

V. Über Paratacamit, ein neues Kupferoxychlorid.

Von

G. F. Herbert Smith in London.

Mit einer chemischen Analyse von **G. T. Prior**.

Übersetzt von **B. Goßner**.

(Mit 5 Textfiguren.)

Vor zwei Jahren erhielt das Britische Museum ein Handstück, das mit zahlreichen kleinen würfelförmlichen Krystallen bedeckt war; die bläulich-grüne Farbe ließ auf ein kupferhaltiges Mineral schließen. Ihrer Form nach konnten die Krystalle Boleit sein; aber Prior konnte zwar Chlor und Kupfer, aber keine Spur von Blei nachweisen. Als ein Krystall auf dem Goniometer gemessen wurde, stellte es sich heraus, daß die scheinbaren Würfel in Wirklichkeit Rhomboëder mit einem Winkel von nahezu 83° sind. Diese Form entspricht keinem der bisher bekannten Kupferoxychloride, weswegen wir die Krystalle eingehender untersuchten. Durch Nachforschen erfuhren wir, daß das Handstück aus der Sammlung eines Bergingenieurs A. Anabalón y Uryúa stammte; die Sammlung umfaßte 700—800 Handstücke, meist von Mineralien, die in Chile gesammelt worden waren. Der handschriftliche Katalog der Sammlung ist vom September 1899 datiert. Die Sammlung gelangte schließlich in die Hände des Herrn F. H. Butler in London; ihm fielen die seltsamen Krystalle auf, weswegen er sie ins Britische Museum brachte. Es war wünschenswert, möglichst viel Material für eine vollständige Untersuchung des neuen Minerals zusammenzubringen und so prüften wir alle jene Handstücke der Sammlung, welche irgendwelche grüne Krystalle zeigten. Viele erwiesen sich als Atacamit; andere Handstücke wiesen jedoch Krystalle des neuen Minerals auf. Sie wurden alle vom Britischen Museum erworben, abgesehen von zweien, welche Herr A. E. I. Russell bereits gekauft hatte, aber für die Untersuchung bereitwilligst zur Verfügung stellte. Zehn Handstücke mit dem neuen Mineral

wurden insgesamt gefunden; für die Untersuchung der morphologischen Eigenschaften wurden nur Krystalle von den vier besten benutzt.

Für neun Handstücke gaben die Zettel die Herminia- und Generosamine, Sierra Gorda, Chile, als Fundort an. Das zehnte Stück stammt von der Bolucomine, Labrar, Chile, und zeigt einige winzige Krystalle des neuen Minerals in Gesellschaft mit Gold. Das Muttergestein ist mehr oder minder zersetzt; besonders ein Stück ist nahe daran, zu zerfallen. Neben Quarz sind Bleiglanz und Caracolit, beide in stark verändertem Zustande, Begleiter. Der erstere ist stellenweise ganz verschwunden, unter Hinterlassung netzartig angeordneter kleiner quadratischer Vertiefungen; der Caracolit hat ohne Zweifel teilweise unter der Reinigung zwecks Entfernung des umhüllenden Schmutzes gelitten, der die Stücke unterzogen wurden, bevor sie ins Britische Museum gelangten.

Es existieren zwei Typen von Krystallen. Sie sind zum Teil, wie schon erwähnt, würfelähnliche Rhomboëder. Bestimmte Kanten und Ecken sind oft durch schmale Flächen abgestumpft. Fig. 4 stellt ein solches Rhomboëder dar, verzwillingt nach einer seiner Flächen; ähnliche Krystalle sind sehr gewöhnlich. Krystalle des zweiten Typus weichen im Aussehen wesentlich von denen des ersten ab und können auf den ersten Blick leicht für Atacamit gehalten werden. Sie erscheinen prismatisch, indem sie in der Richtung der Axe der Zone $[rfa]$ verlängert sind; da sie ohne Ausnahme Zwillinge nach einer Fläche der Form r , welche in dieser prismatischen Zone liegt, darstellen, so zeigen sie scheinbar rhombische

Fig. 4.

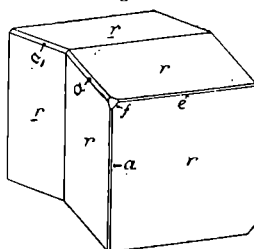


Fig. 2.

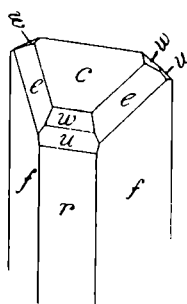
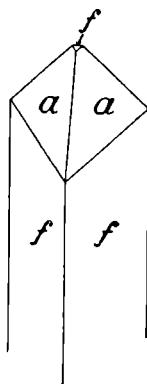


Fig. 3.



Symmetrie. Krystalle dieser Art sind in Fig. 2 und 3 dargestellt; das zweite Individuum, welches auf der Rückseite liegt und nicht sichtbar ist, ist ganz

dem ersten ähnlich. Wenn einspringende Winkel nicht auftreten, wie das häufig der Fall ist, so deutet bei der gewöhnlichen Prüfung nichts darauf hin, daß hier Zwillinge vorliegen. Die Winkel rf und re sind beziehungsweise $52^{\circ}55'$ und $49^{\circ}48'$; beim Atacamit, wofür man die Krystalle leicht ansehen kann, sind die Winkel bm und be $56^{\circ}34\frac{1}{2}'$ und $53^{\circ}4\frac{1}{2}'$ ¹⁾; der Unterschied von einigen Graden ist zu gering, um mit dem unbewaffneten Auge wahrgenommen werden zu können. Atacamitkrystalle von unserem Vorkommen zeigen jedoch gewöhnlich die Form $h\{132\}$, die immer parallel der Schnittkante mit $e\{011\}$ gestreift ist; wenn diese Form auftritt, so kann man dadurch die beiden Mineralien unterscheiden, da das neue Mineral eine ähnliche Streifung nicht aufweist.

Die Spaltbarkeit nach dem Hauptrhomboëder ist gut. Zwillinge nach einer Fläche derselben Form sind sehr gewöhnlich. Die Krystalle mit prismatischem Habitus scheinen durchwegs Zwillinge zu sein. Verschiedene Typen von Zwillingsskrystallen zeigen Fig. 4—5. Der in Fig. 4 dargestellte

Fig. 4.

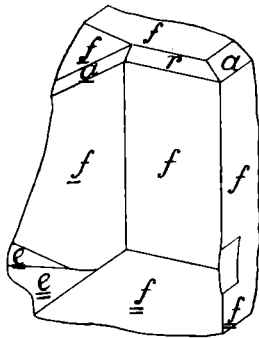
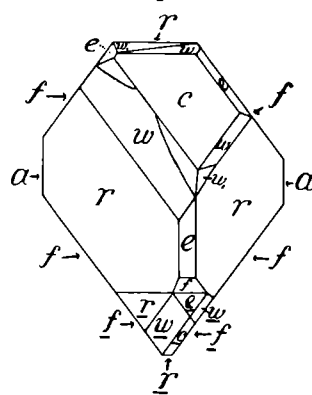


Fig. 5.



Krystall erscheint dadurch bemerkenswert, daß drei verschiedene Individuen vereinigt sind; ihre Flächen sind mit bloßen Buchstaben, mit einfach unterstrichenen und mit zweifach unterstrichenen Buchstaben gekennzeichnet. Die drei zusammenstoßenden Flächen der Form f sind parallel und reflectieren auf dem Goniometer gleichzeitig. Das erste und zweite Individuum sind mit einander verzwillingt nach einer Fläche von r ; das erste und das dritte Individuum befinden sich in paralleler Lage; das letztere entstand möglicherweise durch unabhängige Verzwillingung in bezug auf das zweite Individuum. Eine andere Erklärung liegt darin, daß eine Fläche der Form a Zwillingsebene ist, obgleich eine solche Zwillingsebene anderweitig nicht beobachtet wurde. Es ist zu erwähnen, daß die Grenzlinie zwischen dem

1) Diese Winkel sind meiner Abhandlung: Min. Mag. 1898, 12, 45—25 (diese Zeitschr. 32, 269, entnommen).

ersten und dritten Individuum parallel der Axe der Zone $[rfa]$ geht. Der in Fig. 5 dargestellte Krystall erscheint wegen der vicinalen Flächen, welche die Form w begleiten, bemerkenswert. In zwei Fällen ist dies eine ganz deutliche Fläche (mit w_1 bezeichnet), während im dritten die entsprechende Fläche von w unregelmäßig geschnitten wird. Die Messungen von c aus für die drei Flächen w_1 sind an diesem besonderen Krystalle, verglichen mit der entsprechenden Fläche w , folgende:

	Azimuth:	Poldistanz:
w_1	$\left\{ \begin{array}{l} 20\ 20' \\ 0\ 59 \\ 2\ 24 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 29^\circ 16' \\ 29\ 15 \\ 28\ 17 \end{array} \right.$
w	0 0	25 20

Die Werte für eine Fläche der Form $\{411\}$ sind:

$\{411\}$	0° 0'	30° 37'
-----------	-------	---------

So liegt w_1 nahe der Form $\{411\}$; aber die Neigung an den verschiedenen gemessenen Krystallen schwankt so sehr, daß man bestimmte Symbole nicht aufstellen kann. Die Distanz von der entsprechenden w -Fläche ist leidlich constant; größer ist die Verschiedenheit im Azimuth.

Die Krystalle sind meist klein, selten über 2 mm in einer Richtung, oft sind es Nadeln, weniger als 1 mm lang und 0,5 mm dick.

Der Name Paratacamit wurde gewählt, weil die chemische Zusammensetzung dieselbe ist wie beim Atacamit. Mißt man die beiden Mineralien von den entsprechenden Spaltungsflächen aus, so sieht man, wie folgende Tabelle zeigt, eine gewisse Beziehung zwischen den erhaltenen Werten.

Tabelle I.

Vergleich der Messungen an Paratacamit und Atacamit.

Paratacamit.			Atacamit 1).		
Gemessen von $r(100)$ aus.			Gemessen von $b(010)$ aus.		
Form:	Azimuth:	Distanz:	Form:	Azimuth:	Distanz:
$a\{0\bar{1}1\}$	90° 0'	90° 0'	$e\{001\}$	90° 0'	90° 0'
$f\{1\bar{1}1\}$	90 0	52 55	$e\{011\}$	90 0	53 41½
$r\{001\}$	44 49	82 49½	$u\{101\}$	44 47½	90 0
$e\{101\}$	44 49	44 25	$r\{121\}$	44 47½	45 44
$a\{10\bar{1}\}$	44 49	—48 35	$a\{100\}$	0 0	90 0
$e\{011\}$	0 0	80 25	$m\{110\}$	0 0	56 34½
$e\{111\}$	0 0	49 48			
$f\{\bar{1}11\}$	0 0	—63 6½			

1) Diese Werte sind der schon citierten Abhandlung entnommen.

Insgesamt wurden auf dem früher¹⁾ beschriebenen dreikreisigen Goniometer 43 Krystalle gemessen; Bezugspol war dabei immer eine Fläche der Form r . Bei sechs Krystallen, welche c gut entwickelt zeigten, wurde auch von dieser Form aus, bei einigen Krystallen von der in Fig. 2 und 3 dargestellten Ausbildungsweise zur Controlle von Flächen der Form f aus gemessen.

Die beobachteten Formen, neun an der Zahl, sind folgende:

Form:	Indices		Bemerkungen:
	Miller:	Bravais:	
c	111	0004	Nicht immer beobachtet; meist klein, gelegentlich auch groß; Reflexe deutlich.
r	100	10 $\bar{1}$ 1	An allen Krystallen beobachtet; groß bei der rhomboëdrischen, klein bei der prismatischen Ausbildungsweise; im ersteren Falle sind die Flächen gekrümmt, die Reflexe also verschwommen; im letzteren sind die Reflexe deutlich; gute Spaltbarkeit nach dieser Form; Zwillingsene.
f	11 $\bar{1}$	02 $\bar{2}$ 4	Gewöhnlich; klein, fast winzig beim rhomboëdrischen, groß beim prismatischen Typus; Reflexe gut.
e	110	01 $\bar{1}$ 2	Gewöhnlich, aber klein; Reflexe deutlich.
a	10 $\bar{1}$	11 $\bar{2}$ 0	Gewöhnlich; klein und oft stark gekrümmt; im letzteren Falle sind die Reflexe verbreitert und die Abweichung von der theoretischen Lage ist oft bedeutend.
w	113	0 $\bar{2}$ 25	Gewöhnlich, aber klein; oft von vicinalen Flächen begleitet; Reflexe schlecht.
v	229	0. $\bar{7}$.7.13	Selten und winzig; Reflexe sehr schwach.
u	115	0 $\bar{4}$ 47	Selten und winzig; Reflexe schlecht.
l	31 $\bar{3}$	24 $\bar{6}$ 4	Selten und winzig; Reflexe schlecht.

Die Bezeichnungen für die Größe der Flächen sind natürlich relativ in Rücksicht auf die Größe der Krystalle zu nehmen.

Tabelle II enthält die berechneten Werte und die beobachteten Mittelwerte für Azimuth und Poldistanz, entsprechend den verschiedenen Formen und für r als Bezugspol. Die der Berechnung zugrunde liegenden Winkelwerte sind mit einem Sternchen versehen. Tabelle III enthält die berechneten Werte für c als Bezugspol, zusammen mit den an den sechs oben genannten Krystallen beobachteten Mittelwerten.

1) Min. Mag. 1899, 12, 175—182. Diese Zeitschr. 32, 209—216.

Tabelle II.
Messungen von $r = (100) = (10\bar{1}1)$ aus.

Form	Indices		Berechnet		Beobachtete Mittelwerte		Zahl	Grenzen	
	Miller	Bravais	Azi-muth	Distanz	Azi-muth	Distanz		Azi-muth	Distanz
<i>a</i>	041	1210	*	*	90° 0'	90° 0'	26		90° 20'
<i>l</i>	133	2644	*	75° 54½'	90 0	75 56	5		75° 42'—76 45
<i>f</i>	111	0221	*	52° 55'	90 0	52 57	69		52 29—53 45
<i>l</i>	331	6424	60° 48'	—47 47	64 40	—47 44	2	64° 7', 64° 13'	47 36, 47 46
<i>r</i>	040	1104	44 49	*	44 53½	82 49½	74	44 7—42 37	84 56—83 28
<i>e</i>	110	0112	44 49	44 25	44 53½	44 24	37		44 8—41 54
<i>a</i>	110	2110	44 49	—48 35	44 53½	—48 27	33		48 5—48 56
<i>u</i>	154	4407	30 49	74 47½	30 45	74 44	4		
<i>w</i>	134	2205	24 6	65 40	24 22	65 23	46	23 45—24 57	64 39—66 0
<i>l</i>	331	6241	24 6	—52 20	24 22	—52 24	6		54 30—52 56
<i>e</i>	044	1042	*	80 25	0 0	80 30½	18		80 9—80 56
<i>c</i>	111	0004	*	49 48	0 0	49 45	29		49 6—50 40
<i>w</i>	344	2025	*	24 28	0 0	23 59½	14		23 44—24 39
<i>v</i>	922	7.0.7.43	*	17 7½	0 0	17 24	3		17 7—17 45
<i>u</i>	544	4047	*	45 44	0 0	45 48	5		44 54—46 6
<i>f</i>	111	2021	*	—63 6½	0 0	—62 56½	44		62 25—63 44

Tabelle III.
Messungen von $c = (111) = (0004)$ aus.
Hexagonal-rhomboëdrisch; $a : c = 1 : 4,0248$.

Form	Indices		Berechnet		Beobachtete Mittelwerte		Zahl	Grenzen	
	Miller	Bravais	Azi-muth	Distanz	Azi-muth	Distanz		Azi-muth	Distanz
<i>a</i>	104	1120	30° 0'	90° 0'	30° 0'	90° 0'	2	30° 23'	90° 5'
<i>l</i>	343	4264	49 6½	80 56	49 7	80 55	2	49° 0', 49 44	80° 50', 84 0
<i>f</i>	111	2021	0 0	67 51½	0 0	67 42	24		66 30—67 56
<i>e</i>	044	1042	0 0	30 37	0 0	30 44	17		29 45—34 42
<i>w</i>	344	2025	0 0	—25 20	0 0	—25 34	6		25 5—25 49
<i>v</i>	922	7.0.7.43	0 0	—32 40½	0 0	—32 42	6		32 15—33 44
<i>u</i>	544	4047	0 0	—34 4	0 0	—33 45	3		33 32—33 55
<i>r</i>	400	4011	0 0	—49 48	0 0	—49 42	17		49 0—50 44

Am interessantesten vielleicht an diesen Krystallen ist die Tatsache, daß die optischen Eigenschaften mit ihrer Symmetrie nicht im Einklange stehen. Nur ganz winzige Bruchstücke löschen zwischen gekreuzten Nicols aus; eine nennenswerte Verschiedenheit in der Intensität des durchgelassenen Lichtes ist nicht zu bemerken. Einige Krystalle wurden in Öl zerquetscht. Es fanden sich einige Bruchstücke, nahezu senkrecht zu einer für zweiaxige Krystalle charakteristischen optischen Axe, im convergenten Lichte wurde ein zweiaxiges Büschel beobachtet. Die genaue Orientierung dieser mikroskopischen Bruchstücke in Rücksicht auf die Krystallform war nicht möglich, da ein brauchbarer Dünnschliff nicht hergestellt werden konnte.

Nach dem eben Gesagten erscheint der Paratacamit, wegen seiner schwachen Doppelbrechung, durch ein Prisma gesehen, einfachbrechend. Eine angenäherte Bestimmung des Brechungsindex für grünes Licht, das die Krystalle durchlassen, ergab den Wert 1,846; Licht von größerer Wellenlänge wird fast ganz absorbiert, selbst beim Durchgange durch den kleinsten noch brauchbaren Krystall; der erhaltene Wert ist sehr ähnlich dem mittleren Brechungsindex für Atacamit.

Chemische Zusammensetzung (nach G. T. Prior).

Das Mineral ist ein wasserhaltiges Kupferoxychlorid von derselben empirischen Formel wie der Atacamit, nämlich $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Eine Analyse (0,5132 g Substanz) gab folgende Resultate:

<i>CuO</i>	56,10
<i>Cu</i>	14,27
<i>Cl</i>	15,97
<i>H₂O</i> ¹⁾	14,10
	<hr/> 100,44

Das spezifische Gewicht, nach der Pyknometermethode unter Verwendung von 0,7430 g bestimmt, ist 3,74.

Von den beiden Oxychloriden des Bleies²⁾, welche zwei Mineralien von derselben procentischen Zusammensetzung darstellen, beginnt Laurionit beim Glühen sein Wasser bei einer tieferen Temperatur abzugeben als der Paralaurionit. Nach Versuchen besteht eine ähnliche Beziehung anscheinend auch zwischen Paratacamit und Atacamit. Bei langsamem Erhitzen auf 230° C. tritt bei keinem Mineral eine Änderung ein. Als aber 0,0976 g

1) Wasserverlust des Minerals beim Erhitzen in einer Glasröhre mit einem Pfropfen von trockenem Natriumcarbonat. Eine directe Wasserbestimmung in 0,3464 g Substanz nach Penfields Methode ergab nur 12,56%, doch war hierbei wahrscheinlich ein Verlust eingetreten.

2) Min. Mag. 1899, 12, 410. Diese Zeitschr. 1900, 32, 280.

Atacamit eine Stunde lang auf 250° erhitzt wurden, trat Schwarzfärbung und ein Verlust von 2 mg ein; Paratacamit blieb noch ungeändert; beim Erhitzen auf 260° während einer weiteren Stunde begann auch der Paratacamit sich schwarz zu färben; 0,1027 g verloren 0,5 mg, während beim Atacamit ein weiterer Verlust von 0,2 mg eintrat. Als nochmals eine Stunde auf 280° erhitzt worden war, betrug der Verlust beim Atacamit im Ganzen 5 mg, beim Paratacamit 4 mg.

Zusammenfassung.

Wasserhaltiges Kupferoxychlorid, $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$. Pseudorhomboëdrisch; häufig Zwillinge, Zwillingssebene eine Fläche von r ; gewöhnlich Rhomboëder (r) oder schlanke Prismen, verlängert nach der Axe der Zone $[rfa]$. Spaltbarkeit gut nach r ; Bruch muschelrig; spröde. Härte 3, spezifisches Gewicht 3,74. Glasglanz; Farbe hellgrün, in der Tiefe wechselnd, je nach der Dicke der Krystalle; Strich grün; Brechungsindex 1,846; zeigt optische Anomalien.
