

XIX. Ueber den Calaverit.

Von

S. L. Penfield und W. E. Ford in New Haven, Conn.

(Mit 30 Textfiguren.)

Einleitung. Im Jahre 1868 bezeichnete der verstorbene F. A. Genth¹⁾ ein derbes Goldtellurid von der Stanislaus-Mine im Calaveras Co., Californien, mit dem Namen Calaverit. Seine Analysen ergaben auch noch einen geringen Silbergehalt (3,0 bis 3,5%), wodurch das Mineral vom Sylvanit von Siebenbürgen, der 11 bis 15% enthält, abweicht. Die Zusammensetzung entspricht indessen, gleich jener des Sylvanits, der allgemeinen Formel $(Au, Ag)Te_2$. Nach Genth ist das Mineral von bronzegelber Farbe und unebenem, halbmuscheligem Bruch. Soweit nur die Differenz in der chemischen Zusammensetzung des Calaverits und Sylvanits in Betracht kommt, ist es fraglich, ob der Calaverit als eigene Species betrachtet werden muss, da Gold und Silber in den Verbindungen mit Tellur isomorph sind. Dagegen soll der Calaverit eine andere, von der des Sylvanits abweichende Structur besitzen, indem er keine deutliche Spaltbarkeit aufweist, eine Eigenschaft, die geradezu das beste Hilfsmittel abgiebt, um ihn von dem nach einer Ebene (dem Klinopinakoid) vollkommen spaltbaren Sylvanit zu unterscheiden. Der Krennerit, die rhombisch krystallisirende Species derselben allgemeinen Formel $(Au, Ag)Te_2$, hat eine vollkommene Spaltbarkeit parallel der Basis.

Späterhin wurde noch Calaverit beschrieben durch Genth²⁾ von Boulder in Colorado, von welchem Material er zwei Analysen ausführte, die 2,24 resp. 3,03% Silber ergaben. Hillebrand³⁾ beschrieb 1895 den Calaverit von Cripple Creek in Colorado und theilte drei Analysen an Material aus verschiedenen Gruben mit, die 3,23%, 4,77% und 0,90% Silber ergaben.

1) Americ. Journ. of Sci. II, 45, 314.

2) Am. Phil. Soc. 1874, 14, 229; 1877, 17, 417 und diese Zeitschr. 2, 6.

3) Amer. Journ. Sci. (3), 50, 428. Ausz. diese Zeitschr. 28, 320.

Das Material der ersten Analyse stammte aus der Prinz Albert-Mine, es war wohlkrystallisirt und wurde dem Einen von uns (Penfield) zur weiteren Untersuchung überlassen. Die Krystalle erwiesen sich aber als von so ungewöhnlicher Complicirtheit, dass trotz lange dauernder Untersuchung derselben kein entscheidendes Resultat erhalten werden konnte. In einer kurzen Begleitnotiz zu Hillebrand's Abhandlung wurde festgestellt, dass die Krystalle gewisse Winkel aufwiesen, welche sehr nahe jenen des Sylvanits sind, dass aber mit dem damals zur Verfügung stehenden Material es nicht möglich war, das Krystallsystem mit Sicherheit abzuleiten. In Folge einer mangelnden Symmetrie in der Vertheilung der Flächen war angenommen worden, dass die Krystalle wahrscheinlich dem triklinen Systeme angehören.

Seit Veröffentlichung von Hillebrand's Arbeit war stets unser Augenmerk darauf gerichtet, das Studium der Krystallform des Calaverits wieder aufzunehmen, und zu diesem Zwecke Gesuche an zahlreiche Freunde gerichtet, um brauchbares Untersuchungsmaterial zu erhalten. Diese blieben nicht erfolglos und wir ergreifen mit Vergnügen die Gelegenheit, den Herren Lazard Cahn in New York, T. A. Rickard in Denver und Maynard Bixby in Salt Lake City unseren Dank für ihre Unterstützung zur Beschaffung des Materiales auszudrücken. Zu diesem Material standen uns auch die schon erwähnten Krystalle Hillebrand's wieder zur Verfügung. Wir sind dadurch in den Stand gesetzt worden, Krystalle aus fünf verschiedenen Gruben der Cripple Creek-Region in den Bereich unserer Untersuchung zu ziehen.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchung ergaben, dass der Calaverit im monoklinen Systeme krystallisirt. Die Krystalle sind prismatisch oder leistenförmig, ihre längere Axe entspricht der Ortho- oder Symmetrieaxe b , sie zeigen also die Epidotausbildung. Ferner zeigen sie unveränderlich eine Streifung nach ihrer Längsrichtung, hervorgerufen durch oscillatorische Combination der Formen der Orthodomenzone. Dieses Oscilliren veranlasst im Allgemeinen eine Rundung der Kanten in der gestreiften Zone und sehr oft auch sehr unregelmässige Querschnitte, wie wir noch sehen werden. Am Goniometer liefert diese vorherrschende Zone oft eine beinahe ununterbrochene Reihenfolge von Reflexbildern, und irgend eine besonders hervortretende Fläche, welche leicht bestimmbar wäre und als Ausgangspunkt der Messungen dienen könnte, ist in dieser Zone nicht vorhanden. Die Endflächen sind dagegen im Allgemeinen frei von Streifung und in jeder Beziehung zur Messung geeignet. Unsichere oder vielfache Reflexe, durch Vicinalflächen oder andere störende Einflüsse verursacht, wurden nur selten bemerkt. Es musste daher die ganze Entwicklung der Elemente der Krystalle auf die Messungen der Endflächen basirt werden; eine Aufgabe, welche mit ganz ungewöhnlicher Schwierigkeit verknüpft war, da die Endflächen stets sehr klein waren und überdies stets sehr ungleiche Entwicklung zeigten. Wir können nicht umhin zu bemerken, dass in Bezug auf ungleiche

Flächenentwicklung, Spärlichkeit an Zonen und Complicirtheit der aus den Messungen gewonnenen Formensymbole die Calaveritkrystalle alle anderen, bisher von uns untersuchten Mineralien übertreffen. Die Krystalle scheinen geradezu einen Widerspruch gegen einige Gesetze der Krystallographie darzubieten.

Bestimmung des Axenverhältnisses. Der Krystall, welcher die besten Resultate zu geben versprach und deshalb zuerst zur Untersuchung ausgewählt wurde, ist in Fig. 2 S. 435 in orthographischer Projection auf das Klinopinakoid dargestellt. Bei näherer Betrachtung ergab sich, dass gewisse Flächen m , s , q , o und p paarweise auftreten, wie es die monokline Symmetrie verlangt, und der monokline Charakter wurde auch vollauf durch die Messungen bestätigt. Zwei Formen m und p , welche die Zeichen $\{110\}$ und $\{111\}$ erhielten, stimmen sehr nahe mit correspondirenden Formen am Sylvanit überein, wie sich aus folgendem Vergleiche ersehen lässt:

	Calaverit:	Sylvanit:
$m : m' = (110) : (\bar{1}10) =$	$*63^{\circ} 4'$	$62^{\circ} 56'$
$p : p = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	93 49	94 30
$m : p = (110) : (111)$	$*36 38$	37 3
$m' : p = (\bar{1}10) : (111)$	$*68 45$	

Nimmt man die mit Sternchen bezeichneten Winkelwerthe zu Fundamentalwinkeln, so berechnet sich das folgende Axenverhältniss, dem zum Vergleiche auch dasjenige des Sylvanits beigesetzt ist:

$$\begin{aligned} \text{Calaverit, } a : b : c &= 1,6343 : 1 : 1,4449; \beta = 89^{\circ} 47\frac{1}{3}' \\ \text{Sylvanit, } a : b : c &= 1,6339 : 1 : 1,4265; \beta = 89 35 \end{aligned}$$

Wie später noch ersichtlich, finden sich die Formen m und p an der Mehrzahl der Krystalle und sind, abgesehen von der mit o bezeichneten Form, die vorherrschendsten unter den Endflächen. Es scheint uns daher am besten, von diesen Flächen m zum primären Prisma $\{110\}$ zu wählen und p zur primären Pyramide $\{111\}$, um so mehr als das sich daraus ergebende Axenverhältniss sehr nahe mit jenem des Sylvanits übereinstimmt. Es ist diese völlige Uebereinstimmung des Calaverits und Sylvanits in krystallographischer und chemischer Beziehung wahrscheinlich kein Spiel des Zufalls.

Soweit also erscheint die Krystallisation des Calaverit einfach und befriedigend; darüber hinaus sind die Resultate vom krystallographischen Standpunkte aus sehr überraschend, da nur ganz wenige der vielen beobachteten Flächen einfache Indices haben. Da wir keinerlei Möglichkeit fanden, die Symbole zu vereinfachen, so haben wir uns entschlossen, unsere Resultate in solcher Form zu geben, dass sie von Anderen benutzt werden können; wir bitten unsere Leser, mit ihrem Urtheil über unsere Interpretation der

Krystalle so lange zurückzuhalten, bis wir alle unsere Resultate mitgetheilt haben.

Methode der Messung. Obgleich die Krystalle sehr flächenreich sind, so ist doch nur ein ganz spärlicher Zonenverband unter den Endflächen zu bemerken. Die einzige auffallende Zone ist die der Flächen D , p , o , q und s , Fig. 2 u. f. (S. 435), welche auch aus der sphärischen Projection Fig. 30 (S. 448) ersichtlich ist. Die bei fast jedem Exemplare auftretenden Deformationen, der auffallende Mangel an Zonen, das Fehlen des Klinopinakoids und leicht identificirbarer Formen in der gestreiften Zone liessen sehr bald erkennen, das eine Identificirung der Endflächen mittelst des einkreisigen Goniometers sich zu einer sehr schwierigen Sache gestalten würde. Die Messungen wurden deshalb am zweikreisigen Instrumente vorgenommen, da dieses sowohl die Messungen wie die Interpretation einfacher gestattet; hauptsächlich wäre es ohne dieses Instrument zunächst ganz unmöglich gewesen, die Formen mancher Krystalle zu entziffern.

Die Krystalle wurden mit der gestreiften Zone (der Orthoaxe des Krystalles) parallel der Axe des verticalen Kreises des Instrumentes orientirt. Nachdem der Krystall justirt und eine Messung zwischen zwei m -Flächen durch Drehen des horizontalen Kreises erhalten worden war, so wurde die Hälfte dieses Winkels als das theoretische Klinopinakoid (010) d. i. als Polarfläche genommen, während die Ablesung am verticalen Kreise in diesem Punkte die Stellung des theoretischen Orthopinakoids (100) in der gestreiften Zone ergibt.

Die beiden Ablesungen dienten als Ausgangspunkte für alle Messungen. Das Klinopinakoid wurde nur an ganz wenigen Krystallen beobachtet, das Orthopinakoid nur an einem einzigen, es sind deshalb beinahe alle mitgetheilten Messungen nicht von wirklichen Flächen aus angestellt, sondern von der theoretischen Lage von (100) und (010) aus.

Bei dem Studium monokliner Krystalle muss man sich immer gegenwärtig halten, dass die Flächen an den gegenüberliegenden Enden der Orthoaxe, wie durch die Figuren angedeutet, zu einander spiegelbildlich sind, also die beiden Enden nicht vertauscht werden können.

Wie bereits bemerkt, sind die Flächen der Orthoaxe gestreift und oscilliren mit einander in solchem Maasse, dass die meisten Krystalle sehr unregelmässigen Querschnitt haben, wenn man sie in der Richtung der längeren oder Orthoaxe betrachtet. Zur Darstellung der Krystalle wurde die orthographische Projection auf das Klinopinakoid angewendet und die Figuren so gezeichnet, dass sie sowohl Unregelmässigkeiten im Coutour, als auch Variationen in der relativen Grösse und Vertheilung der Endflächen zeigen.

Zum Zweck der Kürzung und Vereinfachung der Beschreibung der Krystalle sollen diese soweit als möglich in Gruppen getheilt und die Sym-

bole der Formen nebst den berechneten und gemessenen Winkel in Tabellen zusammengestellt werden. Es würde indessen zu viel Raum beanspruchen und von zu geringem Interesse sein, besondere Zusammenstellungen der gemessenen und theoretischen Winkel für jeden einzelnen der gemessenen Krystalle mitzuthemen.

Vorkommen Nr. 4. Krystalle von der Monument Mine.

Dieses Material verdanken wir Herrn Cahn; es bestand aus 15 Krystallen mit Endflächen und zahlreichen Fragmenten. Manche dieser Fragmente, welche Bruchstücke leistenförmiger Krystalle ohne Endflächen sind, messen über 1 cm in Länge und Breite. Die Krystalle mit Endflächen sind so ziemlich von gleicher Grösse, im Mittel etwa 5 mm lang und 3 mm breit. Sie waren von der Matrix losgelöst, und es scheint, als ob sie alle aus einer Druse stammen. Neun derselben sind rechtsseitige Krystallenden und sind in Fig. 2 bis 10 abgebildet, s. S. 435. Fig. 1 giebt eine ideale Darstellung der an dem am symmetrischsten entwickelten Krystalle Fig. 2. Die Symbole der Endflächen, welche an diesen neun Krystallen beobachtet wurden, nebst ihren gemessenen und berechneten Winkeln, sowie die Zahl, wie oft sie beobachtet wurden, sind in nachstehender Tabelle wiedergegeben.

Symbole:	Beobachtet.		Berechnet.		<i>n</i> -mal beobachtet:
	Vertical:	Horizont.:	Vertical:	Horizont.:	
<i>m</i> {110}	0° 0'	31° 29'	0° 0'	31° 30½'	<i>n</i> = 14
<i>c</i> {42.44.11}	20 21	32 10	20 26	32 1	1, Fig. 3
<i>t</i> {13.20.4}	24 5	23 10	23 38½	23 32½	3
<i>q</i> {11.29.5}	33 4	15 46	32 52	15 30½	4
<i>h</i> {21.37.11}	36 40	23 19	36 40	23 30½	2, Fig. 3
<i>o</i> {13.22.10}	46 59	28 2	47 30½	28 18	18
<i>p</i> {111}	54 44	46 51	54 48	46 54½	12
<i>i</i> {10.7.11}	57 13	58 8	57 18	58 29	1, Fig. 4
<i>y</i> {296}	76 21	30 28	76 38	30 54	5
<i>v</i> {2.11.10}	81 52	38 15	81 48	38 43½	2
<i>r</i> {10.44.15}	114 53	18 27	114 54	18 10½	10
<i>w</i> {111}	125 6	46 46	124 55	46 48½	3
<i>u</i> {11.18.10}	127 8	30 55	127 32	31 28	5
<i>x</i> {11.20.6}	141 59	22 50	142 4	23 5	2
<i>s</i> {11.62.6}	142 25	8 3	142 4	7 50	16
<i>z</i> {15.22.1}	174 9	22 42	174 34	22 46	1, Fig. 4

Fünf der untersuchten Krystalle waren linksseitige Krystallenden, diese sind in Fig. 12 bis 16 S. 436 abgebildet. Zur Erleichterung der Identification der Flächen ist die Fig. 11 eingeschaltet, welche ein Spiegelbild der Fig. 1 darstellt und eine möglichst symmetrische Entwicklung der vorherrschenden Formen darstellt. Von den 16 an rechtsseitigen Krystallen beobachteten

Ueber den Calaverit.

Fig. 1.

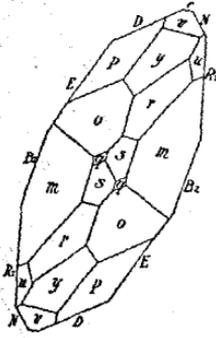


Fig. 2.

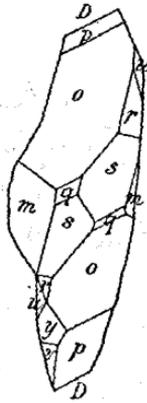


Fig. 3.

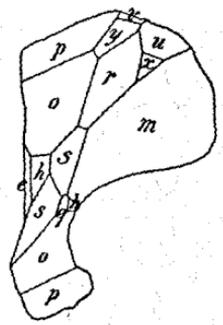


Fig. 4.

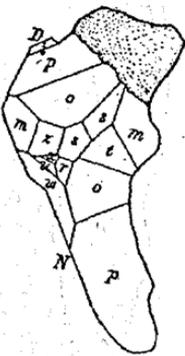


Fig. 5.

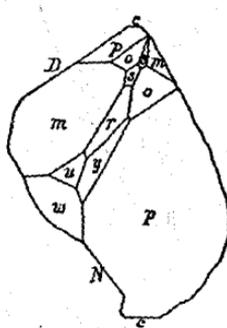


Fig. 6.

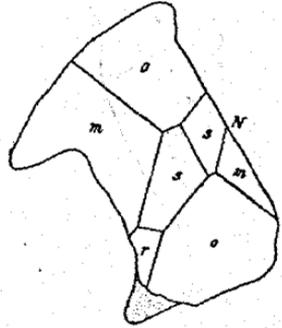


Fig. 7.

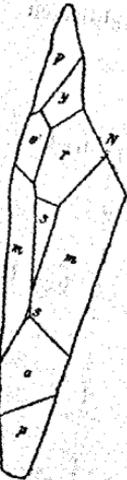


Fig. 8.

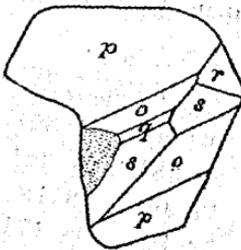


Fig. 9.



Fig. 10.

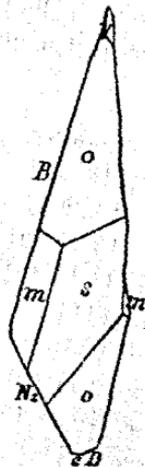


Fig. 11.

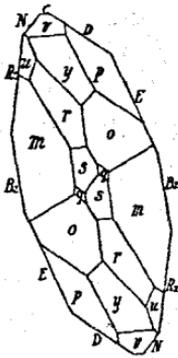


Fig. 12.

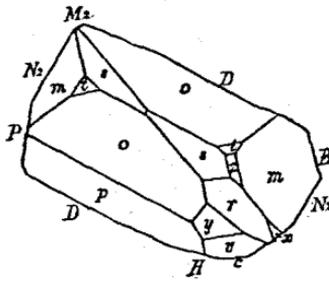


Fig. 13.

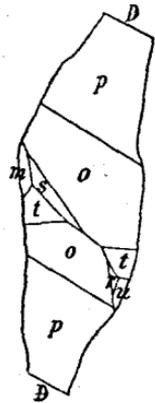


Fig. 14.

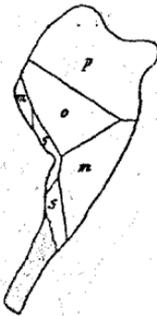


Fig. 15.

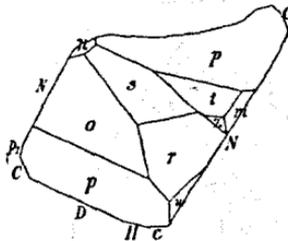


Fig. 16.



Formen wurden 12 an den fünf linksseitigen Enden aufgefunden und überdies noch die Form $n\{11.\overline{11}.10\}$. Diese Formen, sowie die dazu gehörigen berechneten und gemessenen Werthe enthält die folgende Tabelle.

Symbole:	Beobachtet.		Berechnet.		n-mal beobachtet:
	Vertical:	Horizont.:	Vertical:	Horizont.:	
$m\{1\overline{1}0\}$	0° 0'	34° 30½'	0° 0'	31° 30½'	$n = 6$
$t\{13.\overline{20}.4\}$	23 33	23 12	23 38½	23 32½	5
$o\{13.\overline{22}.10\}$	47 13	28 14	47 30½	28 18	8
$n\{11.\overline{11}.10\}$	52 16	38 56	52 12	38 17½	1, Fig. 15
$p\{1\overline{1}1\}$	54 45	46 56	54 48	46 54½	7
$y\{2\overline{9}6\}$	76 40	30 18	76 38	30 54	1
$v\{2.\overline{11}.10\}$	81 48	38 27	81 48	38 43½	1
$r\{10.\overline{11}.15\}$	114 14	18 29	114 54	18 10½	3
$w\{1\overline{1}1\}$	125 9	46 44	124 55	46 48½	1
$u\{1\overline{1}.18.10\}$	127 13	34 6	127 32	34 28	1

Symbole:	Beobachtet.		Berechnet.		n-mal beobachtet:
	Vertical:	Horizont.:	Vertical:	Horizont.:	
$x \{11.20.6\}$	142° 1'	23° 5'	142° 4'	23° 5'	2
$s \{11.62.6\}$	142 3	8 10	142 4	7 50	7
$z \{15.22.1\}$	174 28	22 38	174 34	22 46	2

Unter den an 14 Krystallenden studirten Formen ist o durch 26 Flächen repräsentirt, s durch 23, m durch 20, p durch 19 und r durch 13; die mögliche Anzahl jeder Art dieser Flächen wäre 28.

Obgleich die Flächen in der Zone der Orthoaxe meist so stark gestreift waren, dass auf die Reflexe kein Verlass sein konnte, wurde diese Zone doch sorgfältigst durchstudirt und alle speciell hervortretenden Reflexe notirt. Die Resultate dieser Ablesungen sind zusammengefasst in der folgenden Tabelle.

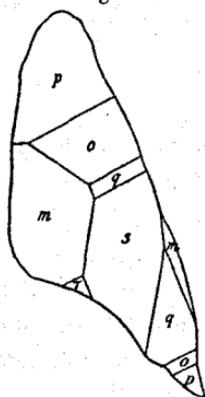
Symbole:	Beobachtet		Zahl der		Berechnet:
	am verticalen Kreise:		Beobachtungen:	Mittel:	
$B_2 \{75.0.11\}$	110 35' —	110 48'	3	110 43'	110 48'
$C \{501\}$	15 36		1	15 36	15 53½
$C_1 \{401\}$	19 27 —	19 40	2	19 34	19 35
$E \{11.0.4\}$	26 49 —	27 56	3	27 16	27 21
$D \{304\}$	62 8 —	63 8	9	62 26	62 4
$H \{5.0.11\}$	71 22 —	72 18	7	71 53	71 36
$e \{001\}$	89 44 —	90 4	8	89 55	89 47½
$L \{104\}$	99 50		1	99 50	99 45
$M_1 \{10.0.11\}$	122 24 —	122 49	4	122 38	122 23
$M \{101\}$	124 27		1	124 27	124 55
$M_2 \{11.0.10\}$	126 49 —	127 6	3	126 59	127 32
$N_1 \{11.0.6\}$	144 41 —	142 40	4	142 13	142 4
$N \{201\}$	143 22 —	144 21	7	143 56	144 28
$N_2 \{24.0.11\}$	146 20 —	147 14	3	146 42	146 47
$P_1 \{25.0. 4\}$	167 8 —	167 46	3	167 11	167 9
$R \{901\}$	170 44 —	170 44	2	170 29	171 0
$R_1 \{11.0.1\}$	172 31 —	172 51	4	172 44	172 37
$R_2 \{15.0.1\}$	174 10 —	175 45	4	174 55	174 35

Unter den Krystallen von der Moment Mine war ein einziger Zwilling, welcher später beschrieben werden soll.

Vorkommen Nr. 2. Unter dem von Herrn Bixby eingesandten Material waren einige lose Krystalle einigermaßen ähnlich den oben beschriebenen, obwohl sicherlich von einer anderen Grube stammend. Die Suite bestand aus einer Anzahl Fragmente und einem mit Endflächen versehenen Krystalle, etwa 4 mm lang und 2 mm dick. Die Flächen waren nicht glänzend, und es wurde anfänglich für nutzlos gehalten ihn zu messen. Doch wurde

der Krystall, in Anbetracht der Wichtigkeit, die Untersuchung über möglichst vielerlei Fundorte auszudehnen, auf das Goniometer gebracht, wo er bessere Reflexe lieferte, als erwartet wurde. Sie waren zwar nicht hell, aber doch vollkommen deutlich. Die Flächenentwicklung zeigt Fig. 17. Die Endflächen sind, mit Ausnahme von τ , dieselben wie bisher erwähnt. In der gestreiften Zone wurde ein bestimmter Reflex von einer Fläche erhalten, welche dem Orthopinakoid $a(100)$ entspricht, welches nur an diesem Krystalle beobachtet wurde. Die gemessenen und berechneten Winkel sind:

Fig. 17.



Symbole:	Beobachtet.		Berechnet.		n -mal beobachtet: $n = 2$
	Vertical:	Horizont.:	Vertical:	Horizont.:	
$m \{110\}$	$0^{\circ} 0'$	$31^{\circ} 17'$	$0^{\circ} 0'$	$31^{\circ} 30\frac{1}{2}'$	2
$q \{11.29.5\}$	33 44	15 10	32 52	15 $30\frac{1}{2}$	1
$o \{13.22.10\}$	46 50	27 45	47 $30\frac{1}{2}$	28 18	2
$p \{111\}$	55 8	46 54	54 48	46 $54\frac{1}{2}$	2
$s \{11.62.6\}$	143 15	8 13	142 4	7 50	1
$\tau \{37.38.11\}$	153 16	28 55	153 8	29 14	1
$a \{100\}$	0 0	90 5	0 0	90 0	2
$F \{11.0.5\}$	34 44	90 0	32 52	90 0	1
$G \{13.0.10\}$	47 3	90 0	47 $30\frac{1}{2}$	90 0	1
$N \{204\}$	142 22	90 0	144 28	90 0	2
$R_1 \{11.0.1\}$	173 10	90 0	172 37	90 0	1

Obgleich die Abweichung zwischen den gemessenen und berechneten Werthen in einigen Fällen ziemlich bedeutend ist, so ist die Annäherung doch soweit befriedigend, dass die Identität mit den Formen des ersten Vorkommens angezeigt erscheint. Eine ähnliche Unregelmässigkeit der Contour ist ebenfalls zu bemerken, wie aus der Figur zu ersehen.

Fig. 18.

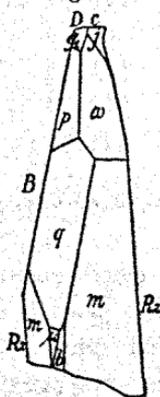
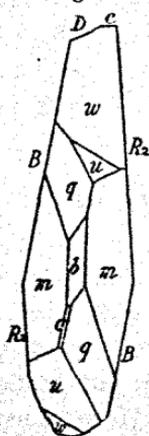


Fig. 19.



Vorkommen Nr. 3. Krystalle von der Moon Anchor Mine. Unsere Untersuchung musste sich auf zwei kleine Kryställchen beschränken, welche wir von einer Gangstufe loslösten, die uns von Herrn Rickard übersendet worden war. Die leistenförmigen Krystalle massen 1,5 mm in Länge und 2 auf 0,3 mm im Querschnitte.

Ihre Entwicklung zeigen die Fig. 18 und 19. Das Gestein, auf dem diese

Kryställchen sich fanden, schien zersetzter Andesit zu sein, der Calaverit war auf Spalten mit Quarz und Flussspath abgesetzt. Formen und dazu gehörige Winkel geben die folgende Tabelle.

Symbole:	Beobachtet.		Berechnet.		<i>n</i> -mal beobachtet:
	Vertical:	Horizontal:	Vertical:	Horizontal:	
<i>b</i> {010}	0° 0'	0° 0'	0° 0'	0° 0'	<i>n</i> = 2
<i>m</i> {110}	0 0	31 28	0 0	31 30½	4
<i>u</i> {17.40.2} } {33.80.4} }	9 58	14 22	9 30	14 48½	2
<i>q</i> {11.29.5}	32 25	15 33	32 52	15 30½	3
<i>p</i> {111}	54 33	46 57	54 48	46 54½	1
<i>g</i> ₁ {10.15.22}	72 6	52 49	71 36	52 38	1
<i>w</i> {111}	125 16	46 47	124 55	46 48½	3
<i>u</i> {11.18.10}	127 40	31 6	127 32	31 28	2
<i>j</i> {756}	128 50	53 30	129 11½	53 31	1
<i>s</i> {11.62.6} } {2.10.1} }	144 13	7 55	142 4	7 50	1
<i>B</i> ₁ {17.0.2} } {801} }	9 51	90 0	9 30	90 0	1
<i>D</i> {304}	62 8	90 0	62 4	90 0	2
<i>c</i> {001}	89 51	90 0	89 47½	90 0	2
<i>R</i> ₁ {11.0.1}	172 52	90 0	172 34	90 0	1
<i>R</i> ₂ {15.0.1}	175 1	90 0	174 35	90 0	1

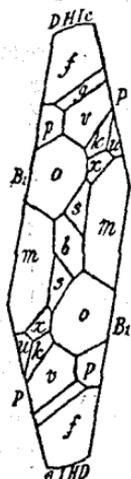
An diesen beiden Krystallen mag die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen der Polarfläche, des Klinopinakoides *b*(010), sowie auf die vorherrschende Entwicklung von *m*, *w* und *q* gelenkt werden. Die Formen *g*₁ und *j* haben wir nur an einem Krystalle, der in Fig. 18 abgebildet ist, beobachtet. Einige Unsicherheit besteht bezüglich der Form *σ*, Fig. 19. Es ist eine schmale Fläche, augenscheinlich in der Zone *m q*, doch ist sie sehr nahe an *s*{11.62.6} des Krystalles Nr. 1, welche in der Zone *D*, *p*, *o*, *q* gelegen ist. Das Doma *B* ist wahrscheinlich {801}, welches in derselben Zone wie *m* und *q* gelegen ist. Im Querschnitte zeigen diese Krystalle einen regelmässigeren Querschnitt, als die vorhergehend beschriebenen Vorkommen.

Vorkommen Nr. 4. Das so bezeichnete Vorkommen besteht aus einer Anzahl Exemplaren, welche uns von Herrn Bixby übersendet wurden, aber ohne specielle Angabe der Grube, von welcher sie herkommen.

Die Stücke gleichen sehr jenen von der Moon Anchor Mine. Die Krystalle sind leistenförmig, einige derselben sind sehr dünn und auf Spalten eines, wie es scheint, andesitischen Nebengesteins aufgewachsen und begleitet von Quarz und Flussspath. Viele Krystalle sind stark gebogen und rissig. Obgleich sehr viel Calaverit auf den Stufen sass, wurde doch nur ein Krystall gefunden, welcher einige Möglichkeit des Messens zu bieten schien. Das

Ende des Krystalles wurde losgelöst und mass etwa 1 mm in der Länge und 0,6 auf 0,15 mm im Querschnitte. Trotz dieser Kleinheit waren die Reflexbilder vorzüglich, so dass dieser Krystall als der beste der von uns untersuchten bezeichnet werden kann. Ohne das

Fig. 20.



zweikreisige Goniometer wäre es wohl fast unmöglich gewesen, mehr als einige Winkel dieses winzigen Kryställchens zu messen, was beim zweikreisigen Goniometer keine Schwierigkeiten hat. Zusammen wurden 17 Formen an diesem Krystalle beobachtet, welche einen Querschnitt von kaum der Grösse eines Bindestriches einnehmen. Der Krystall, welcher von allen am symmetrischsten entwickelt ist, ist in idealer Symmetrie in Fig. 20 dargestellt. Das Klinopinakoid $b(010)$ ist vorhanden, und die monokline Symmetrie festgestellt durch das paarweise Auftreten der Formen m , o , p , f und s , welche zu beiden Seiten von (010) beinahe identische Winkel bilden. Die Liste der gemessenen und berechneten Winkel ist folgende:

Symbole:	Beobachtet.		Berechnet.	
	Vertical:	Horizontal:	Vertical:	Horizontal:
$b\{010\}$	$0^{\circ} 0'$	$0^{\circ} 0'$	$0^{\circ} 0'$	$0^{\circ} 0'$
$m\{110\}$	0 0	34 32	0 0	34 $30\frac{1}{2}$
$m\{\bar{1}\bar{1}0\}$	0 0	34 32	—	34 $30\frac{1}{2}$
$o\{13.22.10\}$	47 10	28 12	47 $30\frac{1}{2}$	28 18
$o\{\bar{1}\bar{3}.22.\bar{1}\bar{0}\}$	—	28 2	—	28 18
$p\{111\}$	54 57	47 8	54 48	46 $54\frac{1}{2}$
$p\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$	—	46 44	—	46 $54\frac{1}{2}$
$f\{112\}$	70 24	64 37	70 29	64 40
$f\{\bar{1}\bar{1}\bar{2}\}$	—	64 36	—	64 40
$g\{4.7.10\}$	73 53	52 46	74 7	52 22
$v\{2.11.10\}$	82 17	38 25	81 48	38 44
$k\{\bar{1}\bar{0}.32.21\}$	108 27	34 3	108 18	34 6
$u\{\bar{1}\bar{1}.18.10\}$	127 24	30 52	127 32	34 28
$u\{11.18.\bar{1}\bar{0}\}$	—	34 0	—	34 28
$x\{\bar{1}\bar{1}.20.6\}$	143 52	22 36	142 4	23 5
$s\{\bar{1}\bar{1}.62.6\}$	143 52	7 52	142 4	7 50
$s\{11.62.\bar{6}\}$	—	8 0	—	7 50
$B_1\{17.0.2\}$	9 26	90 0	9 30	90 0
$B_1\{\bar{1}\bar{7}.0.\bar{2}\}$	9 45	90 0	9 30	90 0
$D\{304\}$	63 38	90 0	62 4	90 0
$H\{5.0.11\}$	72 11	90 0	71 36	90 0
$I\{2.0.11\}$	82 25	90 0	82 25	90 0
$P\{\bar{1}\bar{1}.0.2\}$	165 58	90 0	165 28	90 0
$P\{11.0.\bar{2}\}$	165 26	90 0	165 28	90 0

Die meisten der beobachteten Formen, *b*, *m*, *o*, *p*, *v*, *u*, *x* und *s*, sind identisch mit jenen der vorausbeschriebenen Vorkommen. Von den neuen Formen *f*, *g* und *k* fallen die zwei ersteren in eine Zone mit *D*{304} und *v*{2.11.10}, zu welcher Zone auch *t*{13.20.4} gehört (vergl. die stereographische Projection S. 448). Die Formen *s* und *B*₁ sind etwas unsicher, sie können sein *σ*{2.10.1} und *B*{801}, vergleiche Seite 439. {11.62.5}, {110} und {17.0.2} liegen in einer Zone, ebenso {2.10.1}, {110} und {801}.

Vorkommen Nr. 5 besteht aus den Krystallen der Prince Albert Mine, welche uns Herr Hillebrand zur Verfügung stellte und welche bereits zu unserer früheren Untersuchung über diesen Gegenstand gedient haben. Die Krystalle haben einen mittleren Durchmesser von $\frac{1}{3}$ bis 1 mm und 2 mm Länge. Die meisten derselben sind verzwillingt nach einem Gesetz, das später beschrieben werden soll. Nur drei derselben, welche keinerlei Anzeichen von Zwillingbildung zeigen, sind in Fig. 21 bis 23 abgebildet. Fig. 21 repräsentirt eine linksseitige Endigung, die andere rechtsseitige Enden. Einer,

Fig. 21.

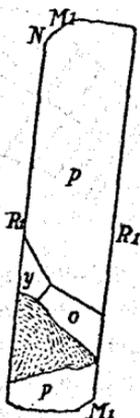


Fig. 22.

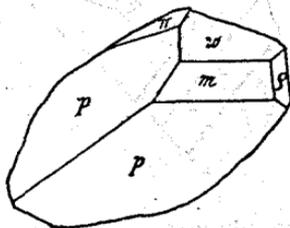


Fig. 23.

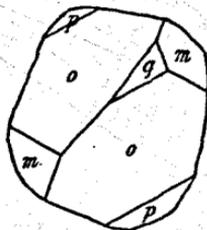


Fig. 23, ist doppelendig, gleichartige Flächen an beiden Enden der Symmetrieaxe zeigend. Die vorherrschenden Formen sind dieselben wie an den übrigen Vorkommen. Die neuen Formen π und q sind jede repräsentirt durch eine einzige schmale Fläche. Die Symbole der Formen, die berechnet und gemessenen Winkel sind aus nachstehender Liste ersichtlich.

Symbole:	Beobachtet.		Berechnet.		n-mal beob.: n = 3
	Vertical:	Horizontal:	Vertical:	Horizontal:	
<i>m</i> {110}	0° 0'	—	0° 0'	31° 30½'	1
<i>q</i> {11.29.5}	34 59	15 58	32 52	15 30½	1
<i>o</i> {13.22.10}	47 3	28 4	47 30½	28 18	3
<i>p</i> {111}	54 50	46 50	54 48	46 54½	6
π {22.18.27}	59 56	56 10	60 5	56 31	1
<i>y</i> {296}	76 35	30 35	76 38	30 51	1
<i>q</i> {11.21.2}	176 32	52 45	176 18	52 9	1

Zwillinge. Zwei Zwillingsgesetze wurden bestimmt, nämlich:

1. Die Zwillingsebene liegt in der Orthodomenezone unter 90° zu (101) ,
2. die Zwillingsebene ist das Orthodoma (101) .

In Uebereinstimmung mit diesen beiden Gesetzen sind die Symmetrieaxe und die Lage der p -Flächen dieselbe, sowohl für die normale als für die Zwillingposition. Ausserdem wurden Penetrationszwillinge beobachtet, deren Symmetrieaxen oder gestreifte Zonen unter einem Winkel von etwa 90° gekreuzt erscheinen; doch wurde kein Krystall aufgefunden, welcher hinlänglich genaue Messungen gestattet hätte, um das Zwillingsgesetz exact zu bestimmen.

Das erste Zwillingsgesetz wurde nur an Krystallen von der Prince Albert Mine (Vorkommen 5) aufgefunden. Der Zwilling besteht zum Theil aus zwei mit der Zwillingfläche aneinandergelagerten Individuen, zum Theil aus Zwillinglamellen, die sich als eine Reihe von Streifen zu erkennen geben, welche die Endflächen unter einem rechten Winkel zu den Durch-

Fig. 24.

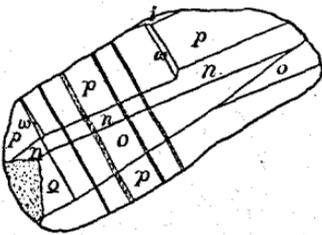


Fig. 25.

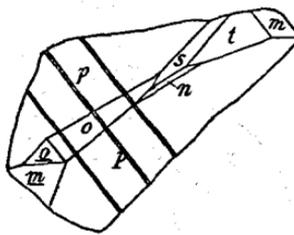
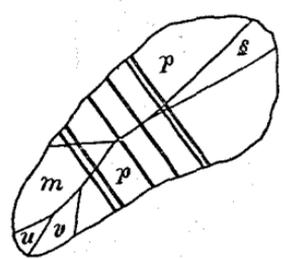
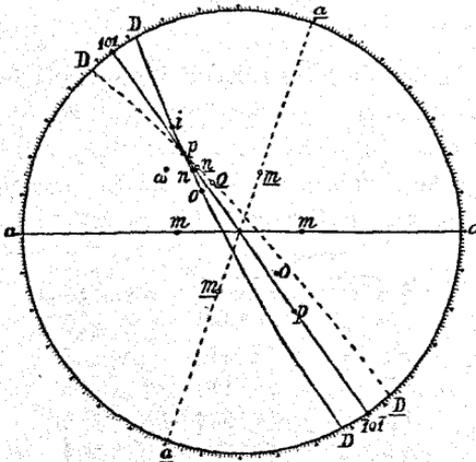


Fig. 26.



schnitten zweier p -Flächen durchkreuzen. Fig. 24 bis 26 repräsentiren drei Exemplare, welche diese Art der Zwillingbildung illustriren; die Figuren zeigen zwar die Zwillingbildung überhaupt nicht deutlich genug, doch ist es fraglich, ob eine andere Art der Abbildung besser für diesen Zweck geeignet sei. Die stereographische Projection Fig. 27 macht die Verhältnisse klarer. Der Durchmesser des durch (101) , $(\bar{1}0\bar{1})$ und den Pol p gehenden Kreises repräsentirt die Zwillingsebene, und symmetrisch auf jeder Seite von ihr sind die Pole von den zwei n - und zwei o -Flächen, welche kleine Winkel miteinander bilden. Die Pole der vier m -Flächen, zwei in normaler und zwei in Zwillingstellung, dienen dazu, die Orientirung klar zu machen.

Fig. 27.



in normaler und zwei in Zwillingstellung, dienen dazu, die Orientirung klar zu machen.

in normaler und zwei in Zwillingstellung, dienen dazu, die Orientirung klar zu machen.

In Fig. 24 sind die Flächen des oberen rechtsseitigen Antheiles in normaler Position, ausgenommen die gelegentlich durchkreuzenden Zwillinglamellen, wie sie die Streifung andeuten. Die Flächen *n* und *o* unten und zur Linken sind in Zwillingstellung und bilden einspringende Winkel mit den correspondirenden Flächen des normalen Krystalles. Die zwei *p*-Flächen sind beiden Individuen gemeinsam. Die Winkel *n*:*n* und *o*:*o* gemessen über die Zwillingsebene sind:

	Gemessen:	Berechnet:
<i>n</i> : <i>n</i> =	3° 21'	3° 44'
<i>o</i> : <i>o</i> =	7 2	6 54

Die Form ω wurde nur an diesem Krystalle beobachtet, als eine sehr schmale, etwas spitz zulaufende Fläche, welche *p* durchschneidet und gegen eine Zwillinglamelle verschwindet. Die gemessenen und berechneten Winkel dieses Krystalles sind die folgenden.

Symbole:	Beobachtet.		Berechnet.	
	Vertical:	Horizontal:	Vertical:	Horizontal:
<i>p</i> {111}	54° 48'	46° 50'	54° 48'	46° 54½'
<i>p</i> {111}	54 48	46 50	54 48	46 54½
<i>n</i> {11.14.10}	52 41	38 34	52 42	38 17½
<i>n</i> des Zwillings	57 40	38 34	57 24	38 17½
<i>o</i> {13.22.10}	47 26	28 6	47 30½	28 18
<i>o</i> des Zwillings	62 0	28 2	62 5	28 18
ω {20.15.12}	40 16	47 12	40 26	47 8
<i>i</i> {10.7.11}	57 5	58 4	57 18	58 29

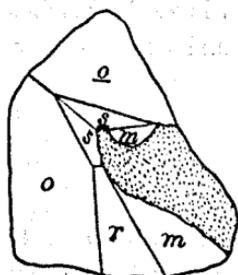
An dem in Fig. 25 dargestellten Krystalle sind nur die schmalen *o*- und *m*-Flächen zur Linken in Zwillingstellung, die *o*-Flächen bilden einen einspringenden Winkel mit der Zwillingsebene. Einige wenige Winkel dieses Krystalles sind die folgenden.

Symbole:	Beobachtet:		Berechnet:	
	Vertical:	Horizontal:	Vertical:	Horizontal:
<i>p</i> {111}	54° 50'	46° 47'	54° 48'	46° 54½'
<i>p</i> {111}	54 50	46 47	54 48	46 54½
<i>o</i> {13.22.10}	47 6	28 5	47 30½	28 18
<i>o</i> des Zwillings	62 28	28 5	62 5	28 18
<i>m</i> {110}	0 0	34 34	0 0	31 30½
<i>m</i> des Zwillings	109 45	31 35	109 35	31 30½

Der Krystall Fig. 26 macht seinem Haupttheile nach den Eindruck eines normalen Individuums, durchschnitten von Zwillinglamellen, wie es die Streifung andeutet. Die mit *s* bezeichnete Form scheint aber eher in Zwillingstellung als in normaler Lage sich zu befinden.

Das zweite Zwillingsgesetz, für welches (101) die Zwillingsebene ist, wurde an zwei Krystallen beobachtet, an einem von der Monument und an einem von der Prince Albert Mine. Sie sind abgebildet in Fig. 28 und 29.

Fig. 28.



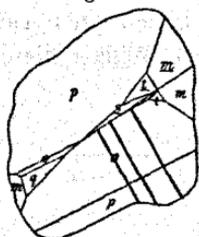
Im ersteren Krystalle (Fig. 28) befinden sich die Flächen o , m , und Theile von s oben in Zwillingstellung. Die Zwillingsebene trennt die beiden o -Flächen, verläuft über s und verschwindet in dem Theile, wo die Krystallisation gestört wurde (in der Figur punktiert). Die m -Flächen bilden einen einspringenden Winkel. Die s -Flächen in normaler und in Zwillingstellung fallen beinahe zusammen, indem sie zufolge der Berechnung nur einen Winkel von $0^{\circ}44'$ miteinander bilden, die s -Fläche war an diesem Krystalle

keine sehr gute. Die Winkel sind:

Symbole:	Beobachtet:		Berechnet:	
	Vertical:	Horizontal:	Vertical:	Horizontal:
$m\{1\bar{1}0\}$	$0^{\circ} 0'$	$30^{\circ}52'$	$0^{\circ} 0'$	$31^{\circ}30\frac{1}{2}'$
m des Zwillings	70 33	31 37	70 26	$31^{\circ}30\frac{1}{2}'$
$o\{1\bar{3}.2\bar{2}.10\}$	47 3	28 43	$47^{\circ}30\frac{1}{2}'$	28 48
o des Zwillings	117 40	28 43	117 56	28 48
$r\{10.\bar{4}\bar{4}.1\bar{5}\}$	113 59	18 34	114 54	$18^{\circ}40\frac{1}{2}'$
s des Zwillings(?)	146 32	8 8	147 20	7 50

Der Krystall aus der Prince Albert Mine, Fig. 29, zeigt beide Zwillingsgesetze vereinigt. Das erste Gesetz ist angedeutet durch Zwillinglamellen,

Fig. 29.



Das erste Gesetz ist angedeutet durch Zwillinglamellen, welche den oberen Theil des Krystalles durchsetzen. Die Flächen in dem unteren linksseitigen Theile der Figur können als zu einem einfachen Individuum in normaler Stellung gehörig betrachtet werden. Die beiden m -Flächen zur Rechten liegen längs der Zwillingsebene, welche letztere auch noch ein Stückchen über s zu laufen scheint und dann verschwindet. Der auspringende Winkel der beiden m -Flächen, gemessen über die Zwillingsebene, beträgt $35^{\circ}2'$, berechnet

$35^{\circ}4'$. Die Winkel sind

Symbole:	Beobachtet:		Berechnet:	
	Vertical:	Horizontal:	Vertical:	Horizontal:
$m\{110\}$	$0^{\circ} 0'$	$31^{\circ}39'$	$0^{\circ} 0'$	$31^{\circ}30\frac{1}{2}'$
m des Zwillings	109 41	31 40	109 38	$31^{\circ}30\frac{1}{2}'$
$t\{1\bar{3}.20.\bar{4}\}$	24 14	23 49	$23^{\circ}38\frac{1}{2}'$	$23^{\circ}32\frac{1}{2}'$
t des Zwillings	86 4	23 34	85 57	$23^{\circ}32\frac{1}{2}'$
$o\{1\bar{3}.2\bar{2}.10\}$	47 14	28 41	$47^{\circ}30\frac{1}{2}'$	28 48

Symbole:	Beobachtet.		Berechnet.	
	Vertical:	Horizontal:	Vertical:	Horizontal:
$p \{111\}$	$54^{\circ}49'$	$46^{\circ}49'$	$54^{\circ}48'$	$46^{\circ}54\frac{1}{2}'$
$q \{11.29.5\}$	$32 \quad 9$	$15 \quad 21$	$32 \quad 52$	$15 \quad 30\frac{1}{2}$
s des Zwillinges	$147 \quad 4$	$7 \quad 52$	$147 \quad 20$	$7 \quad 50$

Insoweit als die Winkel des Krystalles in Betracht kommen, kann das zweite Gesetz (Zwillingsebene (101)) als allein genügend betrachtet werden, die beiden Arten des Zwillinges zu erklären. Anstatt des ersten Gesetzes, wie es S. 442 definirt wurde, kann alsdann gesagt werden, dass die Krystalle nach (101) verzwillingt, aber miteinander verwachsen sind nach einer Zusammensetzungsfläche rechtwinkelig zur Zwillingsebene. Da wir in Fig. 29 eine Combination der beiden Arten Zwillinge vor uns haben, so schien es am einfachsten, die Erklärung nach beiden Gesetzen anzunehmen.

Uebersicht. Die in den Winkeltabellen enthaltenen Angaben sind wohl hinreichend, um darzuthun, dass an den Calaveritkrystallen gewisse Flächen mit solcher Constanz ihrer Winkel wiederkehren, dass sie nicht in irgend einer Art zufällig sein können. Unter allen sind keine häufiger und ausgesprochener in ihrer Entwicklung, als die mit $m\{110\}$ und $p\{111\}$ bezeichneten, ausserdem vielleicht auch noch $o\{13.22.10\}$. Wenn es angenommen wird, dass $m\{110\}$ und $p\{111\}$ zu Fundamentalformen gewählt werden, dann können die krystallographischen Beziehungen zwischen Calaverit und Sylvanit in folgender Weise ausgesprochen werden: Beide zeigen sehr nahe Beziehungen, nicht allein in chemischer Zusammensetzung, sondern auch in ihren Axenverhältnissen und der Axenneigung β . Beide krystallisiren monoklin und beide haben das Doma (101) als Zwillingsebene. Der Calaverit differirt vom Sylvanit dadurch, dass er keine ausgesprochene Spaltbarkeit nach dem Klinopinakoid besitzt und mit wenigen Ausnahmen ganz abweichende Formen zeigt, von denen die meisten mit ungewöhnlich complicirten Indices bezeichnet werden müssen.

Die Symbole, welche wir den Formen des Calaverits gegeben haben, sind diejenigen, welche den Resultaten unserer Messungen am nächsten kommen. Niemand wird es wohl mehr fühlen als wir selbst, dass viele der Symbole dermassen complicirt sind, als dass man sie wirklich für möglich halten sollte. Andererseits aber fanden wir keinen Ausweg dieselben so zu vereinfachen, ohne dass grössere Abweichungen in den Winkelwerthen entstünden, als der Charakter der Reflexe rechtfertigen würde. Es ist wahrscheinlich, dass einige dieser Symbole einer Revision bedürfen und geändert werden müssen. Die Krystalle, welche uns zu unserer Untersuchung vorlagen, sind derart, dass man dieselben als gut bezeichnen kann, obgleich dieselben nicht die allerbesten sind. Ausserdem müssen wir noch bemerken, dass wir alle in unserem Besitz befindlichen Krystalle studirt haben und alle

Resultate, nicht bloss eine Auswahl besserer Werthe gegeben haben. Stünde für die Auswahl von Krystallen eine noch grössere Anzahl von Vorkommen zur Verfügung, so wäre es ja wahrscheinlich, dass einige ausnahmsweise gute Krystalle gefunden werden könnten, von welchen exactere und zuverlässigere Messungen gewonnen werden könnten. Eine sorgfältige Untersuchung solcher Krystalle würde vom grössten Werthe sein, da die Richtigkeit der complicirten Symbole, welche wir aus unseren Messungen abgeleitet haben, einer Bestätigung bedarf. Eine ganz besonders bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der von uns gegebenen Symbole ist, dass in ihnen die Zahl 41 oder mehrfache derselben so häufig erscheinen, obgleich die Bedeutung dieser Erscheinung, wenn eine vorhanden ist, nicht klar liegt.

Es wäre möglich, dass bei Annahme einer anderen Orientirung eine Vereinfachung der Symbole sich erzielen liesse, indessen scheinen die Chancen hierfür nicht sehr viel versprechend, da jede Aenderung in der Orientirung auch die augenscheinliche Aehnlichkeit in der Krystallisation zwischen dem Calaverit und Sylvanit, wie wir sie Seite 432 dargethan haben, verwischen müsste.

In einer neueren Nummer der »Nature«¹⁾ wurde mitgetheilt, dass Herr G. F. Herb. Smith Krystalle von Calaverit in der mineralogischen Gesellschaft zu London besprochen und dieselben als »triklin beschrieben hatte, aber mit pseudomonoklinem Charakter infolge von Zwillingbildung nach einer Axe \parallel der orthodiagonalen Zone«. Wir setzten uns darauf hin mit Herrn Smith in's Benehmen und sandten ihm die Resultate unserer Untersuchung, und er sandte uns in seiner Antwort gütigst einen kurzen Auszug der Ergebnisse seiner Arbeit.

Er gedenkt demnächst seine Resultate zu publiciren, und wir werden nicht ermangeln, auf seine Publication zurückzukommen. Es möge nur noch bemerkt werden, dass er in seinem dreikreisigen, vor nicht langer Zeit beschriebenen²⁾ Goniometer ein Instrument besitzt, das in ganz besonderer Weise geeignet ist, solche complicirte Krystalle wie Calaverit zu studiren, da es mittelst desselben möglich ist, Zonenbeziehungen aufzufinden, die sich sonst der Entdeckung entziehen. Das Studium derselben führte ihn dazu, den meisten der Flächen einfache Symbole zu geben, nöthigen ihn aber zu der Annahme der triklinen Symmetrie und specieller Zwillingbildung. Soweit die Winkel und die Vertheilung der Flächen in Betracht kommen, erfüllen sowohl seine Krystalle gleich den unseren die Bedingungen monokliner Symmetrie. Wir führen Folgendes aus seinem Briefe an: »Unless, however, the crystals are regarded as triclinic twins it is impossible to obtain simple indices. This, I allow, is the only agreement in favor of this view; there

1) 1904, 63, 555.

2) Diese Zeitschr. 32, 209.

are no reëntrant angles. I do not know as I will persuade any one to share this view. If the crystals are twinned there must be extraordinarily intimate penetration.<

Das Problem mag sich vielleicht folgendermassen lösen: Entweder in der Annahme monokliner Symmetrie (welche die Krystalle augenscheinlich besitzen) mit complicirten Symbolen oder aber trikliner Symmetrie, völlig versteckt durch Zwillingsbildung und daraus sich ergebender pseudomonokliner Symmetrie, mit einfachen Indices.

Nachdem die vorliegende Abhandlung fast völlig fertig war, hörten wir, dass Palache in Cambridge und Moses in New York ebenfalls mit dem Studium der Calaveritkrystalle beschäftigt sind. Beide haben mit wenigen Ausnahmen dieselben Formen wie wir gefunden, und einige ihrer Krystalle sind noch weit complicirter. Es steht zu erwarten, dass ihre Resultate baldigst veröffentlicht werden.

Wir beanspruchen nicht, durch die in dieser Arbeit mitgetheilten Resultate eine Erklärung der Krystallisation des Calaverit geliefert zu haben. Wir haben sie mehr als eine Anhäufung von Thatsachen mitgetheilt, welche uns in den Stand gesetzt haben, die Krystalle abzubilden und bis zu einem gewissen Grade zu beschreiben, sowie die grosse Uebereinstimmung in den Axenverhältnissen und der Zwillingsbildung des Calaverit und Sylvanit aufzufinden, welche, selbst wenn sie völlig zufällig wäre, sicherlich eine sehr merkwürdige ist. Obgleich unsere Resultate nicht entscheidend und auch nicht völlig befriedigend sind, haben wir sie doch und zwar in solcher Gestalt mitgetheilt, dass Andere von denselben Gebrauch machen können, um irgend eine Erklärung der Krystallisation dieses bemerkenswerthen Mineralen zu finden. Um eine bequemere Beziehung zu ermöglichen, haben wir im Nachstehenden alle beobachteten Formen in Verbindung mit ihren berechneten zweikreisigen Winkeln zusammengestellt; eine stereographische Projection mit (040) als Centrum, Fig. 30 S. 448, wurde ebenfalls beigefügt, welche eine Uebersicht über die Vertheilung der Flächen und die wenigen beobachteten Zonenbeziehungen giebt.

Endflächen.

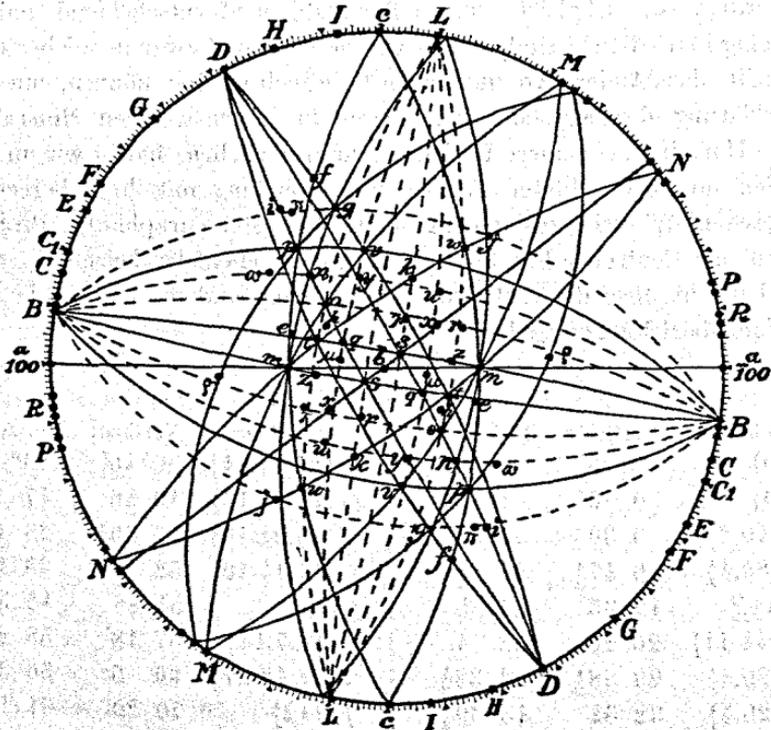
Symbole:	Vertical:	Horizontal:	Symbole:	Vertical:	Horizontal:
$b\{010\}$	$0^{\circ} 0'$	$0^{\circ} 0'$	$h\{21.37.11\}$	$36^{\circ} 40'$	$23^{\circ} 30\frac{1}{2}'$
$m\{110\}$	$0 0$	$34 30\frac{1}{2}$	$\omega\{20.45.12\}$	$40 26$	$47 8$
$f\{17.40.2\}$	$9 30$	$44 48\frac{1}{2}$	$o\{13.22.10\}$	$47 30\frac{1}{2}$	$28 18$
$\mu\{33.80.4\}$	$9 47\frac{1}{2}$	$44 24$	$n\{11.14.10\}$	$52 12$	$38 17\frac{1}{2}$
$e\{441\}?$	$19 35$	$33 5$	$p\{111\}$	$54 48$	$46 54\frac{1}{2}$
$\{42.44.11\}$	$20 26$	$32 1$	$i\{10.7.11\}$	$57 18$	$58 29$
$t\{13.20.4\}$	$23 38\frac{1}{2}$	$23 32\frac{1}{2}$	$\pi\{22.18.27\}$	$60 5$	$56 34$
$q\{11.29.5\}$	$32 52$	$45 30\frac{1}{2}$	$f\{112\}$	$70 29$	$61 40$

Symbole:	Vertical:	Horizontal:	Symbole:	Vertical:	Horizontal:
$g_1\{10.15.22\}$	$71^{\circ}36'$	$52^{\circ}38'$	$j\{756\}$	$129^{\circ}14\frac{1}{2}'$	$53^{\circ}34'$
$g\{4.7.10\}$	74 7	52 22	$x\{11.20.6\}$	142 4	23 5
$y\{296\}$	76 38	30 54	$s\{11.62.6\}$	142 4	7 50
$v\{2.11.10\}$	81 48	$38\ 43\frac{1}{2}$	$s_1\{2.11.1\}?$	144 28	7 47
$k\{10.32.21\}$	108 18	31 6	$\sigma\{2.10.1\}?$	144 28	8 33
$r\{10.44.15\}$	114 54	$18\ 10\frac{1}{2}$	$\tau\{31.38.11\}$	153 8	29 14
$w\{111\}$	124 55	$46\ 48\frac{1}{2}$	$z\{15.22.1\}$	174 34	22 46
$u\{11.18.10\}$	127 32	31 28	$\rho\{11.21.2\}$	176 18	52 9

Formen in der Zone (100):(001).

Symbole:	Vertical:	Symbole:	Vertical:	Symbole:	Vertical:
$a\{100\}$	$0^{\circ}\ 0'$	$G\{13.0.10\}$	$47^{\circ}30\frac{1}{2}'$	$N_1\{11.0.6\}$	$142^{\circ}\ 4'$
$B_2\{901\}$	8 $59\frac{1}{2}$	$D\{304\}$	62 4	$N\{201\}$	144 28
$B_1\{17.0.2\}$	9 30	$H\{5.0.11\}$	71 36	$N_2\{21.0.11\}$	146 47
$B\{801\}$	10 $5\frac{1}{2}$	$I\{2.0.11\}$	82 25	$P\{11.0.2\}$	165 28
$B_3\{75.0.11\}$	11 48	$c\{001\}$	$89\ 47\frac{1}{2}$	$P_1\{25.0.4\}$	167 9
$C\{501\}$	$15\ 53\frac{1}{2}$	$L\{104\}$	99 45	$R\{901\}$	171 0
$C_1\{401\}$	19 35	$M_1\{9.0.10\}$	122 8	$R_1\{11.0.1\}$	172 34
$E\{11.0.4\}$	27 21	$M\{101\}$	124 55	$R_2\{15.0.1\}$	174 35
$F\{11.0.5\}$	32 52	$M_2\{11.0.10\}$	127 32		

Fig. 30.



Sehr viel Zeit wurde auf das Studium der Zonenverhältnisse des Calaverit aufgewendet. Die Resultate sind aus Fig. 30 zu ersehen und können wie folgt zusammengefasst werden:

1. $D(304)$, $i(10.7.11)$, $p(111)$, $n(11.14.10)$, $o(13.22.10)$, $q(11.29.5)$ und $s(11.62.6)$. Symbol der Zone $[\bar{4}13]$. Dieses ist die wichtigste Zone und beinahe die einzige, welche bei oberflächlicher Untersuchung der Krystalle zu erkennen ist. Ein mögliches einfacheres Symbol für s ist $(2.11.1)$ ebenfalls in dieser Zone, aber die meisten der Messungen führen auf das complicirtere Symbol.

2. $D(304)$, $f(112)$, $g(4.7.10)$, $v(2.11.10)$ und $t(\bar{1}3.20.4)$. Symbol der Zone $[4\bar{2}3]$.

3. $c(004)$, $f(112)$, $p(111)$ und $w(11\bar{1})$. Symbol der Zone $[\bar{1}10]$.

4. $m(110)$, $K(\bar{1}0.32.21)$, $w(\bar{1}11)$, $j(\bar{7}56)$ und $N(201)$. Symbol der Zone $[1\bar{1}2]$.

5. $N(\bar{1}04)$, $g(4.7.10)$, $p(111)$ und $q(44.24.2)$. Symbol der Zone $[1\bar{2}1]$.

6. $m(110)$, $n(11.14.10)$ und $g(4.7.10)$. Symbol der Zone $[10.\bar{1}0.3]$.

7. $m(110)$, $o(13.22.10)$, $v(2.11.10)$ und $M_1(\bar{9}.0.10)$. Symbol der Zone $[10.\bar{1}0.9]$.

8. $B(804)$, $g(11.29.5)$, $\sigma(2.10.1)$ und $m(\bar{1}10)$. Symbol der Zone $[11\bar{8}]$.

9. $B_1(17.0.2)$, $s(11.62.6)$ und $m(\bar{1}10)$. Symbol der Zone $[2.2.\bar{1}7]$.

10. $B_2(904)$, $p(111)$ und $v(2.11.10)$. Symbol der Zone $[1.8.\bar{9}]$.

11. $b(010)$, $s(\bar{1}1.62.6)$, $x(\bar{1}1.20.6)$ und $N_1(\bar{1}1.0.6)$. Dieses ist der einzige Fall, in welchem zwei pyramidale Formen in einer Zone zwischen b und einer Fläche in der gestreiften Zone beobachtet wurden. Sonst ist es nur ganz ungewöhnlich, eine Form in der gestreiften Zone zu finden, welche denselben Verticalkreiswinkel hat wie die Pyramide.

Ausserdem existiren, was noch hinzugefügt werden soll, eine Anzahl von Annäherungen an Zonen, von welchen einige in Fig. 30 angedeutet sind durch gestrichelte grösste Kreise. Diese sind von (904) und $(\bar{1}04)$ aus gezogen, und obgleich eine wahrscheinliche Zonenbeziehung durch die Projection angedeutet erscheint, so entsprechen die den Formen gegebenen Symbole doch nicht genau der Zongleichung, und jene Beziehungen deuten auch keine möglichen Aenderungen an, welche zu grösserer Einfachheit der Symbole führen würden.

Chemische Beziehungen von Sylvanit und Calaverit.

Beide Mineralien entsprechen der allgemeinen Formel $(Au, Ag)Te_2$, in welcher Silber isomorph mit Gold ist. Im Sylvanit ist das Verhältniss von Gold zu Silber nahezu 1:1, so dass die Formel $AuAgTe_4$ geschrieben werden kann. Der von dieser Formel geforderte Procentgehalt wäre 43,4, während die veröffentlichten Analysen von 44,50 bis 43,86% zeigen. Eine Analyse

eines Sylvanits vom Cripple Creek lieferte Palache¹⁾ 12,49% und ein Verhältniss $Au:Ag = 1:0,87$. Da die meisten Analysen des Sylvanits weniger als 12% Silber liefern, so ist ihre Uebereinstimmung mit der Formel $AuAgTe_4$ nur eine approximative. Andererseits ist der Calaverit beinahe reines Goldtellurid, obgleich auch er stets etwas Silber enthält, zuweilen, wie die Analysen zeigen, bis zu 3,5%. Obgleich nun chemisch keine sehr grosse Differenz zwischen Calaverit mit 3,5% Ag und Sylvanit mit 11,5% besteht, so ist doch die Tendenz nicht zu verkennen, für den Sylvanit, sich der Formel $AuAgTe_4$, für den Calaverit, sich der Formel $AuTe_2$ zu nähern. So kann vom chemischen Standpunkte allein der Calaverit als eine eigene Mineralspecies betrachtet werden. Die Beziehung zwischen den beiden Mineralien ist analog jener, welche zwischen Calcit und Dolomit besteht, und wie die letzteren in enger krystallographischer Beziehung zu einander stehen, so sind ebenso Calaverit und Sylvanit nahe verwandt, wie die Aehnlichkeit der Axenverhältnisse und Zwillingsbildung beweist.

Um zwischen Sylvanit und Calaverit zu unterscheiden, mag folgendes Verfahren, welches auf alle von uns untersuchten Vorkommen angewendet wurde, empfohlen sein. Das gepulverte Mineral wird in einem Probirrohre von concentrirter Salpetersäure rasch oxydirt, Silber und Tellur gehen in Lösung, während Gold zurückbleibt. Die klare Lösung wird in ein anderes Probirrohr übergossen, verdünnt und mit Salzsäure geprüft; entsteht ein reichlicher Niederschlag, so ist das Mineral Sylvanit, ist er schwach oder entsteht nur eine Trübung, so ist es Calaverit. Nach dem Auswaschen des Goldes durch Decantation kann man dasselbe mit einigen Tropfen Königswasser lösen, was eine völlige Trennung von Au und Ag anzeigt.

Bestimmungen des specifischen Gewichtes, sowie quantitative Bestimmungen von Au und Ag wurden an dem Minerale von der Monument Mine und von der unbenannten Cripple Creek Mine, bezeichnet als Vorkommen Nr. 2, ausgeführt. Vom Material des erstgenannten Fundortes wurde ein einziges Fragment von 0,7729 gr angewendet, während vom zweiten 1,2532 gr zur Verfügung standen. Das specifische Gewicht wurde sorgfältigst mit der chemischen Waage ermittelt. Die Resultate sind (Penfield):

	Monument Mine:		Vorkommen Nr. 2:		Berechnet
Spec. Gew.	9,328	Atomverh.	9,388	Atomverh.	für $AuTe_2$
Au	40,99	0,209	42,77	0,217	44,03
Ag	1,74	0,016	0,40	0,004	—
Te	[57,25]	0,458	[56,75]	0,455	55,97
Gangart	0,02		0,08		—
	100,00		100,00		100,00

Das Verhältniss von $(Au + Ag):Te$ in beiden Analysen ist 0,98 : 2,00

1) Diese Zeitschr. 34, 542.

oder sehr nahe 1 : 2. Das zweite Vorkommen ist fast reines Goldtellurid; der Silbergehalt 0,4 % ist der geringste in allen bisher publicirten Calaveritanalysen. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab eine nur um wenige Zehntel höhere Zahl, als gewöhnlich angegeben wird, die Zahl muss aber in Anbetracht der Beschaffenheit des Materiales eine sehr genaue sein. Von den übrigen, von uns krystallographisch untersuchten Vorkommen enthält Nr. 5 von der Prince Albert Mine 3,23 % Ag, wie Hillebrand ermittelte, Nr. 3 und Nr. 4 waren, nach qualitativen Versuchen zu urtheilen, höchst wahrscheinlich gleich dem Material von der Monument Mine.

In all seinen Publicationen beschreibt Genth das Mineral als von bronzegelber Farbe. Dies scheint uns irreführend zu sein, denn obgleich die Krystalle zu Zeiten einen gelblichen Ton haben, sind die besten und glänzendsten derselben silberweiss. Einige der matten Krystalle haben eine Farbe ähnlich angelaufenem Silber.

Es ist schliesslich noch interessant zu bemerken, dass während des Jahres 1900 über 18 Millionen Dollars an Gold aus den Gruben des Bezirkes Cripple Creek gewonnen wurden, und dass wahrscheinlich der grösste Theil dieser Goldmenge aus dem Calaverit stammte.

Sheffield Laboratorium, Yale University, New Haven, Conn.

Juli 1901.