

# XXX. Ueber Graftonit, ein neues Mineral von Grafton, New Hampshire, und dessen Verwachsung mit Triphylin.

Von

S. L. Penfield in New Haven, Conn.

(Mit 11 Textfiguren.)

---

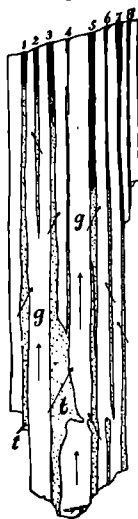
Das Material für die vorliegende Untersuchung wurde dem Verf. von Herrn George L. English in New York zur Bestimmung übersandt, der, informirt darüber, es möchte wahrscheinlich ein neues Mineral sein, sich besondere Mühe gab, eine grosse Menge davon sich zu verschaffen. Er gab folgende Mittheilung über das Vorkommen: Das Mineral wurde auf der Südseite des Melvin Mountain, ungefähr fünf Meilen westlich vom Dorfe Grafton, gefunden. Es war unregelmässig durch eine grob krystallinische Masse von Quarz und Feldspath, wahrscheinlich ein Pegmatitgang, zerstreut, in der die Feldspathindividuen bisweilen volle vier Fuss lang sind. Auf dem Gange wurde zusammen mit dem neuen Minerale Beryll, schwarzer Turmalin, Almandin, Muscovit und Biotit gefunden, alle, besonders der Beryll, in ziemlich grossen Krystallen. Was von dem neuen Minerale zu finden war, wurde aus dem Gange genommen; die ganze Ausbeute bestand in einigen Krystallen und einer beträchtlichen Menge unregelmässiger Bruchstücke. Die Krystalle sowohl wie die Bruchstücke zeigen ein rauhes, verwittertes Aussehen und bestehen, was aussergewöhnlich und sehr auffallend ist, aus alternirenden Lagen oder Lamellen von dunklem und hellem Material; die Lamellen haben im Durchmesser weniger als 0,5 mm und sind oft ausserordentlich dünn. Das helle wie das dunkle Material gab die Reactionen eines eisen- und manganhaltigen Phosphats. Jedoch enthielt das erstere Eisen nur als Oxydul, während das letztere hauptsächlich die Reaction des Eisenoxyds zeigte. Beide besitzen so grosse Aehnlichkeit im specifischen Gewicht, dass sie mit Silber-Thalliumnitratlösung nicht vollständig genug getrennt werden konnten. Der dunkle Theil zeigte jedoch

ein etwas niedrigeres spezifisches Gewicht, und es konnte durch theilweise Trennung ein Product erhalten werden, das hauptsächlich aus hell gefärbtem Material bestand. Es wurde von Herrn W. E. Ford im Sheffield-Laboratorium mit den unten angegebenen Resultaten analysirt.

Er fand Eisen sowohl als Oxydul wie als Oxyd vorhanden; da eine geringe, sorgfältig ausgelesene Menge des hell gefärbten Minerals nur die Reactionen des Eisenoxyduls zeigte, lag die Schlussfolgerung nahe, dass das ursprüngliche Mineral ohne Zweifel eine Eisenoxydulverbindung war und dass die dunklen Theile das Resultat einer theilweisen Zersetzung, hervorgerufen durch die Oxydation des Eisens und Mangans, sind. Obgleich die Analyse die Neuheit des Minerals ohne Zweifel ergab, waren die Resultate in Folge der Beschaffenheit des Minerals doch nicht ganz zufriedenstellend, und es bestand einiger Zweifel, ob man ihm entsprechend seinen Eigenschaften einen neuen Namen geben könnte.

Glücklicherweise wurde unter einigen Pfund des von Herrn English übersandten Materials ein einzelnes Bruchstück in der Grösse einer Fingerspitze gefunden, das nur sehr wenig von dem dunklen, zersetzten Material zeigte, was die Lösung des Problems sofort ermöglichte. Es war ohne Zweifel der Kern eines Krystalles, dessen äusserer Theil oxydirt wurde, während innen ein Kern von frischem Material erhalten blieb. Eine sorgfältige Prüfung ergab, dass die frische Portion aus zwei Mineralien in alternirenden Lagen bestand. Fig. 4, die einen Dünnschliff annähernd senkrecht

Fig. 4.



zu den Lamellen darstellt, giebt eine Vorstellung von der Anordnung und dem relativen Mengenverhältnisse der beiden Mineralien. Die weissen Theile (*g*) stellen das neue Mineral Graftonit dar, das ungefähr zwei Drittheile bis drei Viertel des Gesamtmaterials ausmacht. Es zeigte in dem Bruchstücke ein lachsfarbiges Aussehen, erschien aber im Dünnschliffe fast farblos. Das andere Mineral (*t*), das in der Figur durch die punktirten Theile wiedergegeben ist, ist Triphylin. Derselbe war in dem Bruchstücke blass grün gefärbt, während er im Dünnschliffe fast farblos ist. Das Aeussere dieses Bruchstückes besass stellenweise eine dunkle Färbung in Folge der Oxydation des Eisen- und Mangangehaltes; der Dünnschliff, wie ihn Fig. 4 wiedergiebt, zeigt, dass die Oxydation vollständig auf die Triphylinlamellen beschränkt ist, während das neue Mineral offenbar beständiger ist. Beim Zerbrechen des Stückes konnten die Lamellen ganz leicht getrennt werden und es war möglich, die beiden Mineralien durch sorgfältige

Arbeit, durch Abspalten der bisweilen fast papierblattdünnen Lamellen und durch Auslesen der einzelnen Theilchen mittelst einer Lupe praktisch rein

zu erhalten. Man bekam so, indem alles, was nicht ganz rein erschien, bei Seite gelassen und nur die Gesammtmasse des brauchbaren Materials berücksichtigt wurde, 0,546 g von dem neuen Mineral und 0,466 g Triphylin. Das specifische Gewicht des Graftonit beträgt 3,672. Seine Härte ist 5; das Mineral besitzt Glas- bis Harzglanz. Im Aussehen ähnelt es sehr den lachsfarbigem Varietäten des Lithiophililit. Der damit verbundene Triphylin hat ein specifisches Gewicht von 3,58.

Bei der Ausführung einer vollständigen Analyse beider Mineralien mit so geringen Materialmengen bot sich eine interessante Aufgabe aus der analytischen Chemie, und es ist die angewandte Methode im Folgenden kurz beschrieben: Zuerst wurde durch qualitative Reactionen festgestellt, dass nur Eisenoxydul vorhanden war. Dann wurde jedesmal an der gesammten Menge für beide Mineralien der Wassergehalt durch Glühen im geschlossenen Rohre nach der vom Autor beschriebenen Methode<sup>1)</sup> bestimmt. Der Inhalt der Röhren wurde in Salzsäure gelöst, die Lösung eingedampft und der Rückstand in Wasser und sehr wenig Salzsäure aufgenommen. Die Lösung wurde zum Kochen erhitzt und mit Baryumhydroxyd versetzt; der Niederschlag enthielt Baryumphosphat, mit Eisen, Mangan, Magnesium und der Hauptmasse des Calciums, während die Alkalien in Lösung blieben. Nach dem Filtriren wurde Baryum im Filtrat mit Ammoniak und Ammoniumcarbonat gefällt und die Alkalien so schliesslich als Chloride erhalten. Aus der hygroskopischen Beschaffenheit der Chloride war ersichtlich, dass Lithium den vorwiegenden Bestandtheil ausmachte, und da die Mengen sehr gering waren, wurde es als das Beste erachtet, die Alkalien als Sulfate zu wiegen und dann die Menge  $SO_3$  zu bestimmen, um so Daten zur Berechnung des Procentgehaltes der Alkalioxyde  $R_2O$  und ihres gemeinsamen Molekulargewichtes zu erhalten. Der mit Baryumhydroxyd erhaltene Niederschlag, der die Phosphorsäure und die Basen enthielt, wurde in Salzsäure gelöst und das Baryum mit Schwefelsäure gefällt. Der hierbei und bei der Trennung der Alkalien erhaltene Baryumniederschlag wurde sorgfältig auf Spuren von  $P_2O_5$  und die Basen geprüft. Das Filtrat vom Baryumsulfat, das die Phosphorsäure und die Basen enthielt, wurde zur Trockne verdampft, in wenig Säure aufgenommen, mit Wasser verdünnt, zum Sieden erhitzt, durch einen Ueberschuss von Natriumcarbonat gefällt und filtrirt. Das Filtrat enthielt die Hauptmasse der Phosphorsäure, die durch Magnesiummischung gefällt wurde. Der Niederschlag bestand aus den basischen Phosphaten und Carbonaten von Eisen, Mangan, Magnesium und Calcium. Er wurde in verdünnter Salzsäure gelöst, das Eisen mit der Phosphorsäure zusammen durch Acetat gefällt. Nach dem Abfiltriren wurde der Niederschlag in Salzsäure gelöst, das Eisen mit der Phosphorsäure

1) Amer. Journ. Sci. 1894 (3), 48, 31.

durch Ammoniak gefällt, gewogen und schliesslich die Phosphorsäure mit Ammoniummolybdat getrennt. In dem Filtrate wurde Mangan, Magnesium und Calcium nach den bekannten Methoden bestimmt.

Die Resultate sind unten angegeben in Verbindung mit der von Herrn Ford an theilweise unreinem Material ausgeführten Analyse.

Die Analyse des Triphylin zeigt zwar ein kleines Deficit, stimmt aber gut mit den Analysen des Triphylins von Bodenmais und Norwich, wie sie vom Verf. ausgeführt<sup>1)</sup> und in Dana's Mineralogy p. 757 aufgenommen sind. Das Alkalioxyd hat ein Molekulargewicht von fast genau 30, entsprechend dem Molekulargewichte von  $Li_2O$ , was auf die Reinheit des Oxyds schliessen lässt.

	Triphylin 0,4668 g	Graftonit 0,5462 g	Verhältniss:	Analyse von Ford:
$P_2O_5$	42,3	41,20	0,290	$P_2O_5$ 40,80
$FeO$	33,4	30,65	0,426	$Fe_2O_3$ 40,16
$MnO$	9,9	17,62	0,248	$FeO$ 24,28
$MgO$	1,3	0,40	0,040	$MnO$ 45,38
$CaO$	0,2	9,23	0,165	$CaO$ 7,25
$Li_2O$	9,2	0,33	0,008	$Na_2O$ 4,15
$H_2O$	4,7	0,75		$K_2O$ 0,44
	98,0	100,18		$H_2O$ 4,17
				100,33

Wie die Analyse zeigt, enthält der Graftonit praktisch keine Alkalien. Die als  $Li_2O$  bezeichneten 0,33 % hatten das Molekulargewicht 44, wonach die Hauptmenge der Alkalien  $Li_2O$  sein dürfte; es rührt wahrscheinlich, wenigstens zum grössten Theile, von einer geringen Beimengung von Triphylin her. Da der Triphylin ein normales Phosphat ist, so würde die Anwesenheit einer sehr geringen Menge davon keinen merklichen Einfluss auf das Verhältniss der Phosphorsäure zu den Metalloxyden haben, und deswegen wurde ein den 0,33 % Alkalioxyd entsprechender Betrag von Triphylin von der Analyse nicht abgezogen. Das Verhältniss  $P_2O_5 : RO$  ist  $0,290 : 0,857 = 1 : 2,95$  oder annähernd  $1 : 3$ . Die Formel des Graftonit ist daher  $R_3P_2O_8$ , wobei für die zweiwerthigen Metalle  $Fe, Mn, Ca$ , die ohne Zweifel isomorph und nicht in festem Verhältnisse vorhanden sind,  $R$  gesetzt ist. In Ford's Analyse deutet der beträchtliche Gehalt an  $Fe_2O_3$  darauf hin, dass das ursprüngliche Mineral eine Veränderung durch Oxydation erlitten hat, indem die 40,16 %  $Fe_2O_3$  4,02 %  $O$  mehr enthalten als das  $FeO$ . Diese Oxydation erstreckt sich aller Wahrscheinlichkeit nach ebenso, wenn nicht in noch höherem Grade, auch auf das Mangan. Lässt man die Oxydation unbeachtet und nimmt nur die Anwesenheit von Eisen-

1) Amer. Journ. Sci. 1879 (3), 17, 226. Ref. in dieser Zeitschr. 3, 594.

oxydul an, so wird in Ford's Analyse das Verhältniss  $P_2O_5 : RO = 2,90$  oder annähernd 4 : 3, entsprechend einem normalen Phosphate. Ueberdies war die Oxydation von keiner beträchtlichen Wasseraufnahme begleitet, da der Wassergehalt, 1,17 %, sehr gering ist.

Vom chemischen Standpunkte aus betrachtet ist der Graftonit insofern interessant, als er eines der wenigen bis jetzt bekannten wasserfreien, normalen Phosphate ist. Als solche kennen wir Xenotim und Monazit, normale Phosphate von Yttrium und Cer, und die durch ihren Alkaligehalt charakterisirten Mineralien der Triphylingruppe, nämlich Triphylin  $LiFePO_4$ , Lithiophilit  $LiMnPO_4$ , Natrophilit  $NaMnPO_4$  und Beryllonit  $NaBePO_4$ , während alle anderen Phosphate Fluor oder Hydroxyl oder Krystallwasser enthalten.

Vor dem Löthrohre wird der Graftonit trübe und schmilzt bei ungefähr 2 zu einem schwach magnetischen Kügelchen zusammen. Dasselbe wird stärker magnetisch beim anhaltenden Erhitzen auf Kohle. Beim Schmelzen in der Pincette ertheilt das Mineral der Flamme die blass blaugrüne, für die Phosphate charakteristische Färbung. Die in der Oxydationsflamme erhaltene Sodaperle zeigt die grüne Farbe wie sie Manganverbindungen geben. Das Mineral löst sich leicht in Salzsäure; bringt man eine Spur der concentrirten Lösung auf einem Uhrglase in Berührung mit einem Tropfen verdünnter Schwefelsäure, so erhält man einen Niederschlag von Calciumsulfat. Im geschlossenen Rohre giebt das Mineral nur eine Spur Wasser ab und beginnt bei starker Rothgluth zu schmelzen.

Der Graftonit krystallisirt monoklin, obwohl bis jetzt Material, das genaue und brauchbare Werthe liefern könnte, nicht gefunden wurde. Die Krystalle waren ohne Ausnahme trübe in Folge der Anwesenheit von oxydirtem Triphylin, während der Graftonit selbst oberflächlich ohne Zweifel

Fig. 2.

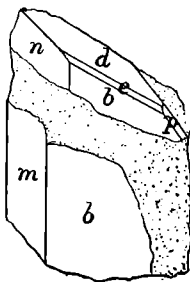
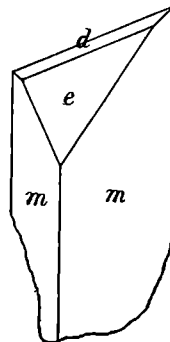


Fig. 3.



Fig. 4.



mehr oder weniger oxydirt war. In einigen Fällen ist die Oxydation und Zersetzung soweit vorangeschritten, dass man die Krystallform nur noch

annähernd vermuthen kann. Ueberdies sind die Krystalle entweder Fragmente oder so angewachsen, dass nur ein Theil ihrer Flächen ausgebildet ist. Die Krystalle haben im grössten Durchmesser 4 cm und gestatten nur eine annähernde Messung mittelst des Contactgoniometers.

Es wurden folgende Formen, die in den beigegebenen Figuren dargestellt sind, beobachtet:

$$\begin{array}{cccc} a\{100\} & m\{110\} & n\{130\} & e\{021\} \\ b\{010\} & l\{120\} & d\{011\} & p\{111\}. \end{array}$$

Zur Bestimmung des Axenverhältnisses wurde der Werth von  $\beta$  durch directe Messung des Winkels, den die Kante zwischen  $b$  und  $e$  (Fig. 2) mit der verticalen Kante zwischen  $b$  und  $m$  bildet, erhalten. Andere Fundamentalmessungen sind:  $b:m = 54^\circ$  und  $b:d = 62^\circ$ . Das hieraus erhaltene Axenverhältniss ist:

$$a : b : c = 0,886 : 1 : 0,582; \quad \beta = 66^\circ.$$

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Fundamentalmessungen keine sehr verlässigen Werthe ergeben und dass daher das Axenverhältniss nur annähernd richtig sein kann.

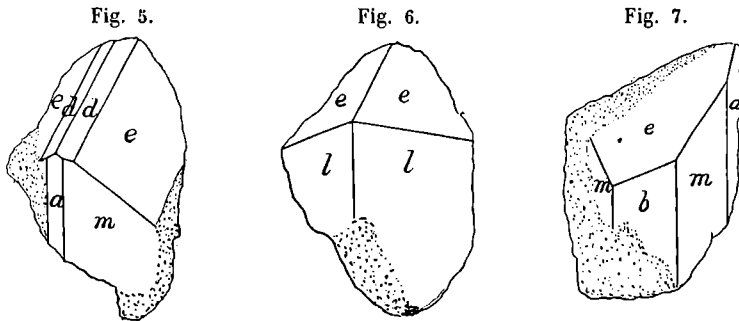
Einige wichtigere Winkel mit ihren gemessenen und berechneten Werthen sind im Folgenden angeführt:

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	$78^\circ 0'$
$l : l = (120) : (\bar{1}\bar{2}0)$	$115^\circ 0'$	$116 36$
$b : n = (010) : (\bar{1}\bar{3}0)$	$22 30$	$22 22$
$e : e = (021) : (0\bar{2}1)$	—	$93 24$
$p : p = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	$44 32$

Fig. 2—7 stellen die Krystalle dar, die sich als brauchbar für die Untersuchung erwiesen. Fig. 2, mit  $b(0\bar{1}0)$  nach vorne, zeigt einen Theil eines über 5 cm breiten Krystalles, der auf eine ziemlich grosse unregelmässige Masse von Graftonit in Verbindung mit Biotit angewachsen war. Bei dieser und den anderen Figuren wurde nicht versucht, die unregelmässigen, zerbrochenen Flächen des Graftonit und der damit verbundenen Mineralien in der Zeichnung wiederzugeben. Die punktirten Theile der Figuren sollen die unregelmässigen Flächen andeuten, und wenn Fig. 2 das richtige Verhältniss darstellt, so müsste der punktirte Theil noch beträchtlich nach oben und nach rechts über die Grenzen der Figur herausreichen. Fig. 3 stellt zwei über 7 cm lange Krystalle dar, welche in paralleler Verwachsung eine Deformation erfahren haben, indem die verticalen Kanten und Flächen des Prismas deutlich gekrümmt sind, während der monosymmetrische Charakter des Krystalles nicht gestört zu sein scheint. Risse, herrührend von Spaltbarkeit oder Bruch, sind an diesem Stücke nicht sicht-

bar; ein anderes Stück, das ähnlich deformirt wäre, wurde nicht gefunden. Figg. 4, 5, 6 und 7 geben Bruchstücke und Ecken von stark zersetzten Krystallen mit rauhen Flächen wieder. Das ganze Material war für die krystallographische Untersuchung sehr wenig geeignet, und es sind möglicherweise die Schlüsse, die sich für die Orientirung einiger Krystalle und für die Bestimmung der Formen ergaben, irrig, obwohl, soweit man mit dem Contactgoniometer angeben konnte, die Messungen die einfachen Formen, wie sie oben aufgeführt sind, lieferten.

Die optischen Eigenschaften des Graftonit deuten, soweit sie untersucht wurden, auf das monokline System hin. Die Lamellirung geht, wie später mehr im Einzelnen gezeigt wird, parallel dem Pinakoid  $b(010)$ ; daher ist der in Fig. 4 dargestellte, senkrecht zu den Lamellen stehende Schnitt auch senkrecht zur Symmetrieebene. Es wurden zwei solcher Schnitte aus



dem kleinen Bruchstücke des frischen Materials hergestellt; über ihre Orientirung war weiter nichts bekannt, als dass sie senkrecht zur Symmetrieebene geschnitten waren. In diesen Schnitten zeigte der Graftonit im polarisirten Lichte Auslöschung parallel den Lamellen, wie die Pfeile in Fig. 4 andeuten. In einem der Dünnschliffe konnte man im convergenten Lichte gegen die Grenze des Gesichtsfeldes einen Theil einer zweiaxigen Interferenzfigur erblicken; ihre Lage zeigte deutlich, dass die optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene ist, wobei die spitze Bisectrix in der Symmetrieebene liegt. Bringt man ein kleines Bruchstück des Dünnschliffes in den kleinen Axenwinkelapparat von Prof. Klein<sup>1)</sup>, füllt das Gefäß mit einer stark brechenden Flüssigkeit und dreht, bis die Bisectrix in die Mitte des Gesichtsfeldes kommt, so kann man deutlich die horizontale Dispersion erkennen und der optische Axenwinkel  $2V$  wurde annähernd zu  $50^\circ$  bis  $60^\circ$  bestimmt. Die Doppelbrechung ist nicht sehr stark und positiv.

Die lamellare Verwachsung zweier Mineralien, wie Graftonit und Triphylin, die chemisch und krystallographisch verschieden sind, ist eine interessante und ungewöhnliche Erscheinung, die einer eingehenderen Unter-

1) Groth's physik. Krystallographie 1895, 750, Fig. 690.

suchung werth ist. Zuvor jedoch mögen zur Erläuterung einige Erscheinungen ähnlicher Natur erwähnt sein. Das beste und ohne Zweifel bekannteste Beispiel lamellarer Verwachsung zweier Mineralien bietet der Albit (triklin) und der Orthoklas (monoklin), eine Erscheinung, die man gewöhnlich bei der Untersuchung von Gesteinsdünnschliffen beobachten kann und die den Petrographen als Perthit- oder Mikroperthitstructur vollauf bekannt ist. Beim Feldspath stehen beide Mineralien chemisch und krystallographisch in naher Beziehung; sie haben beide das Pinakoid  $b\{010\}$  gemeinsam, besitzen parallele Verticalaxen und stimmen so in der Richtung der Spaltbarkeit und den Flächenwinkeln nahe überein. Andere bekannte Beispiele von, wenn nicht lamellarer, so doch paralleler Verwachsung sind Staurolith (rhombisch) und Cyanit (triklin), Rutil (tetragonal) und Hämatit (hexagonal-rhomboëdrisch), Chalkopyrit (tetragonal), Fahlerz und Zinkblende (regulär). In allen diesen Fällen haben die beiden Mineralien wahrscheinlich so grosse Aehnlichkeit in bestimmten molekularen oder krystallographischen Eigenschaften, dass sie in bestimmten Stellungen zusammenwachsen können, etwa analog der Parallel- oder Zwillingsverwachsung zweier Krystalle desselben Minerals.

Offenbar das Wichtigste, was bei der Untersuchung der lamellaren Wechsellagerung des monoklinen Graftonit und des rhombischen Triphylin zu bestimmen ist, ist die Art und Weise dieser Verwachsung. Ohne Zweifel hat der Graftonit, der zwei Drittel bis drei Viertel der gesammten Krystallmasse ausmacht, den bestimmenden Einfluss auf die Krystallform ausgeübt; denn die äussere Gestalt ist monoklin und nicht rhombisch. In allen Stücken ist die Lamellirung sehr deutlich ausgesprochen und verläuft parallel dem Pinakoid  $b\{010\}$  des Graftonit; jedoch ist die Verwachsungsfläche nicht eben wie Spalt- oder Krystallflächen, sondern oscillatorisch, ähnlich im Kleinen der Oberfläche, die eine gefältelte Bank eines Sedimentgesteines zeigt. Eine Vorstellung von dieser unebenen Beschaffenheit der Flächen geben die unregelmässigen, welligen Verbindungslinien zwischen beiden Mineralien in Fig. 4. In Fig. 2 ist ein begrenztes Flächenstück, in dem die Lamellen offenbar dem Prisma  $m$  des Graftonit parallel sind, aber in anderen Theilen dieses Stückes und in allen anderen Krystallen sind sie durchaus parallel dem Klinopinakoid  $b$ .

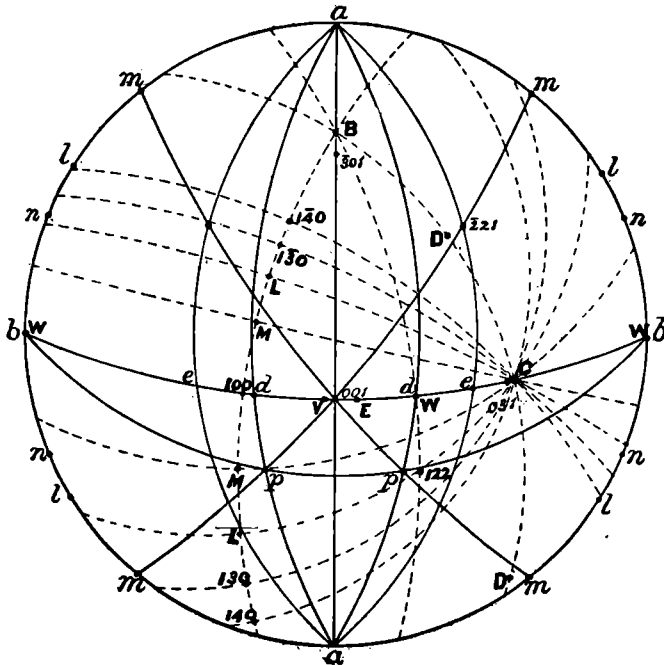
Auf einem Durchschnitte von der Art der Fig. 4 zeigt der Graftonit gerade Auslöschung; die Auslöschung des Triphylins bildet jedoch in diesem vorliegenden Schnitte einen Winkel von  $27^\circ$  mit der Richtung der Lamellen und ist bei verschiedenen Lamellen verschieden, wie durch die Pfeile angedeutet ist. Auf den Lamellen 4, 3 und dem oberen Theile von 5 geht die Auslöschung nach rechts, während sie auf 2, 6, 7 und dem unteren Theile von 5 nach links geneigt ist. Es sind daher der rhombische Triphylin und der monokline Graftonit offenbar nicht nach den Flächen eines Pinakoids



verwachsen; denn in diesem Falle würden beide Mineralien parallel auslöschen. Die schiefe Auslöschung des Triphylins lässt vermuthen, dass eine Prismen- oder Domenfläche desselben parallel dem Klinopinakoid des Graftonit ist; sucht man nach einer Aehnlichkeit der Formen und Winkel beider Mineralien, so findet man, dass der Winkel des Makrodomas  $((102):(\bar{1}02) = 62^{\circ} 23')$  beim Triphylin praktisch derselbe ist wie der Winkel zwischen Klinodoma  $d\{011\}$  und dem Klinopinakoid  $b\{010\}$  beim Graftonit  $((011): (010) = 62^{\circ})$ . Stellt man daher einen Triphylinkrystall so, dass seine Makrodiagonale parallel ist der Klinodiagonale des Graftonit und dreht um  $31^{\circ}$ , dass eine Domenfläche  $(102)$  das Klinopinakoid  $b$  des Graftonit berührt, dann fällt das Klinodoma  $d$  des Graftonit und das Makrodoma des Triphylins praktisch in eine Ebene. Um weitere Aehnlichkeiten der beiden Mineralien zu finden, wurde die sphärische Projection benutzt.

In Fig. 8 stellen die ausgezogenen Linien die sphärische Projection des Graftonit dar, nämlich die Lage der auf S. 438 angeführten Formen; sie sind mit liegenden Buchstaben bezeichnet, während die vier an den Krystallen nicht beobachteten Formen  $\{001\}$ ,  $\{034\}$ ,  $\{\bar{3}01\}$  und  $\{\bar{2}21\}$  durch die Indices

Fig. 8.

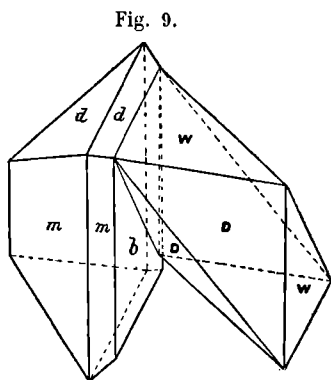


in kleinen Zahlen angedeutet sind. Die punktirten Linien geben die Projection des Triphylins wieder, und zwar sind die beobachteten Formen durch fettgedruckte Buchstaben, die Indices einiger möglicher Formen durch

fettgedruckte Zahlen bezeichnet. Die durch Buchstaben bezeichneten Formen des Triphylins sind:

<b>B</b> {010}	<b>M</b> {110}	<b>W</b> {102}	<b>V</b> {302}
<b>C</b> {001}	<b>L</b> {120}	<b>E</b> {101}	<b>D</b> {021}

Die Projection des Triphylins wurde so ausgeführt, dass die Zone, in der **(100)** und **C(001)** liegt, mit der Zone *b, d, d* des Graftonit und die Projection der einen von zwei Flächen des Makrodomas **W** des Triphylins mit dem Klinodoma *d*, die andere mit dem Klinopinakoid *b* des Graftonit zusammenfällt. So fallen, wie die Figur zeigt, die Formen **C, V** und **(100)** des Triphylins nahezu mit *(031), (004)* und *d(011)* des Graftonit zusammen. Die Zone **W, (122), M, W** des Triphylins fällt fast mit der Zone *b* und *p* des Graftonit zusammen, obwohl die Formen **M** und **{122}** der ersteren einige Grade von der Pyramide *p* des letzteren entfernt sind. Ferner fällt von den Domenflächen **D, (021), (021)** des Triphylins die eine bis auf ungefähr  $3^\circ$  mit dem Prisma *m*, die andere bis auf  $5^\circ$  mit einer möglichen Pyramide **{221}** des Graftonit zusammen. Dazu muss man im Auge behalten, dass die Axenverhältnisse beider Mineralien nur aus Messungen mit dem Contactgoniometer hergeleitet wurden, weshalb die Uebereinstimmung zwischen beiden Mineralien noch grösser sein kann, als durch ihre Lage in der sphärischen Projection ausgedrückt ist.



Noch deutlicher giebt vielleicht Fig. 9 die Aehnlichkeit zwischen beiden Mineralien wieder. Dieselbe zeigt links eine monokline Combination der Formen *m* und *d* des Graftonit, wobei die rechte Prismenkante durch das Klinopinakoid *b* abgestumpft ist. Rechts ist ein Triphylin kristall, der eine Combination der Domen **W** {102} und **D** {021} darstellt, genau entworfen und so gezeichnet, dass eine der **W**-Flächen das Klinopinakoid des Graftonit berührt und die Kante **W : W** der Klinodiagonale des letzteren parallel ist. Bei dieser Zeichnung fällt eine *d*-Fläche des

einen Krystalles und eine **W**-Fläche des anderen fast genau in eine Ebene (**W : W** =  $62^\circ 23'$  und *b : d* =  $62^\circ$ ) und ausserdem ist eine Brachydomenfläche **D** des Triphylins ziemlich genau parallel zur Prismenfläche *m* (110) des Graftonit, wie die Thatsache zeigt, dass die Kanten zwischen *m* und *d* und **W** und **D** (Fig. 9) fast genau eine gerade Linie bilden oder, s. Fig. 8, dass der Winkel zwischen *d* und *m* (*(011) : (110)* =  $54^\circ 56'$ ) nahezu derselbe ist wie zwischen **W** und **D** (*(102) : (021)* =  $53^\circ 54'$ ).

Die vorausgehenden Darlegungen bieten eine vorläufige Hypothese, wie

die beiden Mineralien möglicherweise in Folge einer Aehnlichkeit in bestimmten hervorstechenden krystallographischen Eigenschaften verwachsen sein können, und es erübrigt nur noch zu zeigen, bis zu welchem Grade die Hypothese mit den structurellen Eigenschaften der Verwachsung beider Mineralien übereinstimmt. Fig. 10 bietet in der Mitte einen idealen Durchschnitt durch einen Graftonitkrystall; er ist senkrecht zur Klinodiagonale und zeigt die Umrisse der Formen  $b$  und  $d$ . Ein solcher Durchschnitt sollte im polarisirten Lichte Auslöschung  $\parallel b$  zeigen, wie dies in Fig. 10 der Fall ist.

Fig. 10.

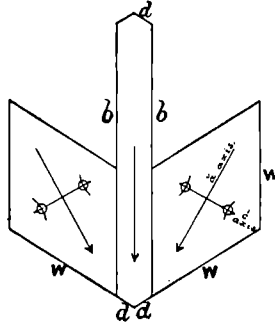
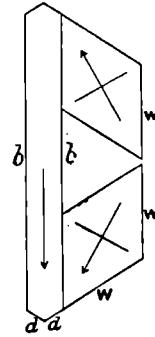


Fig. 11.



Zu beiden Seiten des Graftonit sind Durchschnitte durch Triphylinkrystalle senkrecht zur Makrodiagonale  $b$  gezeichnet und so orientirt, dass Makrodomenflächen  $W$  parallel und in Berührung mit dem Klinopinakoid  $b$  des Graftonit sind (vergl. Fig. 9). Solche Schnitte sollten eine Auslöschung zeigen, die, wie die Pfeile andeuten, rechts und links mit dem dazwischen liegenden Graftonit einen Winkel von  $34^\circ$  bilden. Die in dem Idealdurchschnitt (Fig. 10) dargestellte Structur stimmt mit den optischen Eigenschaften des Minerals in dem in Fig. 4 gezeichneten Durchschnitte überein; es zeigen hier die Triphylinlamellen (vergl. Lamelle 1, 2 und 3) schiefe Auslöschung, und zwar rechts und links symmetrisch zur Ebene der Lamellen. Macht man durch den zusammengesetzten Krystall einen Durchschnitt senkrecht zur Symmetrieebene des Graftonit, aber nicht senkrecht zur Klinodiagonale, dann wäre der Auslöschungswinkel zwar kleiner als  $34^\circ$ , aber immer noch gleich auf beiden Seiten der Ebene der Lamellen. In Fig. 4 ist der Winkel der Auslöschung im Triphylin ungefähr  $27^\circ$ . Es wäre daher, wenn die vorgeschlagene Hypothese richtig ist, der Durchschnitt nahezu, wenn auch nicht ganz, senkrecht zur Klinodiagonale des Graftonit und zur Makrodiagonale des Triphylin. Ausserdem kann man nach der Untersuchung von Penfield und Pratt<sup>1)</sup> annehmen, dass beim Triphylin, der ungefähr 33 %  $FeO$  enthält, die spitze Bisectrix die  $b$ -Axe ist, da die optische Axenebene  $(100)$ , wie Fig. 10 zeigt, und der optische Axenwinkel  $2V$  ungefähr  $80^\circ$  ist. Daher sollte letzterer in einem Durchschnitte senkrecht zu seiner  $b$ -Axe, wie er er in Fig. 10 gezeichnet ist, eine Bisectrix zeigen, während bei einer geringen Neigung, wie es in Fig. 4

1) Diese Zeitschr. 1896, 26, 130.

wohl der Fall ist, ein Theil der Interferenzfigur sichtbar sein müsste. Dies ist in Wirklichkeit bei den Triphylinlamellen der Fall, obgleich in Folge der Beschaffenheit des Materials die Interferenzfigur nicht sehr deutlich ist. Es stimmen also die optischen Eigenschaften, soweit sie untersucht werden konnten, mit der Hypothese, dass eine Domenfläche des Triphyilins mit dem Klinopinakoid des Graftonit verwachsen ist, überein.

Fig. 44 zeigt zwei Triphylinkrystalle in Zwillingstellung auf einer Klinopinakoidfläche des Graftonit. So orientirte Krystalle würden, wofern sie weiter wachsen würden, sich den Umständen beim Zusammenwachsen anzupassen haben und die Verwachsungsfläche wäre wahrscheinlich unregelmässig und würde mit keiner bestimmten Ebene des Krystalles zusammenfallen. Eine solche Bedingung mag bei der Bildung der Lamelle 5 (Fig. 4) geherrscht haben; denn in dem einen Theile derselben neigt die Auslöschung nach rechts, im anderen nach links, während beide Theile entlang einer unregelmässigen Linie, die man unter dem Mikroskope genau verfolgen kann, verwachsen sind.

Die durch die Verwachsung von Graftonit und Triphylin entstandenen Krystalle sind gross, weshalb sie wahrscheinlich eine lange Zeit zu ihrem Wachstume und ihrer Ausbildung nöthig hatten. Es erscheint nicht wahrscheinlich, dass sie sich ursprünglich aus ein und demselben Materiale bildeten und sich erst später ohne Oxydation des Eisens und Mangans zum Theil in Material von anderer Zusammensetzung umwandelten. Die Annahme einer solchen Hypothese würde erfordern, dass das nach der Theorie entstehende Product (in diesem Falle das seltene Mineral Triphylin) sich in zwischengelagerten Lamellen mit bestimmter krystallographischer Orientirung in Bezug auf das ursprüngliche Material ausgebildet hätte. Auch scheint es nicht wahrscheinlich, dass die Krystalle zu einer gewissen Zeit nur aus Graftonit bestanden, später aber durch Druck oder andere Einwirkung in Lamellen zerbrachen, wobei Spalten für eine folgende Infiltration von Triphylin als Bindemittel zurückblieben. Die Krystalle, mit Ausnahme vielleicht eines einzigen, der durch Fig. 3 dargestellt ist, lassen nicht mit Sicherheit erkennen, ob sie zuerst zerbrochen und dann wieder zusammengekittet sind; auch sind keine Unebenheiten, Streifungen oder Erhöhungen an ihren Flächen sichtbar, die zur Vermuthung führen könnten, die Krystalle hätten sich in Folge eingewachsener Triphylinlamellen erweitert und vergrössert. Es erscheint vielmehr wahrscheinlich, dass die Krystalle sich in einer Lösung oder einer Umgebung gebildet haben, die die chemischen Bestandtheile zur Bildung beider Verbindungen enthielt, und dass das Wachstum derart vor sich ging, dass sich zu einer Zeit Graftonit, zu einer anderen Triphylin abschied. So schritt, je nachdem das Material, welches die Bildung der einen oder der anderen Form begünstigte, im Ueberschuss

vorhanden war, das Wachsthum der Krystalle fort, bis die grossen aus Lamellen bestehenden Individuen gebildet waren.

Es ist bedauerlich, dass nur ein kleines Bruchstück frischen Materials ohne bestimmte Krystallflächen zu finden war. Das gesammte Material war von einer Beschaffenheit, dass genaue krystallographische Messungen nicht auszuführen waren, und orientirte Durchschnitte, die unveränderten Triphylin enthielten, konnten nicht gemacht werden; daher sind die krystallographischen Beziehungen beider Mineralien nicht mit absoluter Sicherheit festgestellt worden. Der Verf. hofft jedoch, dass die für eine mögliche Erklärung der bemerkenswerthen Verwachsung, wie sie die beiden Mineralien bieten, verwandte Zeit nicht umsonst geopfert worden ist.

---