite beträgt jedoch nach den uns zugänglichen Analysen nirgends mehr als 24 Proz., sinkt meistens auf 8—10 Proz. herab.

Stellt man diesen Zahlen den hohen Al_2O_3 -Gehalt (40 Proz.) und den niedrigen MgO -Gehalt (12 Proz.) des Rumpfits gegenüber, überlegt man ferner, daß die Schieferung des ursprünglichen Gesteins im „Rumpfischiefer“ noch erhalten ist, so kann man nicht von einem Bindeglied, sondern muß von einem Nebenprodukt des Talks sprechen, in welchem der Tonerdegehalt konzentriert wurde. Schematisch lassen sich die beiden Vorgänge der Talk- und Rumpfitbildung einerseits, der Magnesitbildung andererseits folgendermaßen darstellen:

- I. 1. Phyllit. 2. $\left\{ \begin{array}{l} \text{Rumpfit.} \\ \text{Talk.} \end{array} \right.$
- II. 1. Kristalliner Kalk. 2. Dolomit. 3. Magnesit.

Wir können mehrere Typen aufstellen:

1. Die Veitsch, in welcher der Magnesit überwiegt, der Talk fast ganz zurücktritt, die schwarzen Liegendschiefer vielmehr nur eine geringe Umwandlung in Talk und Rumpfit aufweisen, die sich meistens nur im fettigen Anfühlen und im Dünnschliff nachweisen lassen.

2. Oberdorf bei Tragöß: Magnesit, Talk und Rumpfit sind im Verhältnis gleichmäßig entwickelt.

3. Mautern: Der Talkschiefer, das schwerst zu bildende Gestein, muß gegenüber der dünnen Dolomitdecke als präponderierend angesehen werden.

4. Als vierter Typus wäre theoretisch eine reine Rumpfitchieferlagerstätte denkbar, deren Annäherung wir am Pirkerkogel bei Kammern sehen.

Diese verschiedenen Umformungsphasen haben bis jetzt keine genügende Erklärung gefunden. Sehr plausibel wäre die Annahme, daß dort, wo der Phyllit Quarzlinzen enthält oder überhaupt einen höheren Gehalt an freier Kieselsäure besitzt, die Bedingungen für die

Talkbildung besonders günstige wären. Es ist eine Tatsache, daß die Serie der Phyllite stellenweise reich an solchen Quarzlinzen ist. Vielleicht spielen die Zufahrtswege eine größere Rolle. Heute kann nur als feststehend angenommen werden, daß magnesiareiche Lösungen, wahrscheinlich Bikarbonate²²⁾ (Sulfate sind ausgeschlossen, da man sonst eine größere Zahl von Sulfiden finden müßte) im nachhinein eingedrungen sind und die Schiefer in Talk, den Kalk in Magnesit und Dolomit umgewandelt haben.

Ebenso ist es rein hypothetisch, den Herd bestimmen zu wollen, dem die postvulkanischen Emanationen entstammen sollen. Am unwahrscheinlichsten ist es, unsere Gneise als postkarbonische Lakkolithen und als die Quelle der postvulkanischen Bildungen anzusehen, wie dies Weinschenk tut; dagegen spricht der einfache Umstand²³⁾, daß man bis heute nirgends Apophysen dieser Gesteine in jüngeren Schichten angetroffen hat, daß aber auch in den sogenannten Rannachkonglomeraten bei Mautern, welches zwischen den Gneisen und den Karbongesteinen liegt, Blöcke dieser Liegendgneise von Vacek gefunden wurden, und daß man schließlich den Magnesiagehalt der Lösungen aus den Graniten schwer ableiten könnte.

Viel näherliegend ist die Annahme, die allenthalben in der paläozoischen Serie sich findenden Grünschiefer zur Erklärung heranzuziehen, die wohl zum größten Teil aus Diabastuffen entstanden sind, oder man könnte auch an Serpentine denken, da man sowohl am Kaintaleck als auch in Mautern durch Chrom grün gefärbte Talke findet, an manchen Stellen sogar, wo Pinolit und Talk auftritt, z. B. im Sunk bei Trieben, Serpentine wirklich antrifft.

Diese verhältnismäßig kleinen Gänge und Decken könnten wohl die letzten Ausläufer größerer Lakkolithe sein, die ihr obertägiges Analogon in dem wenige Meilen entfernten Serpentinstock von Kraubat haben.

²²⁾ Auch Weinschenk läßt die Frage nach den Agentien offen.

²³⁾ Vacek, M.: Referat über die Arbeiten Weinschenks. Verhandl. der k. k. geologischen Reichsanstalt 1900, S. 198 und 1901, S. 169. — Hörnes, R.: Der Metamorphismus der obersteirischen Graphitlager. Mitt. des naturwissenschaftl. Vereins für Steiermark 1900, S. 90. — Redlich, K. A.: Der Metamorphismus der obersteirischen Graphitlagerstätten. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, XLIX. Jahrg., 1901.