

ordnen. (Für die kubischen Raumgruppen siehe eine demnächst erscheinende Arbeit im N. Jahrb. f. Min. etc.) Auch bei der Annahme von nur quasihomogenem verzwilligtem Bau bleibt nichts anderes übrig als zuerst die Raumsysteme abzuleiten und die Zwillingsgesetze darauf wirken zu lassen. Bis jetzt sind derartige Versuche selten ins Einzelne ausgearbeitet worden, so daß sich noch nicht erkennen läßt, welchen Vorteil diese kompliziertere Auffassung bieten wird.

Leipzig, Institut für Mineralogie und Petrographie.

### Pisanit vom Lading in Kärnten.

Von H. Leitmeier in Wien.

Am Lading bei St. Michael im Lavanttale in Kärnten befindet sich im Gneis und Kalkstein eine Kieslagerstätte, deren Haupterze Pyrit- und Kupferkies sind, die am reichsten im Gneis auftreten. Diese Lagerstätte und ihre Erze sind beschrieben worden von F. v. ROSTHORN und J. L. CANAVAL<sup>1</sup>, RIEDL<sup>2</sup> und R. CANAVAL<sup>3</sup>, am eingehendsten hat sich der Letztgenannte geäußert, der auch den Gneis und seine mineralische Zusammensetzung näher untersucht hat. Neben den kiesigen Erzen findet sich Limonit, Granat, Quarz und Glimmer, die mit dem Pyrit zusammen auftreten. Auch ein wasserhaltiges, von Kupfer gefärbtes, grau- bis spangrünes Tonerdesilikat kommt dort vor, das namentlich R. CANAVAL näher beschrieben hat. Als Zersetzungsprodukte fehlen natürlich Malachit und Azurit nicht; auch Cuprit wurde in dieser Lagerstätte gefunden.

Von einem Besuche mehrerer Bergwerke Kärntens brachte Herr Hofrat Prof. Dr. C. DOELTER eine Eisen-Kupfersulfatstufe mit, deren Untersuchung er mir überließ, wofür ich ihm auch an dieser Stelle bestens danke. Ferner übergab mir Herr Berg- rat HOLLER eine schöne Stufe zur Untersuchung, für die ihm auch bestens gedankt sei.

Auf einer Masse, die aus zersetztem, zum größten Teile in Limonit umgewandeltem Pyrit, der auch etwas Kupferkies enthält, besteht, haben sich Sulfatkristalle gebildet. Man unterscheidet sofort zweierlei Arten dieses Sulfates: blaue, in ihrer Färbung etwas blasser als Kupfervitriol, und daneben grüne, wie Eisenvitriol gefärbte Kristalle. Das grüne Mineral überzieht das blaue, hat sich also später gebildet.

<sup>1</sup> F. ROSTHORN und J. L. CANAVAL, Jahrbuch nat. Museum v. Kärnten. 1853. 173.

<sup>2</sup> RIEDL, Zeitschrift berg-hüttenmänn. Vereines f. Kärnten. 1873.

<sup>3</sup> R. CANAVAL, Jahrbuch nat. Museum v. Kärnten. 1901. 1.

Es konnte von den beiden Mineralien genügend Material zu einer chemischen Untersuchung getrennt werden. Die qualitative Probe ergab, daß beide Bildungen Mischungen von Kupfer- und Eisensulfat, also Pisanit darstellen.

Pisanite sind natürliche, isomorphe Mischungen der beiden Komponenten Ferrosulfat-Heptahydrat  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  und Kupfersulfat-Heptahydrat  $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Beide Komponenten kommen ebenfalls als Mineralien in der Natur vor; das erste Sulfat entspricht dem Melantherit, das zweite dem erst seit kurzem in der Natur gefundenen Boothit; sie kristallisieren beide monoklin-prismatisch und stehen einander kristallographisch sehr nahe. Das letztere ist schon lange vor seinem Auffinden in der Natur auf künstlichem Wege von LECOQ DE BOISBAUDRAN<sup>1</sup> dargestellt, aber erst viel später von W. T. SCHALLER<sup>2</sup> in Leona Heights, Alameda Co., Kalifornien, entdeckt worden.

Die Mischungen der beiden Komponenten sind in der Natur schon lange bekannt und zuerst von PISANI<sup>3</sup> untersucht worden.

Eingehend hat die monoklin-prismatische Reihe Ferrosulfat-Heptahydrat—Kupfersulfat-Heptahydrat J. W. RETGERS<sup>4</sup> experimentell untersucht und gefunden, daß in dieser Reihe kein Doppelsalz vorkommt.

Die Kristalle vom Lading, sowohl die blauen als auch die grünen, sind sehr einfach gebaut, indem sie nur Prismenflächen und die Endfläche zeigen. Durch Vorwalten von Prismenflächen kommt die an rhomboedrische Calcit-Kristalle erinnernde Ausbildungsweise, wie sie z. B. RETGERS beschrieb, nicht so sehr zum Ausdruck. Andere Flächen wurden nicht beobachtet. Im Gegensatze dazu tritt der Pisanit an anderen Fundorten sehr flächenreich auf; so beschrieb z. B. W. T. SCHALLER<sup>5</sup> von Leona Heights in Kalifornien sehr flächenreiche Kristalle (er fand dort 17 Formen). Zu kristallographischen Messungen sind die Kristalle vom Lading wenig geeignet, da sie, besonders an den Prismenflächen, stark gerillt sind. Da die Winkel der beiden Komponenten einander recht ähnlich sind, so würde sich beim vorliegenden Mineral kaum der Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf Winkel der Kristalle (etwa den Prismenwinkel) erkennen lassen, da die Fehlergrenze zu weit wäre.

#### 1. Der blaue Pisanit.

Die Dichte wurde in Methylenjodid-Benzol mit 1,950 bestimmt.

Zur Analyse stand verhältnismäßig nur wenig Material zur Verfügung. An 0,7834 g wurde zuerst nach BRUSH-PENFIELD das

<sup>1</sup> LECOQ DE BOISBAUDRAN, Compt. rend. hebd. d. Acc. de seanc. Paris. 1867. 65. 1249.

<sup>2</sup> W. T. SCHALLER, Bull. Dept. Geol. Univ. Calif. 1903. 3.

<sup>3</sup> PISANI, Compt. rend. hebd. d. Acc. de seanc. Paris. 1859. 48. 807.

<sup>4</sup> J. W. RETGERS, Zeitschr. f. phys. Chemie. 1894. 15. 562.

<sup>5</sup> W. T. SCHALLER, l. c.

Wasser bestimmt, dann das Sulfat im Wasser gelöst, in zwei gleiche Teile geteilt und an dem einen die Schwefelsäure, an dem anderen Kupfer und Eisen bestimmt. Man findet manchmal angegeben, daß man Eisen und Kupfer dadurch trennen könne, daß man beide Elemente mit Ammoniak als Hydroxyde fällt, in einem ganz geringen Überschusse des Fällungsmittels löst sich das Kupferhydroxyd. Durch mehrmaliges Füllen und Wiederauflösen des filtrierten Niederschlages kann man nun allerdings den Eisenhydroxydniederschlag frei von Kupfer erhalten, aber es geht dann sehr leicht ein Teil des Eisenhydroxydes bei dem öfters wiederholten Fällen seinerseits in Lösung und man bekommt zu wenig Eisen. Ich habe Proben mit Gemischen von Cu- und Fe-Sulfat gemacht, die mich veranlassten, diese Methode als nicht hinreichend genau zu erklären. Bei der vorliegenden Analyse wurde das Cu als Sulfid durch Schwefelwasserstoff aus saurer Lösung gefällt und dann das Eisen als Hydroxyd.

Die Analyse ergab:

CuO . . . . .	11,44
FeO . . . . .	13,16
SO <sub>3</sub> . . . . .	27,59
H <sub>2</sub> O . . . . .	45,68
Unlös. . . . .	1,49
	<hr/>
	99,36

Nach Abzug des Unlöslichen, das aus Gesteinssubstanz und aus Erzteilchen bestand, erhält man folgende Zahlen:

CuO . . . . .	11,67
FeO . . . . .	13,43
SO <sub>3</sub> . . . . .	28,18
H <sub>2</sub> O . . . . .	46,72
	<hr/>
	100,00

Berechnet man das Molekularverhältnis aus diesen Zahlen, so kommt man angenähert auf das Verhältnis:



Die Formel lautet also:  $(\text{Fe, Cu})\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

Dabei ist das CuO auf FeO umgerechnet. Die für Wasser erhaltene Zahl ist etwas höher als 7, ungefähr 7,2. Dies hat seinen Grund darin, daß das Analysenmaterial nicht vollständig frei von zersetzter Substanz war. Da zur Analyse lufttrockenes Material verwendet worden war, so wird der Wassergehalt durch geringe Beimengungen von Zersetzungsprodukten, die aus der Luft Wasser anziehen, erhöht. Die Verwendung von Analysenmaterial, das bei 100° getrocknet ist, empfiehlt sich deshalb nicht, weil diese Sulfate schon bei 105° den weitaus größeren Teil ihres Wassers abgeben; eine ganz geringfügige Überschreitung der Trocknungstemperatur könnte die Verhältnisse in weit merklicher Weise be-

einflussen als die geringe Menge von Adsorptionswasser mechanisch nicht abtrennbarer Zersetzungsprodukte.

Bei der Berechnung des Analysenresultates auf die beiden Komponenten kommt dieser höhere Wassergehalt natürlich noch viel merklicher zum Ausdruck.

Dieser Berechnung wurde zugrunde gelegt:

Für $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	für $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
FeO . . . . . 25,85	CuO . . . . . 27,84
SO <sub>3</sub> . . . . . 28,80	SO <sub>3</sub> . . . . . 28,02
H <sub>2</sub> O . . . . . 45,35	H <sub>2</sub> O . . . . . 44,14
<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

In dem blauen Pisanit vom Lading sind danach enthalten:

FeO . . . . . 13,4	CuO . . . . . 11,7
SO <sub>3</sub> . . . . . 15,0	SO <sub>3</sub> . . . . . 11,8
H <sub>2</sub> O . . . . . <u>23,6</u>	H <sub>2</sub> O . . . . . <u>18,6</u>
52,0	42,1

Wenn man sonach vom FeO- und CuO-Gehalt ausgehend die vorliegende Mischung aus den beiden Komponenten berechnet darstellt, würde sich nachstehendes Verhältnis ergeben:

CuO . . . . . 11,7
FeO . . . . . 13,4
SO <sub>3</sub> . . . . . 26,8
H <sub>2</sub> O . . . . . <u>42,2</u>
94,1

Außer dem bereits erwähnten und begründeten Unterschiede im Wassergehalte ergibt sich auch eine Differenz in der SO<sub>3</sub>-Menge. Diesen Unterschied halte ich allein in einem Analysenfehler begründet, der seine Erklärung ja auch in der geringen Substanzmenge findet, die mir zu Gebote stand.

Auf ein stöchiometrisches Verhältnis lassen sich Eisenoxydul und Kupferoxyd nicht zurückführen. Es liegt eine Mischung vor, die angegeben werden kann mit:

45 Kupfersulfat  
 55 Eisensulfat.

## 2. Das grüne Salz.

Die Dichtebestimmung ergab 1,941.

Zu dieser Analyse standen mir noch etwas geringere Mengen zu Gebote.

CuO . . . . . 7,24
FeO . . . . . 15,19
NiO . . . . . 0,24
SO <sub>3</sub> . . . . . 24,11
H <sub>2</sub> O . . . . . 41,43
Unlös. . . . . <u>11,31</u>
99,52

Die Nickelbestimmung erfolgte nach dem Verfahren von O. BRUNCK<sup>1</sup> mittels Dimethylgloxim, nachdem das Eisen vorher durch Natriumsuccinat ausgefällt und als Ferrihydroxyd getrocknet worden war.

Nach Abzug des unlöslichen Anteiles auf 100 umgerechnet kommt man zu folgenden Zahlen:

CuO . . . . .	8,21
FeO . . . . .	17,23
NiO . . . . .	0,27
SO <sub>3</sub> . . . . .	27,33
H <sub>2</sub> O . . . . .	46,96
	100,00

Das Molekularverhältnis führt in gleicher Weise wie beim blauen Pisanit zum Verhältnis (CuO, FeO) : SO<sub>3</sub> : H<sub>2</sub>O = 1 : 1 : 7.

Rechnet man nach dem Gehalte an FeO und CuO die einzelnen Sulfate, so ergeben sich folgende Zahlen:

FeO . . . . . 17,2	CuO . . . . . 8,2
SO <sub>3</sub> . . . . . 19,2	SO <sub>3</sub> . . . . . 8,3
H <sub>2</sub> O . . . . . 30,2	H <sub>2</sub> O . . . . . 13,0
66,6	29,5

Die Zusammensetzung der entsprechenden Mischung wäre dann:

CuO . . . . .	8,2
FeO . . . . .	17,2
SO <sub>3</sub> . . . . .	27,5
H <sub>2</sub> O . . . . .	43,2
	96,1

Es ergibt sich auch hier wieder der gleiche Unterschied im Wassergehalt, der indessen dadurch, daß der Nickelgehalt bei der Berechnung keine Berücksichtigung gefunden hat, um ein kleines sich verringert. Dafür ergibt sich hier im Gegensatze zur Analyse am blauen Pisanit ein kleiner Überschuß an SO<sub>3</sub>, der wiederum in einem Analysenfehler seine Erklärung finden kann.

Die Mischung aus den beiden Komponenten berechnet sich für das grüne Salz ungefähr zu:

31 Kupfersulfat  
69 Eisensulfat.

In der nachstehenden Tabelle gebe ich eine Übersicht über die nunmehr bekannt gewordenen natürlichen Mischungen von Kupfersulfat (Boothit) und Eisensulfat (Melantherit). Ich benütze dazu eine Zusammenstellung von W. T. SCHALLER; die Analysen sind nach steigendem Kupfergehalte angeordnet:

<sup>1</sup> O. BRUNCK, Zeitschr. f. angew. Chemie, 1907. 1844.



	1	2	3	4	5	6	
Cu O . . . .	—	7,56	8,21	9,17	10,07	11,67	
Fe O . . . .	25,86	15,85	17,23	16,37	(16,15)	13,43	
SO <sub>3</sub> . . . .	28,80	30,74	27,33	29,00	28,84	28,18	
H <sub>2</sub> O . . . .	45,34	45,85	46,96	45,46	(44,94)	46,72	
	100,00	100,00	100,00 <sup>1</sup>	100,00	100,00	100,00	
	7	8	9	10	11	12	13
Cu O . . . .	12,61	15,52	15,56	17,45	17,64	18,81	27,85
Fe O . . . .	14,14	12,14	10,98	10,18	9,62	8,51	—
SO <sub>3</sub> . . . .	28,44	27,82	29,90	28,43	28,27	27,93	28,02
H <sub>2</sub> O . . . .	44,81	44,52	43,56	43,94	44,47	44,75	44,13
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1. Theoretische Zusammensetzung des Melanterits (FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O).
2. Pisanit von Gonzales, Monterey Co., Kalifornien; analysiert von W. T. SCHALLER<sup>2</sup>.
3. Pisanit vom Lading in Kärnten; analysiert von H. LEITMEIER (diese Mitteilung).
4. Pisanit von Leona Heights, Alameda Co., Kalifornien; analysiert von W. T. SCHALLER<sup>3</sup>.
5. Pisanit von der Grube Fenice bei Massa Marittima in Toscana, analysiert C. HINTZE<sup>4</sup>. C. HINTZE hat nur Cu O und SO<sub>3</sub> bestimmt; Fe O und SO<sub>3</sub> sind von W. T. SCHALLER berechnet.
6. Pisanit vom Lading, wie Analyse 3.
7. Pisanit vom Bingham-Minendistrikt in Utah; analysiert von W. F. HILLEBRAND<sup>5</sup>.
8. Wie Analyse 4.
9. Pisanit aus der Türkei (ohne nähere Fundortangabe); analysiert von F. PISANI<sup>6</sup>.
11. Grüner Pisanit (vom Autor Salvadorit genannt) von der Grube Salvador, Quetena bei Calama, Chile; analysiert von W. HERZ<sup>7</sup>.
12. Blauer Pisanit (Salvadorit) vom gleichen Fundort und vom gleichen Autor analysiert.
13. Theoretische Zusammensetzung des Boothit (Cu SO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O).

Auch wenn man die anderen Analysen des Pisanites, wie sie im Obigen zusammengestellt sind, auf die einzelnen Sulfate berechnet, so ergibt sich aus den meisten dieser ein Wasserüberschuß; es

<sup>1</sup> Dazu 0,27 Ni O.

<sup>2</sup> W. T. SCHALLER, Amer. Journ. 1904. 17. 193.

<sup>3</sup> Derselbe. Bull. Dep. Geol. Univ. Calif. 1903. 3. 191.

<sup>4</sup> C. HINTZE, Zeitschr. f. Krist. 1878. 2. 309.

<sup>5</sup> W. F. HILLEBRAND bei J. M. BOUTWELL, U. S. Geol. Surv. 1905. 220. 105.

<sup>6</sup> F. PISANI, Compt. rend. hebdom. Paris. 1859. 48. 807.

<sup>7</sup> W. HERZ, Zeitschr. f. Krist. 1896. 26. 16.

bekommt beispielsweise SCHALLER für seinen Pisanit von Gonzales (Analyse No. 2) für Wasser den Molekularquotienten 7,18, während  $\text{CuO} + \text{FeO}$  nur 0,89 ergeben. Wahrscheinlich ist dieser Umstand in einer Beimengung zersetzter Partien begründet und weiteres in der leichten Wasserabgabe, die ein Trocknen bei  $100^{\circ}$  nicht zuläßt.

Wie auch SCHALLER hervorgehoben hat, ist das Mischungsverhältnis der einzelnen Komponenten durchaus kein konstantes, und liegt kein Grund zur Annahme eines Doppelsalzes vor. Auf einen Umstand glaube ich indessen hinweisen zu sollen. Der kleinste Kupfergehalt aller dieser Analysen beträgt  $7\frac{1}{2}\%$ , der kleinste Eisengehalt  $8\frac{1}{2}\%$ . Ich habe die Melanteritanalysen alle durchgesehen, und in keiner ist ein nennenswerter Kupfergehalt verzeichnet. Es fehlen also Mischungen der einen Komponente (Fe-Sulfat) mit geringen Mengen der andern. Die bisher bekannten wenigen Boothlit-Analysen verzeichnen einen wenn auch ganz geringen Eisengehalt. Es scheint also auch hier eine Lücke in der Mischungsreihe der natürlichen Verbindungen vorzuliegen, insoferne auf Grund der wenigen Analysen ein allgemeiner Schluß zulässig sein kann. In dem mittleren Teile aber ist die Reihe in der Natur vollständig vertreten.

Mit einer dieser erwähnten Lücke befinden sich die experimentellen Untersuchungen von J. W. RETGERS in Übereinstimmung. Aus seiner Untersuchung der monoklinen Reihe  $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  geht hervor, daß es gelingt, eine lückenlose Darstellung künstlicher Mischkristalle von der Komponente  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  bis zu Mischungen mit 53,17%  $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  als Grenzwert darzustellen. Es gelang aber nicht, die Reihe weiter gegen die andere Komponente hin auszudehnen, trotzdem die Verbindung  $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  experimentell dargestellt wurde. In dieser Richtung angestellte Versuche ergaben neben den monoklinen Mischkristallen der eben angegebenen Zusammensetzung nur trikline Mischkristalle des triklinen Sulfats  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  mit  $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  bis zu 5% des letzteren.

Also dürfte die an den natürlichen Pisaniten auftretende Lücke in der Nähe der Fe-Komponente vielleicht nur eine rein zufällige sein.

Die Zahlenwerte, die RETGERS angibt, sind die folgenden:

Gewichtsprocente	
$\text{CuSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
0	100
2,57	97,43
3,24	96,76
5,86	94,14
6,24	93,76
7,58	92,42
8,83	91,17

$\text{CuSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
10,78	89,22
12,11	87,89
14,51	85,49
15,30	84,70
15,76	84,24
18,93	81,07
22,47	77,53
24,08	75,92
24,32	75,68
27,82	72,18
31,49	68,51
34,81	65,19
39,63	60,37
40,23	59,77
42,95	57,05
43,90	56,10
44,36	55,64
47,94	52,06
48,04	51,96
48,76	51,24
53,17	46,83

Grenzwert.

Ich habe zum Vergleiche nicht die auf Komponenten umgerechneten Analysen der Pisanitvorkommen gebracht, weil sich bei dieser Umrechnung, wie bereits erwähnt, gezeigt hat, daß kleine Unstimmigkeiten im Wassergehalte bei den Analysen vorliegen, daß aber auch, abgesehen davon, bei der Komponentenberechnung fast niemals die Summe 100 herauskommt. Ob dieser Umstand auf Analysenfehler zurückzuführen ist, oder in der Zusammensetzung der Sulfate selbst gelegen ist, wage ich nicht zu entscheiden, halte aber das erstere als wahrscheinlicher. Ich verzichtete daher auf eine derartige Umrechnung der Analysen. Was im folgenden gezeigt werden soll, geht auch aus den bereits mitgetheilten Zahlen hervor. Diese von RETGERS bei den künstlich dargestellten Mischkristallen erhaltene Lücke zwischen der an Kupfer reichsten Mischung, die 53,17  $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  enthält, und der  $\text{CuSO}_4$ -Komponente stimmt mit der aus den Pisanitanalysen hervorgehenden Lücke nicht überein. Der letzten von RETGERS dargestellten Mischung von 53,17  $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  und 46,83  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  entsprechen 15% CuO und 12,4% FeO. Die in der Tabelle auf p. 326 unter 8 bis 12 angeführten Analysen fallen in diese Lücke. Zur Zeit, als RETGERS seine Untersuchungen ausführte, war nur die Analyse No. 9 bekannt, die PISANI'S — der Uripisanit —, einem nicht näher angegebenen Fundort der Türkei entstammend. J. W. RETGERS fiel diese Abweichung



natürlich auf. Er führte sie auf eine schlechte Beschaffenheit des PISANI'schen Analysenmaterials zurück und dachte an inhomogenes Material. Dazu konnte er sich vollkommen berechtigt fühlen. Die ungenaue Fundortangabe erhöhte sicher diesen Verdacht. Daß der Pisanit kein Doppelsalz ist, wie PISANI es auf Grund seiner einzigen Analyse, die zufällig dem Verhältnisse  $3 \text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} : 2 \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  nahekam, annahm, hielt schon RETGERS für unwahrscheinlich, und die Folgezeit hat seine Annahme bestätigt. Nunmehr ist aber die Zahl der Analysen ganz bedeutend gestiegen, die innerhalb diese Lücke fällt. Und namentlich kann man von einer Analyse, die ein so bewährter Analytiker wie SCHALLER ausführte, nicht annehmen, daß das Analysenmaterial nicht auf das sorgfältigste geprüft worden wäre.

Worin nun dieser Gegensatz zwischen natürlichem Vorkommen und synthetischem Produkt liegt, läßt sich zur Zeit nicht ergründen. Möglicherweise liegt der Grund in den verschiedenen Bildungsbedingungen. Den künstlichen Boothit, also das Kupfersulfat mit 7 Mol. Wasser, erhält man nach LECOQ DES BOISBAUDRAN (l. c.) nur, indem man in eine übersättigte Kupfersulfatlösung ein Kriställchen von Eisenvitriol einbringt. Und auch da bildet es sich nur in ganz unregelmäßigen Körnchen, so daß die Zugehörigkeit zum monoklinen System erst nach der Entdeckung des natürlichen Vorkommens — W. T. SCHALLER's Boothit — mit voller Sicherheit erkannt werden konnte.

Es ist nun nicht ganz unwahrscheinlich, daß auch Pisanite mit größerem Kupfergehalte, als dem Grenzwerte von RETGERS entspricht, aus Kupfersulfatlösungen bei Gegenwart von Eisensulfat sich bilden.

Über die Genesis des Boothits selbst wird nichts Näheres mitgeteilt und es wird sich aus seinem Auftreten auch nicht weiter auf die Art seiner Bildung schließen lassen. Der Boothit kommt in Leona Heights zusammen mit Eisensulfat vor, und es ist daher durchaus im Bereiche der Möglichkeit, daß Beziehungen zwischen den synthetischen Versuchen von LECOQ DES BOISBAUDRAN und dem natürlichen Vorkommen des Boothits bestehen.

Die Bedingungen zur Bildung derartiger Mischsalze in der Natur sind auf allen sulfidischen Lagerstätten, die Eisen- und Kupfererze führen, gegeben, ihre Bestandteile führen ja die Grubenwässer. Da aber diese Sulfate sich schon an der Luft zersetzen, so sind derartige Bildungen wohl meist von kurzer Lebensdauer; dies wird wohl auch hauptsächlich ein Grund sein, warum Pisanitvorkommen verhältnismäßig so selten beschrieben worden sind.

Aber auch eine gewisse praktische Bedeutung für den Bergmann kann das Auftreten von Pisanit besitzen. Unser wichtigster und vor allem häufigster Kupferträger ist ja der Pyrit, und Pyrite, die auch nur einen verhältnismäßig geringen Kupfergehalt besitzen,

kommen als abbauwürdig in Betracht. Es wird nun das Auftreten der blauen Pisanitkristalle darauf aufmerksam machen, daß der Pyrit Kupfer enthält, d. h. daß ein Kupfersulfid gemeinsam mit dem Pyrit (oder Magnetkies) vorhanden ist. Das Auftreten von Pisanit wird anzeigen, daß die betreffende Lagerstätte zur Kupfergewinnung überhaupt in Betracht kommen kann.

Die Farbe und die Dichte der Pisanite. Bei vielen analysierten Pisaniten — und nur solche können hier in Betracht kommen — fehlt die Angabe der Färbung des Materiales. Ich finde die folgenden Angaben:

Der Pisanit vom Lading mit 8,21 CuO ist grün; anal. von mir.

Derselbe aber mit 11,67 CuO ist hellblau wie Kupfervitriol.

Pisanit von Bingham mit 12,61 CuO ist hell-himmelblau; anal. von

HILLEBRAND.

Der türkische Pisanit mit 15,36 CuO ist blau wie das gewöhnliche Kupfervitriol; anal. von PISANI.

Der Pisanit von Salvador mit 17,64 CuO ist bläulich grün; anal. von HERZ.

Der vom selben Fundort mit 18,81 CuO ist blau; anal. wie der vorige.

Der Boothit ist blau, der Melanterit grün.

Die Angabe der Farbennuance ist sehr abhängig von subjektivem Farbenempfinden, auf dessen große Verschiedenheit nicht genug hingewiesen werden kann; bei den obigen Angaben handelt es sich aber doch um viel weitgehendere Verschiedenheiten, die durch derartige Unsicherheiten in der Angabe der Farbe nicht erklärt werden können. Pisanit mit CuO von 11% bis ca. 16% soll blau sein, einer mit  $17\frac{1}{2}$  jedoch soll grün gefärbt sein, während einer mit fast 19 wieder blau ist. Dies ließe sich nur auf zwei Arten erklären. Entweder daß der CuO-Gehalt von 18,81% einem Doppelsalze angehört, das ungefähr der Formel  $\text{FeCu}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 21\text{H}_2\text{O}$  entspricht, oder daß die Analyse nicht richtig ist. Der Analytiker W. HERZ scheint auch der ersteren Ansicht gewesen zu sein, denn er gab seinem Sulfat einen neuen Namen und nannte es Salvadorit. Hier kann eine Neuanalyse des Sulfates von der Grube Salvador Klarheit schaffen. Am wahrscheinlichsten halte ich eine unrichtige Angabe der Farbe.

Leider macht auch RETGERS über die von ihm künstlich dargestellten Pisanite keine näheren Angaben über die Farbe der einzelnen Mischungen. Er sagt nur, daß sich die monoklinen Mischkristalle mit  $7\text{H}_2\text{O}$  durch ihre viel blässer grünlichblaue Färbung von den triklinen rein- und dunkelblauen Mischkristallen der Pentahydrate (die aber nur bis 5,12%  $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  enthalten) unterscheiden.

Das spezifische Gewicht des Pisanites scheint an analysiertem Material selten bestimmt worden zu sein.

Für reinen Boothit gibt SCHALLER 2,1 an,

- „ 15,52 CuO ist die Dichte nach SCHALLER 1,8—1,9,
- „ 11,67 CuO nach meinen Bestimmungen 1,950,
- „ 8,21 CuO nach meiner Bestimmung 1,941.

Für Melantherit, also reines Ferrosulfat-Heptahydrat kommen nur Bestimmungen in Betracht, die noch andere Metalle enthalten, so z. B. wurde vom Melantherit von Idria von V. v. ZEPHAROVICH<sup>1</sup> 1,79 angegeben; dieses Sulfat enthält aber nach der analytischen Untersuchung noch 4,60 MgO. Genauer ist daher 1,899, die Angabe von RETGERS<sup>2</sup> am künstlichen Salze. Wenn man danach, also nach den Zahlen von RETGERS und SCHALLER, an den beiden Komponenten die Dichte des blauen Pisanites vom Lading, der aus 45% Kupfersulfat und 55% Eisensulfat besteht, rechnet, so erhält man für dessen spezifisches Gewicht 1,990, während ich 1,941 bestimmte.

Legt man dagegen meine Bestimmung am blauen Ladinger Pisanit zugrunde, so erhält man aus 1,899 für das reine Eisensulfat (nach RETGERS) und aus 1,950 für eine Mischung von 45 Cu-Sulfat und 55 Fe-Sulfat 2,010 für das reine Kupfersulfat.

Aus diesem Werte von 2,010 für das reine Cu-Sulfat und der RETGERS'schen Bestimmung von 1,899 für das Eisensulfat würde man dann für die Mischung von 69 Fe-Sulfat und 31 Cu-Sulfat 1,932 errechnen, während ich durch Bestimmung mittelst Methylenjodid-Benzol 1,941 fand.

Umgekehrt rechnet man aus der letztgenannten Mischung von 69 Fe-Sulfat und 31 Cu-Sulfat, für die ich 1,941 durch Bestimmung fand, und aus dem von RETGERS experimentell ermittelten Werte für das Eisensulfat (1,899) das spezifische Gewicht für das Cu-Sulfat, so erhält man 2,035. Daraus und aus der RETGERS'schen Zahl die Mischung von 45 Cu-Sulfat und 55 Fe-Sulfat berechnet ergibt sich 1,960, während ich durch Bestimmung 1,950 fand.

Da diese Werte bessere Übereinstimmung zeigen, so wird der für den Boothit errechnete Wert genauer sein, als der von SCHALLER ermittelte.

Nimmt man das Mittel aus den beiden so errechneten Werten, so bekommt man für  $\text{CuSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  das spezifische Gewicht von 2,02.

Mineralogisches Institut der Universität Wien.

<sup>1</sup> V. v. ZEPHAROVICH, Zeitschr. f. Krist. etc. 1880. 4. 106.

<sup>2</sup> J. W. RETGERS, Zeitschr. f. physik. Chemie. 1889. 3. 289. Zeitschr. f. Krist. 1891. 19. 623.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [1917](#)

Autor(en)/Author(s): Leitmeier Hans

Artikel/Article: [Pisanit vom Lading in Kärnten. 321-331](#)