Ueber die Phosphate von Waldgirmes.

Von

August Streng in Giessen.

Mit Tafel V.

Unweit Waldgirmes, einem zwischen Wetzlar und Giessen liegenden Dorfe, wurden schon seit Jahren einige kleine auf Stringocephalenkalk aufliegende Phosphoritlager* abgebaut. In einem dieser Lager hatte man früher vereinzelte Knollen von manganreichem Brauneisenstein gefunden, die Jahre lang an der Halde aufgehäuft lagen und eine Fundgrube für schöne Kakoxenstufen bildeten. Im Herbst 1879 wurde nun dieses Eisenerz, welches hier ein compaktes Lager bildet, in Abbau genommen und im vergangenen Winter machte mich Herr Bergrath Riemann in Wetzlar darauf aufmerksam, dass schöne Krystalle verschiedener Phosphate dort gefunden würden. In Folge dessen unternahm ich eine Reihe von Excursionen nach dieser Grube, die den Namen „Rothläufchen" führt, und fand dort ein so vortreffliches Material, dass ich eine Bearbeitung desselben vornehmen konnte, deren Resultate im Nachstehenden niedergelegt werden sollen.

Der Brauneisenstein des zwischen Stringocephalenkalk und Kieselschiefer sich findenden Erzlagers ist, wenigstens in den oberen Teufen, von vielfachen Klüften durchzogen, die zum Theil oder ganz erfüllt sind mit Krystallen von Eleonorit, Kakoxen, Kraurit, Strengit und Wavellit, ferner ist vielfach auch völlig dichtes amorph scheinendes Eisenoxydphosphat (Picit) vorhanden. Die verschiedenen Phosphate kommen dabei entweder einzeln oder

---

* Stein: Über das Vorkommen von phosphors. Kalk in der Lahn- und Dillgegend. Sep.-Abdr. p. 27.

zu mehreren neben- und auf einander sitzend in den Klüften vor. Diese Klüfte liegen oft nahe beieinander und sind parallel, so dass der Brauneisenstein leicht in dünne Schaalen zerschlagen werden kann. Namentlich in diesem schaaligen Brauneisenstein finden sich die schönsten Krystalle der genannten Phosphate.

1. Eleonorit.

Im Jahrgang 1877 dieser Zeitschrift hat Herr Dr. August Nies auf p. 176 die chemische Zusammensetzung zweier von ihm für neu gehaltenen Phosphate von der Grube Eleonore bei Bieber mitgetheilt, von denen das eine monoklin krystallisiren, das andere amorph sein sollte. Im 19. Bericht der oberhess. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde* hat derselbe einen vorläufigen Bericht über diese beiden Mineralien veröffentlicht und das erste mit dem Namen Eleonorit, das zweite mit dem Namen Picit belegt.

Die von Herrn Nies ausgeführte Untersuchung des Eleonorit gründet sich auf das Material, welches auf der Grube Eleonore gefunden worden ist, aber sehr ungenügend war. Namentlich sind deutliche und messbare Krystalle dort nicht vorgekommen. In Folge dessen war es dem Entdecker nicht möglich, die Krystallform genauer zu bestimmen. Durch die neuen Funde auf der Grube „Rothläufchen“ sind aber so zahlreiche und gut ausgebildete Krystalle in meine Hände gekommen, dass eine Bestimmung der Krystallform wohl möglich war. Hiernach ist das Mineral nicht, wie Nies in seinem 2. Berichte glaubte annehmen zu dürfen, rhombisch, sondern monoklin.

Die Krystalle sind gewöhnlich nach $\infty P\infty$ (100) tafelartig ausgebildet und nach der orthodiagonalen Axe säulenförmig in die Länge gezogen und erinnern in ihrer Ausbildung einigermassen an Epidot oder an Trona, ganz besonders aber an die nach einer Pyramidenfläche breit gedrückten Krystalle $+P, -P$ ($\bar{1}11$), (111) des Lazulith von Lincoln County, Georgia. Die Krystalle sind im Allgemeinen sehr flächenarm; es wurden vorzugsweise die Flächen $+P$ ($\bar{1}11$ und $\bar{1}\bar{1}1$), $\infty P\infty$ (100) und oP (001) gefunden (vergl. Taf. V. Fig. 1 und 2, letztere eine orthographische Projektion auf das Klinopinakoïd). Sehr untergeordnet tritt noch

* Vergl. dies. Jahrbuch 1881. Bd. I. p. 16 der Referate.

mitunter ein negatives Hemiorthodoma auf. Die Fläche $\infty P\infty$ (100) ist parallel der Combinationskante mit oP (001) gestreift, eine Folge der alternirenden Combination beider Flächen. Unter dem Mikroskop ist ausserdem noch eine sehr feine Streifung oder Faserung parallel der Combinationskante mit P wahrnehmbar, die einer polysynthetischen Zwillingsbildung ähnlich ist. oP (001) und P ($\bar{1}11$) sind nur als schmale Flächen ausgebildet.

Es wurden folgende Winkel gemessen: $\infty P\infty$ (100) : oP (001). Die erstere Fläche konnte stets scharf eingestellt werden, die zweite meistens nur auf den Lichtschein. Das Mittel aus 4 um 10′ von einander abweichenden Messungen war 131° 25′. Später gelang es, Krystalle zu messen, bei denen beide Flächen ziemlich gut einstellbare Reflexbilder lieferten. Das Mittel aus 6 Messungen war 131° 27′.

$\infty P\infty$ (100) : P,, (11$\bar{1}$). Auch hier konnte Anfangs P nur auf den Lichtschein eingestellt werden, bis endlich Krystalle aufgefunden wurden, bei denen eine schärfere Einstellung möglich war. Das Resultat war bei 3 Messungen: 104° 25′ — 104° 23′ — 104° 24′, im Mittel also 104° 24′.

P, ($\bar{1}11$) : P,, (11$\bar{1}$). Beide Flächen gaben ein sehr lichtschwaches Spiegelbild, welches aber doch genügend war, um sie ziemlich genau einstellen zu können. Es wurde erhalten als Mittel aus 6 um 10′ von einander abweichenden Messungen: 140° 4′. Die klinodiagonale Endkante von P ist daher = 39° 56′.

Aus diesen drei Messungen berechnet sich

$$a : b : c = 2{,}755 : 1 : 4{,}0157^*$$
$$\beta = 48^\circ 33'.$$

Die Ähnlichkeit der Krystalle des Eleonorit mit den nach einer Fläche von P tafelartig ausgebildeten Krystallen des Lazulith ist so gross, das man versucht ist, an gleiche Formentwicklung bei beiden Phosphaten zu denken. Indessen sind doch die Winkel bei dem Lazulith etwas andere, wie bei dem Eleonorit, namentlich sind die Endkanten von +P und −P nahezu gleich, während die entsprechenden Winkel des Eleonorit um beinahe 8° von einander abweichen. Ausserdem sind die Flächen $\infty P\infty$ (100)

---

* Das von mir im 19. Ber. d. Oberhess. Ges. angegebene Axenverhältniss beruht auf vorläufigen Messungen.

u. oP (001), welche zusammen als —P (111) . ($1\bar{1}1$) aufgefasst werden könnten, physikalisch von einander verschieden.

Sehr häufig kommen Zwillinge vor, welche nach dem Orthopinakoïd mit einander verwachsen sind. Sie stellen dünne Tafeln dar. Fig. 3 giebt eine orthographische Projektion auf das Klinopinakoïd. P, ($\bar{1}11$) u. $\underline{P}$, ($\bar{1}11$) bilden ausspringende Winkel von 151° 12′ (durch Messung gefunden: 150° 46′ und 150° 52′), $\underline{P}$,, ($11\bar{1}$) u. P,, ($11\bar{1}$) einspringende Winkel. Ebenso bilden die beiden oP (001) einerseits aus-, andererseits einspringende Winkel von 97° 6′. Weit seltener sind Durchkreuzungszwillinge, bei welchen oP (001) beiderseits und in der Mittellinie des Krystalls im einspringenden Winkel liegt, während die Flächen von +P ($\bar{1}11$) an beiden Krystallen auf der nach oben gerichteten Seite ausspringende Winkel bilden. Die Projection Fig. 4 gibt ein ideales Bild. Die Flächen $\underline{P}$,, . P,, und P,, . $\underline{P}$,, würden in der Mitte einspringende Winkel bilden, sie fehlen aber bei allen Durchkreuzungszwillingen, die ich beobachtet habe. Diese haben etwa das Aussehen von Fig. 5. Es erscheinen hier nur die ausspringenden Winkel $\underline{P}$, P, und P, $\underline{P}$,; ausserdem ist der einspringende Winkel der Flächen oP (001) in der Mittellinie des Zwillings nicht scharf ausgebildet wegen der alternirenden Combination von oP (001) mit ∞P∞ (100). Dagegen erscheinen beiderseits an den Rändern die einspringenden Winkel von oP (001) sehr scharf ausgebildet.

Die Krystalle des Eleonorit sind nur 1—2 Millimeter gross; sie sind gewöhnlich zu Drusen verbunden und dann entweder in paralleler Stellung mit den Flächen von P ($\bar{1}11$) aufgewachsen und dicht gedrängt aneinanderstehend, oder sie sind nur annähernd parallel und dann entstehen aufgeblätterte Partien und radialblättrige Krusten. Nies glaubte annehmen zu dürfen, dass auch die braunen radialfasrigen Halbkugeln, welche oftmals nach aussen hin gelb werden und in Kakoxen übergehen, mit dem Eleonorit identisch seien und benutzte diese Halbkugeln in Ermangelung von anderem Material zur Analyse. Ich werde weiter unten zeigen, dass sie nicht dem Eleonorit angehören.

Was die Spaltbarkeit anbetrifft, so ist, wie es scheint, nur eine solche nach ∞P∞ (100) vorhanden. Die Härte ist von Nies zu 3, von mir zu 3—4 gefunden worden. Die Angaben von Nies bezüglich des spec. Gewichts beziehen sich auf die braunen radial-

fasrigen Kugeln, welche dem Eleonorit nicht angehören. Ich selbst habe es leider versäumt vor der Analyse das spec. Gewicht zu bestimmen.

Der Eleonorit ist von rothbrauner bis dunkel hyacinthrother Farbe und gelbem Strich. Bei Anwendung eines Nikols erscheinen die Krystalle unter dem Mikroskop auffallend stark dichroïtisch. Indessen konnten dieselben nur nach dem Orthopinakoïd untersucht werden, da die Krystalle zu dünn und zerbrechlich sind, um anderweitige Schliffe namentlich parallel dem Klinopinakoïd herstellen zu können. Es ergab sich, dass die parallel der Orthodiagonalen (der scheinbaren Säulenkante) schwingenden Strahlen eine hellgelbe Farbe besitzen, die senkrecht zu dieser Axe schwingenden Strahlen sind dagegen dunkelrothbraun gefärbt. Parallel und senkrecht zur Ortho-Axe liegen auch die Auslöschungsrichtungen. In anderen Stellungen zeigen sich zwischen gekreuzten Nikols sehr lebhafte Interferenzfarben.

Der Glanz auf $\infty P \infty$ (100) ist ein lebhafter, in den Perlmutterglanz geneigter Glasglanz. Unter dem Mikroskop sind die Krystalle ungemein rein und fast frei von Einlagerungen.

Der Eleonorit schmilzt v. d. L. leicht zu einer schwarzen metallglänzenden Kugel, welche krystallinisch erstarrt; in Salzsäure ist er leicht löslich.

I. Radialblättriger Überzug auf Brauneisenstein.

II. Krystallisirter Eleonorit.

		I			II		
		a	b.			a	b.
		Divid. d. d. Mol. Gew.	Mol.-Verh.			Divid. d. d. Mol. Gew.	Mol.-Verh.
P_2O_5	=	31,78	0,224	2	31,88	0,224	2
FeO_3	=	52,05	0,325	2,9	51,94	0,325	2,9
H_2O	=	16,56	0,920	8,2	16,37	0,910	8,1.
		100,39			100,19		

Das Molekularverhältniss ist offenbar = 2 : 3 : 8, woraus sich für den Eleonorit folgende Formel ableitet:

$$Fe_3 P_4 O_{19} + 8 H_2 O \text{ oder } 2 (Fe P_2 O_8) + H_6 Fe O_6 + 5 H_2 O.$$

Diese Zusammensetzung stimmt sehr nahe überein mit derjenigen des Beraunit von St. Benigna in Böhmen. Wir besitzen

hiervon 3 Analysen: Nr. 1 von Tschermak* Nr. 2 und 3 von Boricky **.

	1.					2.				
		a		b			a		b	
P_2O_5 =	30,5	0,215	2	oder	1,87	30,2	0,213	2	oder	1,8
FeO_3 =	55,0	0,344	3,2	„	3	55,8	0,349	3,3	„	3
H_2O =	14,0	0,778	7,2	„	6,8	15,1	0,839	7,9	„	7,2
Na_2O =	1,5									
	101,0					101,1				

	3.				
		a		b	
P_2O_5 =	28,99	0,204	2	oder	1,7
FeO_3 =	55,98	0,350	3,4	„	3
H_2O =	14,41	0,800	7,8	„	6,9
	99,38				

Das Molekular-Verhältniss ist hier nur annähernd = 2 : 3 : 7 bis 8. Da das von Boricky und Tschermak analysirte Material nicht ganz frisch gewesen zu sein scheint, das von mir benutzte aber vortrefflich ausgebildet war und zum Theil (Nr. II) aus stark glänzenden Krystallen bestand, so ist es immerhin möglich, dass auch dem Beraunit im frischen Zustande das Molekular-Verhältniss 2 : 3 : 8 zukomme. Breithaupt***, Tschermak und Boricky beschreiben nun den Beraunit als eine Pseudomorphose nach Vivianit. Für das Mineral der Grube „Rothläufchen" ist diese Annahme nicht zulässig; die von mir gemessenen Krystalle stimmen in ihren Winkeln und Formen weder mit dem Vivianit, noch mit den von Tschermak angegebenen Winkeln, noch mit der Abbildung der Krystalle des Beraunit überein. Ist nun aber die Substanz beider Mineralien übereinstimmend? Es ist oben bemerkt, dass sich vom chemischen Standpunkte eine Übereinstimmung rechtfertigen liesse. Die übrigen Eigenschaften sind aber nur zum Theil übereinstimmend. Zunächst ist die Härte des Eleonorit grösser als die des Beraunit. Ferner gibt Tschermak für letzteren wenigstens auf $\infty P\infty$ (100) metallischen Perlmutterglanz an. Endlich ist auch das optische Verhalten verschieden, so weit ich es an den mir zu Gebote stehenden sehr mangel-

* Ber. d. k. k. Ak. d. W. I. Abth. 1864. Bd. 49, p. 341.
** Ebenda 1867, Bd. 56, p. 11.
*** B. u. H. Z. 1853, p. 402.

haften Exemplaren des Beraunit vergleichen konnte; derselbe ist nämlich kaum wahrnehmbar dichroitisch; die Farbe beider Mineralien ist unter dem Mikroskop eine ähnliche. Wegen dieser Verschiedenheiten halte ich es vorläufig nicht für thunlich den Eleonorit mit dem Beraunit zu vereinigen.

Auch Frenzel* beschreibt unter dem Namen Beraunit ein Mineral von der Grube Vater Abraham im Scheibenberger Revier in Sachsen als blättrige concentrischstrahlige Partien und einzelne Blättchen von Gypsform und von folgender Zusammensetzung:

			a		b	
P_2O_5	=	28,65	0,201	2	1,8	3
FeO_3	=	54,50	0,340	3,38	3	5
H_2O	=	16,55	0,919	9,1	8,1	13,7
		99,70.				

Diese Analyse stimmt nur entfernt mit der meinigen überein, namentlich ist der Phosphorsäure-Gehalt in der ersteren erheblich geringer wie in der letzteren. Auch die von Frenzel angeführte Gyps-Form könnte zwar auf den Beraunit von St. Benigna passen, nicht aber auf den Eleonorit; es liegen also auch hier fürerst noch Verschiedenheiten vor, die einer Vereinigung des Minerals aus Sachsen mit dem Eleonorit entgegenstehen. Für eine Pseudomorphose nach Vivianit kann auch Frenzel das von ihm beschriebene Mineral nicht halten; vielmehr ist es nach ihm ein selbstständiges.

Obgleich Boricky mit Breithaupt und Tschermak den Beraunit für eine Pseudomorphose nach Vivianit hält, so schildert er doch auf p. 12 seiner Abhandlung Verhältnisse, welche auf eine Umwandlung von Dufrenit (Kraurit) in Beraunit hindeuten, ja er findet sogar, dass Dufrenit-Kügelchen in Beraunit-Nadeln umgewandelt seien; er glaubt aber, dass der Vivianit das genetische Mittelglied sei. Ganz ähnliche Verhältnisse und Beziehungen des Kraurit zum Beraunit findet Boricky auch von Herdorf in Nassau, auch glaubt er, dass der Kraurit von Siegen nach der Beschreibung von Diesterweg in ähnlichen Beziehungen zu Beraunit stände. Das setzt aber voraus, dass zuerst eine Reduction des Eisenoxydphosphats (Kraurit) in Eisenoxydulphosphat (Vivianit)

* Dies. Jahrb. 1873, p. 23.

und dann wieder eine Oxydation des letzteren zu ersterem (Beraunit) stattgefunden habe. Ist es da nicht natürlicher, eine directe Umwandlung des Dufrenit in Beraunit durch Aufnahme von Wasser anzunehmen, wenn überhaupt eine Umwandlung stattgefunden hat? Boricky gibt für den Dufrenit (Kraurit) von St. Benigna folgende Analysen:

	I. Dunkelschmutzig grüne Kügelchen				II. Äussere lichtgrüne Hülle d. Kügelchen			
		a	b			a	b	
P_2O_5 =	30,05	0,211	1,7	oder 2	32,09	0,226	1,87	oder 2
Fe_2O_3 =	59,82	0,374	3	„ 3,6	57,93	0,362	3	„ 3,2
H_2O =	9,33	0,518	4,1	„ 5	9,04	0,502	4,1	„ 4,5
	99,20				99,06			

Vergleicht man diese Molekularverhältnisse mit denjenigen, welche sich aus Boricky's Analysen des Beraunit ergeben, (1,7 bis 1,8 : 3 : 6,9 bis 7,2 oder 2 : 3,3 : 7,9), so findet man, dass das Mol.-Verh. von P_2O_5 : Fe_2O_3 dasselbe ist und nur im Wassergehalt unterscheiden sich beide Mineralien. Wenn also der Dufrenit in Beraunit übergehen soll, so muss eine Aufnahme von Wasser stattfinden.

Ist dies richtig, dann hat man es bei dem Beraunit von St. Benigna nicht überall mit einer Pseudomorphose nach Vivianit zu thun, sondern das Mineral kann auch als Umwandlungsproduct des Kraurit auftreten. Auch auf der Grube Rothläufchen sind vielleicht ähnliche Verhältnisse vorhanden. Hier kommen nämlich radialblättrige Bildungen des Eleonorit als Überzug von Kraurit-Aggregaten vor, wobei es zuweilen den Anschein hat, als ginge das letztere Mineral in das erstere über. Doch würde, wenn eine Umwandlung stattgefunden hätte, der Process derselben hier in einer Zuführung von Wasser und von Phosphorsäure bestanden haben. — Dass auch an anderen Orten ähnliche Beziehungen zwischen Kraurit und einem Beraunit- ähnlichen Minerale vorhanden sind, ist schon oben erwähnt worden.

2. Kakoxen.

Es ist schon früher angeführt worden, dass Nies die radialfasrigen braunen kugeligen Massen von der Grube Eleonore analysirt hat, in der Meinung, sie beständen aus Eleonorit. Die

Resultate seiner Analyse, die er mir freundlichst mitgetheilt hat, sind Folgende:

			nach Abzug des Unlöslichen auf 100 berechnet	a	b
G. = 2,4					
P_2O_5	=	26,18	26,17	0,1843	2
FeO_3	=	40,37	40,35	0,2522	3,04
AlO_3	=	2,89	2,89	0,0280	
H_2O	=	30,61	30,59	1,6994	18,5
unlösl. Rückstand	=	0,14			
		100,19	100,00		

Aus dieser Analyse leitete Nies die Formel: $2FeP_2O_8 + H_6FeO_6 + 15H_2O$ ab. Das ist also ein Phosphat, welches dem Kakoxen am nächsten steht. Dasselbe Mineral findet sich auch mit Kakoxen vergesellschaftet auf der Grube Rothläufchen. Die Analysen des Kakoxen weichen nun unter sich sehr stark von einander ab, wie folgende Zusammenstellung ergibt:

		1. nach Steinmann.					2. nach Richardson.				
			a		b			a		b	
P_2O_5	=	22,28	0,157	2	oder	1,66	21,85	0,154	2	oder	1,61
FeO_3	=	45,32	0,283	3,6	„	3	45,94	0,287	3,7	„	3
H_2O	=	32,38	1,799	22,9	„	19,1	32,19	1,788	23,2	„	18,7

3. nach v. Hauer.

			a		b	
P_2O_5	=	19,63	0,138	2	oder	1,39
FeO_3	=	47,64	0,298	4,3	„	3
H_2O	=	32,72	1,818	26,3	„	18,3.

Man erkennt hieraus, dass die Zusammensetzung des braunen Minerals von der Grube Eleonore durch den bedeutend höheren Phosphorsäure-Gehalt sich von allen andern Analysen entfernt. Dagegen steht sie derjenigen des nierenförmigen, Wavellit-ähnlichen Minerals von schmutzig grüner Farbe weit näher, welches von Hauer* von St. Benigna als neben dem Kakoxen vorkommend anführt. Die erstere ist als Mittel aus 2 Analysen:

			a		b	
P_2O_5	=	25,71	0,181	2	oder	2,1
FeO_3	=	41,46	0,259	2,86	„	3
H_2O	=	32,81	1,822	20,1	„	21,1
		99,98.				

* Jahrb. k. k. geol. R. 1854, p. 73.

Die übrigen Eigenschaften sind aber verschieden von denjenigen des Kakoxen.

Was den eigentlichen verworren fasrigen gelben Kakoxen von der Grube Eleonore und von Rothläufchen anbetrifft, so hat er dieselbe Zusammensetzung, wie das von Nies analysirte Mineral, denn eine Probe desselben gab 27,91 % P_2O_5 und 30,00 % H_2O. Daraus ersieht man, dass beide Mineralien identisch sind, d. h. der gelbe Kakoxen besteht aus wirr durcheinander liegenden Nadeln derselben Art, die bei dem braunen Mineral compakte radialfasrige Kugeln bilden. Das zeigt sich auch unter dem Mikroskop. Zwar sind die gelben Nadeln anscheinend fast gar nicht, die braunen radialfasrigen Aggregate aber deutlich dichroïtisch; dasselbe ist aber auch bei den gelben Nadeln der Fall, wenn einmal eine grössere Zahl derselben parallel neben einander liegt. Fischer*, der neuerdings den Kakoxen mikroskopisch untersucht hat, findet, dass er nicht dichroïtisch sei; dies bezieht sich aber wohl nur auf die einzelnen Nadeln. — Die parallelen Aggregate erscheinen bräunlichgelb, wenn die Schwingungsebene des Nikols mit der Längsrichtung parallel ist, sie erscheinen hellgelb, wenn sie senkrecht darauf steht. Bei dem Eleonorit ist gerade das Umgekehrte der Fall, wie oben angeführt ist.

Boricky führt auf p. 17 u. 18 seiner Abhandlung an, dass der Dufrenit, der theilweise das Material zur Bildung des Beraunits geliefert hat, auch dasjenige zur Bildung eines amorphen braunen Phosphats geliefert habe und sich auch in Kakoxen umwandle; er konnte den Übergang von Dufrenit in Kakoxen nachweisen und genau verfolgen. Diese Umwandlung ist weder auf Eleonore, noch auf Rothläufchen wahrzunehmen; dagegen beobachtet man zuweilen einen Übergang der braunen radialfasrigen Kugeln in das scheinbar amorphe braune Phosphat (Picit nach Nies) unter Verhältnissen, die es zweifelhaft lassen, welches das ursprüngliche und welches das später gebildete Mineral ist.

3. Kraurit.

Neben Eleonorit und mit ihm oft verwachsen findet sich ein gewöhnlich dunkelgrün fast schwarz gefärbtes Mineral scheinbar

* Zeitschr. f. Kryst. IV, p. 374.

in würfelförmigen Krystallen. Eine genauere Untersuchung lehrt, dass diese Krystalle ihrer Formenentwicklung nach rhombisch sind und dem Kraurit angehören. Sie haben oft eine Breite von 1—2 Millimetern, sind aber sehr selten in einfachen Krystallen vorhanden, sondern meistens in parallel oder annähernd parallel gestellten Aggregaten.

Die einfachsten und am besten ausgebildeten Krystalle haben die Formen von Fig. 6: $\infty\bar{P}\infty$ (100), $\infty\breve{P}\infty$ (010), $\breve{P}\infty$ (011), andere die von Fig. 7: $\infty\bar{P}\infty$ (100), ∞P (110), $\breve{P}\infty$ (011). Es kommen aber auch Krystalle der ersten Art vor, an denen die Combinationskanten von $\infty\bar{P}\infty$ (100) und $\infty\breve{P}\infty$ (010) durch ∞P (110) abgestumpft werden. Auch $\infty\breve{P}2$ (120) [?] kommt vereinzelt und untergeordnet vor. ∞P (110) ist lebhaft glänzend, ebenso $\infty\bar{P}\infty$ (100), doch ist dieses vertical gestreift; noch stärker gestreift, dafür aber weniger glänzend, ist $\infty\breve{P}\infty$ (010). Die Flächen von $\breve{P}\infty$ (011) sind stets stark gerundet, so dass beide Flächen ohne Kante in einander verlaufen; dabei sind sie meist nur wenig glänzend oder ganz matt.

$\infty P : \infty P$ (110) : ($1\bar{1}0$) wurde mehrmals gemessen bei Einstellung auf den Lichtschein; die Resultate waren dann aber schwankend. Bei Einem Krystall gelang es indessen, den spitzen Winkel von ∞P (110) genauer zu messen mit Einstellung auf sehr lichtschwache etwas verschwommene Bilder des Lemniscatenspalts. Bei 6 Messungen, welche um 25′ von einander abwichen, wurde im Durchschnitt ein Winkel von 82° 16′ erhalten, der stumpfe Prismenwinkel ist also = 97° 44′. — Auch die gerundeten Brachydomenflächen wurden einer nur sehr annähernden Messung in der Art unterworfen, dass die erste Einstellung auf den ersten von der Fläche reflectirten Lichtschein genommen wurde, die zweite Einstellung aber auf den zuletzt auftretenden. An zwei Krystallen wurden auf diese Weise Resultate erhalten, die recht gut mit einander übereinstimmen, die aber doch nur als ganz ungefähre betrachtet werden dürfen. Der erste Krystall lieferte im Durchschnitt aus 10 Messungen den Winkel 133° 50′ für $\breve{P}\infty$ (011), der zweite 133° 53′. Die einzelnen Messungen schwanken zwischen 133° 20′ und 134° 40′. Will man aus diesen

beiden Messungen ∞P (110) : ($1\bar{1}0$) = 97° 44′ und $\breve{P}\infty$ (011) : ($0\bar{1}1$) = 133° 50′ das Axenverhältniss ableiten, dann würde das Verhältniss von a : b annähernd richtig sein, dasjenige von b : c aber nur sehr geringen Werth haben. Das Resultat würde sein: a : b : c = 0,8734 : 1 : 0,426.

Es wurden ferner gemessen mit Einstellung auf den Lichtschein (Mittel aus 10 Messungen) $\infty P : \infty\bar{P}\infty$ (110) : (100) = 139° 20′, an einem zweiten Krystall 138° 7′, im Mittel also: 138° 43′ (berechnet 138° 52′). Ferner wurde $\infty\bar{P}\infty : \infty\breve{P}\infty$ (100) : (010) annähernd 90° gefunden bei sehr unsicherer Einstellung, da beide Flächen nicht ganz eben und dabei vertical gestreift sind. Endlich wurde das Brachyprisma in seinem stumpfen Winkel gemessen bei einer sehr mangelhaften Einstellung auf den Lichtschein, so dass nur annähernde Werthe erhalten wurden. Im Durchschnitt aus 6 Messungen erhielt ich den Winkel 122° 48′, woraus sich für das Prisma vielleicht das Symbol $\infty\breve{P}2$ (120) berechnen lässt. Der berechnete Winkel ist 120° 26′. Das früher am Kraurit gefundene Prisma von ungefähr 123° würde vielleicht mit dem Prisma $\infty\breve{P}2$ (120) übereinstimmen. Ob die Flächen von $\breve{P}\infty$ (011) auf $\infty\bar{P}\infty$ (100) genau senkrecht stehen, war wegen der Krümmung der ersteren nicht mit Sicherheit zu bestimmen.

Wie schon angeführt bestehen die meisten Krystalle aus einem Aggregate von annähernd parallel gestellten Kryställchen oder sie zerschlagen sich an den Enden der makrodiagonalen Axe in einzelne nicht ganz parallele Krystallenden, an welchen ∞P (110) überall sichtbar ist. Die Krystalle erscheinen also hier aufgeblättert. Ganz einfache Krystalle sind recht selten. Dagegen kommen radial- oder verworren blättrige Krusten häufig vor; sie sind oft von ebensolchen Eleonoritkrusten bedeckt, in die sie überzugehen scheinen.

Nach dem Makropinakoïd scheint Spaltbarkeit vorhanden zu sein, vielleicht aber auch nach dem Brachypinakoïd.

Was das optische Verhalten anbetrifft, so ist die Farbe bei auffallendem Licht und dickeren Krystallen dunkelgrün bis schwarz, bei dünneren dunkelrothbraun: im durchfallenden bei dickeren Stückchen dunkelbraun mit einem Stich in's Grüne, bei dünnen Blättchen gelb. Orientirte Schliffe herzustellen war wegen der

Kleinheit und Sprödigkeit der Krystalle unmöglich. Die zerdrückten Bruchstücke derselben bilden längliche Schilfern, an denen häufig Längsspalten sichtbar sind, entsprechend einer Spaltbarkeit, wahrscheinlich parallel $\infty\bar{P}\infty$ (100) oder $\infty\breve{P}\infty$ (010). Aber auch annähernd senkrecht zu diesen Sprüngen ist unter dem Mikroskop eine feine Faserung erkennbar. An diesem gepulverten Materiale allein konnten optische Untersuchungen unter dem Mikroskop angestellt werden. Aus diesen geht nun hervor, dass die Auslöschungsrichtung oft mit der Hauptaxe bezw. mit den Spaltensystemen zusammenfällt, oft aber auch damit Winkel von etwa 30° bildet. — Das Mineral ist stark dichroïtisch. In manchen Bruchstückchen waren die Strahlen, deren Schwingungsrichtung mit den Sprüngen zusammenfiel, dunkelgrün, solche, deren Schwingungsrichtung auf den Sprüngen senkrecht stand, gelb und braun gefärbt. Bei andern Bruchstückchen bildeten die Schwingungsrichtungen der beiden Strahlen Winkel von etwa 30° mit den Spalten. Diese und die vorher erwähnte Beobachtung deuten auf das monokline System, vorausgesetzt, dass die Sprünge wirklich der Hauptaxe parallel sind, während die bis jetzt zu erkennenden Krystallformen dem rhombischen System entsprechen. Wenn aber das Mineral monoklin ist, dann lagen offenbar Splitter und Täfelchen parallel dem Klinopinakoïd vor, wenn schiefe Auslöschung zu beobachten war; es lagen aber solche parallel dem Orthopinakoïd vor, wenn die Auslöschungsrichtung mit den Spalten parallel war. Diese entsprachen im letzteren Falle einer Spaltungsrichtung nach $\infty\breve{P}\infty$ (010), im ersteren einer solchen nach $\infty\bar{P}\infty$ (100). Solange übrigens weder krystallographisch, noch an gut orientirten Schliffen optisch der Nachweis einer monoklinen Entwicklung des Kraurit geliefert worden ist, halte ich es für zweckmässiger, dieses Mineral vorläufig noch als rhombisch anzusehen, obgleich auch die weiter unten zu beschreibende Verwachsung mit monoklinen Nadeln auf das monokline System hindeutet. Übrigens zeigt der Kraurit von Siegen unter dem Mikroskop ein ganz ähnliches Verhalten wie das hier untersuchte Mineral, sowohl bezüglich des Dichroïsmus, als auch zwischen gekreuzten Nicols.

Der Kraurit von Rothläufchen ist nur in sehr dünnen Splittern durchscheinend. Er besitzt metallartigen Glas- bis Perl-

mutterglanz, sein Bruch ist uneben, sein Strich hell bräunlichgrün, er ist spröde, die Härte ist grösser als 4, das spec. Gew. = 3,39. Auch der Kraurit ist unter dem Mikroskop fast frei von fremden Einlagerungen. Er ist in Salzsäure leicht, in verdünnter Schwefelsäure schwerer löslich und schmilzt v. d. L. leicht zu einer schwarzen, metallglänzenden Kugel, die auf dem Bruche dunkelbraun, krystallinisch feinkörnig und blasig erscheint.

			a		b		
P_2O_5	=	31,82	0,224	2	oder 3	oder	1,78
$\mathfrak{F}e O_3$	=	60,20	0,376	3,35	„ 5	„	3
$Fe O$	=	1,53	0,021	0,2			
$H_2 O$	=	8,03	0,446	4	„ 6	„	3,5
		101,58.					

Daraus leitet sich die Formel:

$$3\,(\mathfrak{F}e\,P_2\,O_8) + 2\,(H_6\,\mathfrak{F}e\,O_6) = \mathfrak{F}e_5\,P_6\,O_{30} + 6\,H_2\,O$$

ab, und das Mineral ist hienach ein Eisenoxydphosphat von der Zusammensetzung des Kraurit, mit welchem auch die übrigen Eigenschaften übereinstimmen. Der Eisenoxydulgehalt ist so gering, dass er in der Zusammensetzung kaum in's Gewicht fällt. Es liegt ausserdem bei der frischen Beschaffenheit des Minerals kein Grund vor, dasselbe für ein Oxydationsproduct eines Oxydulphosphats zu erklären. Die kleinen Verschiedenheiten der Formel des vorliegenden Minerals gegenüber dem Kraurit vom Hollerter-Zug bei Siegen können hier desshalb kaum in Betracht kommen, weil die verschiedenen Analysen desselben unter einander selbst nur wenig stimmen.

Sehr merkwürdig ist die Verwachsung mit feinen monoklinen, dunkel rothbraun gefärbten Nadeln, die ich, soweit ich sie bis jetzt habe untersuchen können, auch für Kraurit halte, während ich sie Anfangs für Eleonorit hielt. Auf den Flächen ∞P (110) und $\infty \breve{P} \infty$ (010) des Kraurit sitzen nämlich scheinbar rechtwinklige Nadeln, deren eine Fläche mit $\infty \bar{P} \infty$ (100) des Kraurit parallel ist, eine andere unregelmässig gerundete Fläche fällt mit $\breve{P} \infty$ (010) des Kraurit zusammen. Am Ende sind die Nadeln schief abgestumpft durch eine stark glänzende Fläche, die entweder als oP (001) oder als ein Hemiorthodoma aufgefasst werden kann und einer Fläche von ∞P (110) des Kraurit parallel ist. Fig. 8

stellt eine Projektion auf oP (001) des Kraurit dar. Die Nadeln stehen mitunter parallel, meist divergiren sie. Hie und da befinden sie sich in Zwillingsstellung nach der Fläche, welche dem $\infty\bar{P}\infty$ (100) des Kraurit parallel ist. Man kann diese Fläche als $\infty P\infty$ (100) auffassen. Es erscheinen dann am Ende theils ein-, theils ausspringende Winkel. Ich versuchte es mehrmals an den sehr kleinen Kryställchen den Winkel zu bestimmen, den oP (001) und $\infty P\infty$ (100) mit einander bilden, allein wenn auch oP (001) glänzend genug ist, um deutliche Reflexe zu liefern, so gibt doch $\infty P\infty$ (100) so schwache und schwankende Reflexe, dass Winkel erhalten wurden, die zwischen 135° und 140° lagen. Am Kraurit ist $\infty P : \infty\bar{P}\infty$ (110) : (100) = 138° 52′, am Eleonorit ist $\infty P\infty$: oP (100) : (001) = 131° 27′. Obgleich nun die kleinen Nadeln in Form und Farbe, namentlich im durchfallenden Lichte, sehr an Eleonorit erinnern, so ist doch der Winkel dem entsprechenden Winkel des Kraurit näher stehend und vor Allem verhalten sich die Nadeln optisch wie Kraurit. Ich halte es desshalb für sehr wahrscheinlich, dass sie dem Kraurit angehören und eine spätere Bildung desselben sind. Wenn dies so ist, dann würde es ein Beweis dafür sein, dass der Kraurit monoklin krystallisirt und dass seine rhombische Form die Folge einer Zwillingsbildung nach $\infty P\infty$ (100) ist. Ich versuchte es nun mehrmals, etwas grössere Krauritkrystalle in geeigneter Weise zu schleifen, um diese Zwillingsbildung optisch nachzuweisen; indessen zersplitterte das Mineral stets so, dass nur kleine Bruchstücke erhalten wurden, an denen freilich eine Zwillingsnaht nicht zu erkennen war. — Die Frage konnte also auf diesem Wege nicht zur Entscheidung gebracht werden. Sollte sich später das, was ich als Vermuthung ausgesprochen habe, bestätigen, dann würden Kraurit und Eleonorit eine ganz ähnliche Formentwicklung haben. Ein Hauptunterschied würde darin bestehen, dass der Winkel von $\infty P\infty$: oP in Beiden so verschieden wäre, dass bei den Zwillingen des Eleonorit die Zwillingsebene den stumpfen Winkel (97° 6′) der Flächen oP : $\underline{oP}$ (001) : $(\underline{001})$ halbirt, während sie bei dem Kraurit den spitzen Winkel oP : $\underline{oP}$ (001) : $(\underline{001})$ (82° 16′) halbiren würde. Das Supplement dieses letzteren (97° 44′) stimmt mit dem Winkel des Eleonorit überein.

Ob die feinen Nadeln, die mit Kraurit verwachsen sind,

diesem Minerale angehören, könnte auch durch chemische Analyse entschieden werden. Leider war es nicht möglich, genügendes Material zu diesem Zwecke zu erhalten.

4. Picit.

Auch das von Breithaupt* als Picites resinaceus, von Nies als Picit bezeichnete Mineral ist auf der Grube Rothläufchen neben den vorgenannten Phosphaten vorhanden. Es ist ein dunkelbraunes völlig glasig resp. amorph scheinendes Mineral mit flachmuschligem Bruche und Fett- bis Glasglanz. Der Strich ist gelb; die Härte wird von Nies zu 3—4, das sp. Gew. zu 2,83 angegeben. Die Analyse, deren Resultat mir Herr Nies zur Verfügung stellte, ergab für den Picit von Grube Eleonore Folgendes:

			nach Abzug des Unlösl. auf 100 berechnet	a	b
P_2O_5	=	24,17	24,47	0,172	2 oder 4
FeO_3	=	45,92	46,50	0,291	3,5 „ 7
AlO_3	=	0,99	1,00	0,009	
H_2O	=	27,68	28,03	1,557	18,1 „ 36
Unlösl.			100,00		
Rückst.	=	2,10			
		100,86.			

Man kann daraus die Formel: $4\,(FeP_2O_8) + 3\,(H_6FeO_6) + 27\,H_2O$ ableiten, vorausgesetzt, dass dieses Mineral nicht ein Gemenge ist. Unter dem Mikroskop reagirt es übrigens auf das polarisirte Licht, und zwar mitunter recht stark; es ist also nicht isotrop.

Nies bemerkt mit Recht, dass dieser Picit identisch zu sein scheine nicht nur mit Breithaupt's Picites resinaceus, sondern auch mit dem von Boricky** von der Grube Hrbek bei St. Benigna beschriebenen Mineral, welches auch von Tschermak*** erwähnt wird.

---

* Handbuch der Mineralogie II. p. 897.
** a. a. O. p. 16.
*** a. a. O. p. 343.

5. Strengit.

Dieses Mineral kommt auf der Grube Rothläufchen ziemlich selten, in völlig farblosen mitunter sehr schön ausgebildeten Kryställchen neben Eleonorit vor. Die Ausbildung der Krystalle ist ganz dieselbe wie diejenige auf der Grube Eleonore.

6. Wavellit.

Bekanntlich kommt auf dem Gipfel des Diensberges Wavellit in radialfaserigen Massen auf Klüften des dortigen Kieselschiefers vor, der das Hangende des Eleonorer Erzlagers bildet. Auch in dem Kieselschiefer, welcher im Hangenden der Grube Rothläufchen ansteht, findet sich genau dieselbe Ausbildung des Wavellits. In demjenigen Theile des Erzlagers aber, welcher reich ist an Phosphaten, findet sich der Wavellit in zahlreichen sehr kleinen aber einzelnen, sehr flächenreichen Kryställchen. Leider sind dieselben so klein, dass man ihre Form mit der Lupe kaum erkennen kann, erst unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung und unter Benutzung des reflectirten Lichtes kann man die sämmtlichen Flächen übersehen. Es war daher nicht möglich, sie zu messen. Die Krystalle sind nach der Hauptaxe säulenförmig in die Länge gezogen. Das Prisma mit einem Winkel von etwa 125° ist in der Zone der Hauptaxe fast allein zu erkennen, nur $\infty\bar{P}\infty$ (100) kommt noch sehr untergeordnet vor. Das obere Ende zeigt unter dem Mikroskop das in Fig. 9 als Projektion auf die Basis wiedergegebene Bild. Hiernach sind drei verschiedene Pyramiden vorhanden, die mit a b c bezeichnet worden sind; ausserdem ist das Makrodoma d erkennbar, dessen Combinations-Kanten mit a übrigens nicht überall genau parallel zu sein scheinen.

Die Krystalle sind vollständig farblos und durchsichtig, dabei lebhaft glasglänzend. Um sicher zu sein, dass die Krystalle dem Wavellit angehören, wurde eine Brauneisensteinstufe, die auf einer Fläche ganz bedeckt war mit diesen Kryställchen, mit einer Bürste unter Wasser abgerieben. Das, was sich im Wasser abgesetzt hatte, wurde darauf mit Salzsäure behandelt, welche alles Andere löste und nur die feinen Wavellit-Kryställ-

chen verschonte, die darin fast unlöslich sind. Das so erhaltene Material stellte sich u. d. M. als völlig rein dar. Nach der Bestimmung des Glühverlustes und nach dem Schmelzen mit kohlensaurem Natron wurde die Masse in Salpetersäure gelöst, die Phosphorsäure mit Molybdänsäurelösung gefällt und als phosphorsaure Magnesia bestimmt. Ich erhielt 28,48 % H_2O und 34,94 % P_2O_5, was mit anderen Analysen des Wavellit völlig übereinstimmt.

Was das optische Verhalten anbetrifft, so fällt die Auslöschungsrichtung stets mit der Hauptaxe der Kryställchen zusammen. Der Wavellit ist also ohne Zweifel rhombisch.

Ausser den bis jetzt erwähnten Phosphaten finden sich hie und da auch radialfaserige, concentrisch-schalige kleine Kugeln von hellgrauer Farbe, welche sich in Salzsäure grossentheils mit gelber Farbe lösen und v. d. L. eine dunkelbraune Farbe annehmen ohne zu schmelzen; sie zerfallen aber in concentrisch-schalige Partien. Ich vermuthe, dass dies ein thonerdereicher Barrandit oder vielleicht ein eisenhaltiger Wavellit ist. Zu einer genaueren Untersuchung fehlte mir indessen bis jetzt das Material; ich muss diese desshalb auf spätere Zeit aufsparen.

Zusammenstellung der Molekularverhältnisse der im Vorstehenden beschriebenen Eisenoxydphosphate.

$$P_2O_5 : FeO_3 : H_2O.$$

Kraurit v. St.						
Benigna I	=	2 : 3,6 : 5	oder	1,7 : 3 : 4,1		
desgl. II	=	2 : 3,2 : 4,5	„	1,87 : 3 : 4,1		
Kraurit v. Rothläufchen	=	2 : 3,35 : 4	„	1,78 : 3 : 3,5	oder	3 : 5 : 6
Beraunit (Tschermak)	=	2 : 3,2 : 7,2	„	1,87 : 3 : 6,8		
„ (Boricky) I	=	2 : 3,3 : 7,9	„	1,8 : 3 : 7,2		
„ „ II	=	2 : 3,4 : 7,8	„	1,7 : 3 : 6,9		
„ (Frenzel)	=	2 : 3,4 : 9,1	„	1,8 : 3 : 8	oder	3 : 5 : 13,7
Eleonorit	=	2 : 3 : 8	„	2 : 3 : 8		
Strengit	=	2 : 4 : 8				

Kakoxen (Nies)	=	2 : 3	: 18,5	„	2	: 3	: 18,5
Kakoxen? (v. Hauer)	=	2 : 2,9	: 20	„	2,1	: 3	: 21
Kakoxen (Steinmann)	=	2 : 3,6	: 22,9	oder	1,66	: 3	: 19,1
Kakoxen (Richardson)	=	2 : 3,7	: 23,2	„	1,61	: 3	: 18,7
Kakoxen (v. Hauer)	=	2 : 4,3	: 26,3	„	1,39	: 3	: 18,3
Picit	=	2 : 3,5	: 18	„	4	: 7	: 36.

Das ganze Vorkommen der Phosphate auf Grube Rothläufchen ist demjenigen auf der Grube Hrbek bei St. Benigna sehr ähnlich, da fast alle hier beschriebenen Phosphate unter ganz ähnlichen Verhältnissen auch dort vorkommen, wie die lehrreiche und interessante Abhandlung von Boricky zeigt, welche im Vorstehenden mehrfach citirt worden ist.

Giessen im Juli 1880.

Fig. 1.

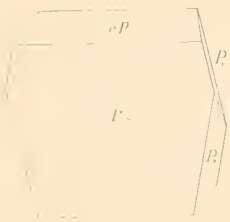


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

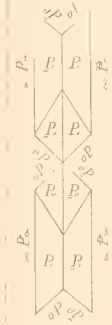


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 8.

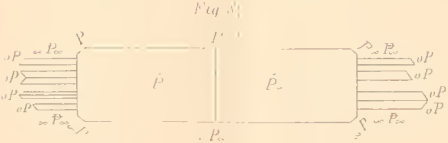


Fig. 7.

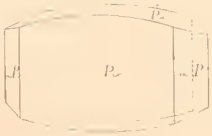
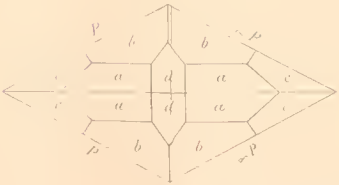


Fig. 9.



Lith. Inst. v. Henry Bonn.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: 1881

Autor(en)/Author(s): Streng Johann August

Artikel/Article: Ueber die Phosphate von Waldgirmes 101-119