XIII. Ueber das bemerkenswerthe Problem der Entwickelung der Krystallformen des Calaverit.

Von

G. F. Herbert Smith in London.

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

(Hierzu Taf. IV.)

Die Gültigkeit des Haüy'schen Gesetzes der Rationalität der Ableitungscoëfficienten, besser bekannt als das Gesetz der Rationalität der Indices — oder dessen Äquivalent: das Gesetz der Homogenität der Anordnung der kleinsten Partikel in einer krystallinischen Structur — ist bis jetzt niemals ernstlich in Frage gestellt worden. Es zeigen aber nun die Krystalle des Goldtellurids »Calaverit« Verhältnisse, welche allem Anscheine nach mit diesem Gesetz nicht übereinstimmen; soweit mir bekannt, ist eine Schwierigkeit genau von der hier vorliegenden Art bislang noch nicht bekannt geworden [1]). Gewisse Substanzen zeigen allerdings die sogenannten optischen Anomalien, allein diese sind, wie Mallard zuerst nachwies, thatsächlich in strenger Uebereinstimmung mit der wirklichen krystallinischen Anordnung. Beim Calaverit stehen wir einem anders gearteten Problem gegenüber. Betrachten wir hier bloss die morphologische Entwickelung der Flächen, so gelangen wir unmittelbar zu dem Schlusse, dass die Krystalle monokline Symmetrie besitzen. Augenscheinlich ist eine Axe digonaler Symmetrie vorhanden parallel zur Prismenkante, und an vielen Krystallen findet sich auch eine zu dieser Kante senkrechte Fläche; einspringende Winkel [2]), welche die Annahme rechtfertigen würden, dass die Krystalle anders als

1) Tautozonale Flächen mit hohen Indices, aber einfachen gegenseitigen Beziehungen, wie beispielsweise beim Meneghinit, mögen durch eine gleiche Ursache bedingt sein, aber in diesem Falle bieten die gewöhnlichen Flächen überhaupt keinerlei Schwierigkeiten.

2) Einspringende Winkel kommen in der Prismenzone vor, sie sind aber durch den oscillatorischen und gestreiften Charakter der Zone bedingt.

einfacher Natur seien, finden sich nicht, ausgenommen an solchen Individuen, welche zweifelsohne Zwillinge sind. Optische Untersuchung ist wegen der Undurchsichtigkeit nicht möglich. Bestimmen wir nun die Indices der Formen, so finden wir, dass mit Ausnahme einiger weniger, für welche wir bei passender Wahl der Axen und der Parameterfläche nothwendiger Weise einfache Indices erhalten müssen, alle anderen Formen nur äusserst complicirte und gänzlich unbefriedigende Symbole erhalten. Die Anzahl der Formen, welche auch nur angenähert einfache Indices erhalten, ist in der That so gering, dass es kaum glaublich erscheint, dass diese Interpretation der wirklichen Symmetrie des Calaverits angemessen ist. Im Verlaufe der Abhandlung wird es sich zeigen, dass die Flächen Zonenbeziehungen besitzen und in jeder Zone dem Gesetze der einfachen anharmonischen Verhältnisse gehorchen, dass dieselben aber nicht auf ein einfaches Gitter bezogen werden können. Thatsächlich scheinen fünf verschiedene Gitter da zu sein, welche incongruent, aber nicht von einander unabhängig sind. Die genaueren Beziehungen und die mögliche Bedeutung einer so bemerkenswerthen Verbindung sollen weiter unten besprochen werden.

Bis vor ganz kurzer Zeit war über den krystallographischen Charakter des Calaverits nichts bekannt. Der Name wurde von Genth (Am. J. Sc. 1868, ser. 2, **45**, 314) einem derben Goldtellurid von der Stanislaus Mine, Calaveras County, Californien, beigelegt. Das Material vom Cripple Creek, Colorado, welches Hillebrand analysirte, war zum Theil gut krystallisirt, aber die Krystalle waren so klein und so unsymmetrisch entwickelt, dass Penfield[1]), welcher dieselben krystallographisch untersuchte, nicht im Stande war, das Krystallsystem mit Sicherheit zu ermitteln, und nur soviel feststellen konnte, dass dieselben wahrscheinlich triklin seien und in ihren Winkeln und Axenverhältniss dem Sylvanit nahestehen. Seit dieser Zeit ist besseres Material aufgefunden worden, und Penfield und Ford haben kürzlich eine Abhandlung veröffentlicht[2]), in welcher sie den Calaverit in das monokline System verweisen, aber hervorheben, dass die Symbole, welche den meisten Flächen zugelegt werden mussten, unerklärbar hoch sind.

Während der letztvergangenen $2\frac{1}{2}$ Jahre erhielt das British Museum, besonders durch die Bemühungen des Herrn Milton Moss, eine ausgezeichnete Suite Mineralstufen vom Cripple Creek-District in Colorado. Darunter fielen zahreiche gelbe Krystalle auf, welche als Calaverit erkannt wurden. Behufs Feststellung der Identität und des krystallographischen Charakters des Minerals wurde gegen Ende d. J. 1900 eine goniometrische Untersuchung der besten Krystalle begonnen und bis vor wenigen Monaten fort-

1) S. diese Zeitschr. **28**, 321.
2) Diese Zeitschr. 1902, **35**, 430—451.

gesetzt, während welcher Zeit wieder neues Material in meine Hände gelangte. Die vorläufigen Ergebnisse wurden in den Sitzungen der Mineralog. Society am 19. März und 18. Juni 1901 vorgelegt, und eine kurze Besprechung, welche in der »Nature« erschien, veranlasste Penfield, sich mit dem Verf. in Verbindung zu setzen, der ihm in seiner Antwort einen detaillirten Bericht seiner Ergebnisse mittheilte, in Folge dessen Penfield und Ford ihrer Arbeit einen besonderen hierauf bezüglichen Passus beifügten.

Im Verlaufe der Untersuchung wurden an nicht weniger als 49 Krystallen Messungen angestellt, von welchen 19 eigens von den Stufen abpräparirt, 30 aber bereits lose vorhanden waren. Neun Krystalle stammen von einer Stufe, welche aus der Midget Mine, Gold Hill, stammt, einer von einem Stücke von der Doctor Jackpot Mine, Raven Hill, ebenso 15 isolirte Krystalle; vier isolirte Krystalle kamen aus der Victor Mine, Bull Hill, und acht ebensolche Zwillinge von der Elkton Mine, Raven Hill. Die Fundorte der übrigen Exemplare waren auf den Etiketten nicht näher bezeichnet.

26 Individuen können als einfache Krystalle und 23 als Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetze bezeichnet worden. Von den 26 ersteren sind 17 linkshändige und neun rechtshändige im Sinne Penfield's und Ford's. Sie sind begleitet von Quarz, Pyrit, Fluorit und Kaolin und sind an den Stücken meist in die Gangmasse eingebettet. Beiderseits ausgebildete Individuen sind selbstverständlich ausserordentlich selten, nur ein einziges Exemplar, ein Durchkreuzungszwilling, konnte beobachtet werden. In allen anderen Fällen erwiesen sich die am unteren Ende vorkommenden Flächen in Wirklichkeit als zum zweiten Individuum des Zwillings gehörig.

Im frischen Zustande sind die Krystalle von silberweisser Farbe, sie werden aber an der Luft bald tief bronzegelb.

In ihrer Grösse differiren sie beträchtlich, sind aber von ziemlich gleichartigem Aussehen, im Querschnitte entweder schmal oblong oder quadratisch. Die aus der Matrix gewonnenen Krystalle sind alle sehr klein, Querschnitt nur etwa $0,5 \times 0,5$ mm, der kleinste gemessene Krystall hat nur $0,2 \times 0,2$ mm; dagegen sind die isolirten Krystalle sehr viel grösser, einige erreichen eine Länge bis zu 7 mm und eine Breite von 1—5 mm, manche derselben sind skelettartig mit bemerkenswerther Entwickelung der inneren Flächen, welche alle mit den äusseren übereinstimmen. Gar nicht ungewöhnlich sind Grübchen auf einer grösseren Fläche, umsäumt von Flächen, welche der äusseren Form des Krystalles entsprechen. Einige Krystalle, welche äusserlich compact zu sein schienen, erwiesen sich beim Durchbrechen mehr oder weniger hohl.

Der Habitus der Krystalle ist prismatisch, und die Prismenzone ist so stark gestreift parallel ihrer Kante, dass ein bestimmter einfacher Reflex, der auf irgend eine einzelne Fläche deuten würde, nicht auftritt; andererseits geben die Endflächen meist gute, deutliche Reflexe, obgleich viele derselben, selbst an den grossen Krystallen, so winzig sind, dass in dem zu einem schwachen Mikroskop umgewandelten Fernrohre nur ein schwacher Lichtfleck sichtbar wird, aber keine Contour unterscheidbar ist.

Die Figuren sind, wenn auch mit der Absicht, sie repräsentativ zu gestalten, nach wirklichen Krystallen gezeichnet. In den Figg. 1, 2, 4, 5 und 6 (Taf. IV) liegt die Sehlinie parallel der Prismenkante. Der Krystall Fig. 1 hat einen Querschnitt von 3,5 × 0,7 mm und besitzt nicht weniger als 62 Endflächen, welche 42 verschiedene Formen repräsentiren. Beinahe die Hälfte derselben ist so klein, dass es unmöglich war, sie in der Zeichnung wiederzugeben, da nothwendigerweise schon die verhältnissmässige Grösse der schmäleren Flächen in der Figur übertrieben werden musste. Einige Flächen, wie: p, o, q, b, y u. s. w., sind verhältnissmässig gross, jedoch die übrigen, an den Ecken und Kanten der grösseren Flächen gelegenen, sind winzig klein, geben aber trotzdem messbare, wenn auch nur sehr schwache Lichtreflexe. Der in Fig. 2 abgebildete Krystall hat einen Querschnitt von 2,2 × 2,2 mm. Er ist bemerkenswerth wegen der ungewöhnlichen Anzahl bestimmter Flächen mit deutlichen Reflexen in der Prismenzone.

Die Krystalle sind sehr brüchig, zeigen aber keine Spaltbarkeit. Die Zerbrechlichkeit ist so gross, dass viele der isolirten Krystalle in verschiedene Stücke zerbrachen (Fig. 4, 5 und 6).

Zur Untersuchung dieser verwickelten Krystalle wurde das in dieser Zeitschr. **32**, 209—216 beschriebene dreikreisige Goniometer benutzt, welches gestattet, die Zonenverhältnisse der Endflächen durch directe Beobachtung zu bestimmen. Es mag hier noch einmal wiederholt werden, dass bei der Untersuchung nach dieser Methode irgend eine vorherrschende Zone — in unserem Falle die Prismenzone — parallel zu der Axe des dritten Kreises C justirt wird und die Messungen von irgend einem krystallographisch möglichen Pole in der Zone vorgenommen werden, ohne dass es nöthig ist, dass die dem Pole entsprechende Fläche auch vorhanden ist. Für jede Endfläche geben die Ablesungen an den Kreisen A und B, mit der nöthigen Correctur für die Nullablesung, die resp. Polardistanz und das Azimuth. Die von einem solchen Pole gemessenen Azimuthe müssen bei einem einfachen Krystalle dem Gesetze der rationalen anharmonischen Verhältnisse gehorchen; wir haben daher eine bequeme Methode, die Indices irgend einer Endfläche als den Durchschnitt zweier bekannter Zonen zu bestimmen.

Wie schon erwähnt, ist die Prismenzone des Calaverit stets gestreift; dies verhindert jedoch keineswegs eine genaue Justirung ihrer Kante parallel der Axe von C, im Gegentheil es erleichtert dieselbe. Andererseits findet sich keine Fläche, welche einen genügend scharfen Reflex liefert, um unveränderlich als Bezugspol zu dienen, und irgend ein solcher Pol musste bestimmt werden aus dem Schnitt einer Querzone mit der Prismenzone. Günstigerweise fand sich an allen gemessenen Krystallen, mit Ausnahme einiger weniger Durchkreuzungszwillinge, eine wohl entwickelte Zone, welche zum mindesten zwei, meist aber drei oder vier gut entwickelte Flächen enthält, welche helle und deutliche Reflexe geben. Die Einstellung dieser Zone konnte daher mit beträchtlicher Sicherheit vorgenommen werden, und wenn wirklich ein Krystall wiederholt gemessen werden musste, so wurde eine sehr nahe Uebereinstimmung zwischen den beiden Ablesungsreihen erhalten; etwelche Abweichungen wurden meist verursacht durch geringe Abweichungen vom Parallelismus in der Prismenzone, oder, wenn sie in einigen wenigen einzelnen Ablesungen auftraten, durch den Mangel an Schärfe der Reflexbilder. Ist das betreffende Bild nicht stark gestreift, so kann jede Ablesung als auf 5′ genau betrachtet werden, ein Punkt, auf den wir später noch zurückkommen werden. Der Durchschnittspunkt der erwähnten Zone mit der Prismenzone diente nun als Ausgangspol für alle gemessenen Krystalle, mit Ausnahme der erwähnten Zwillinge. Diese Messungen folgen in der Tabelle I (S. 214 ff.).

In dieser Tabelle sind alle an 42 Krystallen gewonnenen Beobachtungen aufgenommen worden und ihr resp. Gewicht bei der Bildung der Mittelwerthe berücksichtigt. Die noch übrig bleibenden sieben ebenfalls gemessenen Krystalle, alles Durchkreuzungszwillinge, besitzen die besondere Querzone nicht hinlänglich entwickelt, um den Bezugspol genau bestimmen zu können. Die aus den Messungen sich ergebende Symmetrie wird später noch besprochen werden; es mag hier nur bemerkt werden, dass die Fundamentalwerthe und die Indices der Formen nach der Methode der kleinsten Quadrate aus den mit einem Stern versehenen Werthen berechnet wurden und zwar unter der Annahme, dass die Symmetrie triklin sei und pseudo-monoklin wird durch Zwillingsbildung nach einer Axe parallel der Kante der Prismenzone. Die Symbole in der ersten Columne geben die Indices, welche die Flächen erhalten, wenn sie auf das Hauptgitter bezogen werden, auf welchem die meisten der grösseren und vorherrschenden Flächen liegen. Viele, welche complexe Indices erhalten, wenn sie auf dieses Gitter bezogen werden, haben einfachere, wenn sie auf ein zweites bezogen werden; diese Werthe sind in der zweiten Columne angegeben. Wie wir noch weiter unten sehen werden, liegen einige wenige, wie Y und μ, welche nicht auf diese beiden Gitter bezogen werden können, auf einem dritten. Die Prismenzone ist allen dreien gemeinsam. Die Constanten des zweiten Gitters sind hergeleitet aus den berechneten Werthen in Tabelle I, jene des dritten Gitters aus den berechneten Werthen der Prismenzone und aus dem mittleren beobachteten Azimuth und Distanz von J, nämlich $90^0\ 0'$ und $105^0\ 11\frac{1}{2}'$.

Tabelle I. **Messungen von e (101) aus.**

	Form			Berechnete Werthe		Beob. Mittelwerthe		Kanten	Beobachtete Grenzen		Bemerkungen. Charakter der Flächen und des Reflexbildes
	T_1	T_2	M_3	Azimuth	Distanz	Azimuth	Distanz		Azimuth	Distanz	
e	101	—	—	0° 0′	0° 0′	0° 0′	0° 1′	33	—	359° 41′ — 0° 30′	Klein; deutlicher Reflex.
e_1	705	—	—	„	7 36½	„	7 35	2	—	7 23 — 7 47	Gestreift.
e_2	302	—	—	„	9 15						
e_3	201	—	—	„	16 8	„	?	—	—	10° — 17°	„
e_4	401	—	—	„	30 57						
e_5	501	—	—	„	34 42	„	?	—	—	30° — 38°	„
a	100	—	—	„	52 18½	„	52 28	42	—	51° 30′ — 53° 9′	Oft gross; einfacher Reflex.
E_{12}	$10.0.\bar{1}$	—	—	„	62 8	„	62 11½	8	—	61 20 — 62 38	Gestreift.
E_{11}	$60\bar{1}$	—	—	„	68 44	„	69 7	42	—	68 15 — 69 58	„
E_{10}	$25.0.\bar{6}$	—	—	„	75 48	„	75 54	3	—	75 42 — 76 11	„
E_9	$11.0.\bar{3}$	—	—	„	78 50½	„	78 41	10	—	78 1 — 79 32	„
E_8	$30\bar{1}$	—	—	„	84 13						
E_7	$50\bar{2}$	—	—	„	89 41	„	?	—	—	84° — 96°	Stark gestreift und oscillirend.
E_6	$20\bar{1}$	—	—	„	96 58½						
E_5	$90\bar{5}$	—	—	„	100 33						
E_4	$70\bar{4}$	—	—	„	101 31	„	101 0	16	—	99° 58′ — 102° 42′	Gestreift.
E_3	$80\bar{7}$	—	—	„	115 40	„	115 20	5	—	114 39 — 115 53	„
E	$10\bar{1}$	—	—	„	119 40½	„	119 19½	24	—	118 11 — 120 6	Deutliche Fläche und Reflex.
E_1	$30\bar{4}$	—	—	„	127 18	„	127 5½	8	—	125 48 — 127 52	Gestreift.
E_2	$10\bar{3}$	—	—	„	141 8½	„	140 28	6	—	140 13 — 140 51	„
c	$00\bar{1}$	—	—	„	152 24	„	152 18	44	—	151 24 — 152 40	Klein; Reflex deutlich.
e_7	$\bar{1}0\bar{2}$	—	—	„	167 44						
e_6	$\bar{7}.0.\bar{1}\bar{2}$	—	—	„	170 0	„	?	—	—	168° — 171°	Gestreift.

η	$21.4.\bar{3}$	—	—	21 19	69 25	21 9	69 18	1	—	—	Klein; Reflex gut.
β	$69.20.\bar{5}$	310	—	31 $28\frac{1}{2}$	65 53	31 38	66 2	2	31°37′, 31°39′	65 59, 66 5	„ Reflexe gut.
χ	310	—	—	36 $30\frac{1}{2}$	61 $33\frac{1}{2}$	36 $32\frac{1}{2}$*	61 40	1	—	—	„ Reflex gut.
γ	$52\bar{1}$	—	—	„	77 $39\frac{1}{2}$	„	77 55	1	—	—	Sehr klein; schwacher Reflex.
σ	$21\bar{1}$	—	—	„	95 56	„	96 1	1	—	—	„ „ „ „
ξ	$32\bar{3}$	—	—	„	113 $6\frac{1}{2}$	„	113 $2\frac{1}{2}$	6	36 20 — 36 42	112 43 — 113 15	Klein; deutl. Refl.
w_1	$11\bar{2}$	—	—	„	126 $51\frac{1}{2}$	—	—	—	—	—	Siehe Tabelle III.
ϱ_1	59.20.5	521	—	39 7	55 32	39 12	55 11	1	—	—	Winzig; schwacher Refl.
ϱ	$49.20.\bar{5}$	210	—	„	71 1	39 9	71 1	12	38 22 — 39 25	70 42 — 71 54	Klein; deutlicher Refl.
Z	$39.20.\overline{15}$	$32\bar{1}$	—	„	89 54	39 12	89 52	2	39 0, 39 24	89 50, 89 54	Sehr klein; schwacher Refl.
K	$29.20.\overline{25}$	$11\bar{1}$	—	„	108 48	39 0	108 45	1	—	—	„ „ „ „
K_1	$19.20.\overline{35}$	$12\bar{3}$	—	„	124 $19\frac{1}{2}$	—	—	—	—	—	Nicht beobachtet; eine mögliche Zwill.-Ebene.
a	521	—	—	46 34	50 22	46 $30\frac{1}{2}$*	50 27	1	46 13 — 46 48	—	Winzig; spärlicher Refl.
ψ	210	—	—	„	66 $31\frac{1}{2}$	„	66 33	9	„ „	66 11 — 66 59	Klein; Reflexe deutlich.
θ	$32\bar{1}$	—	—	„	87 $41\frac{1}{2}$	„	87 $47\frac{1}{2}$	9	„ „	87 20 — 88 7	„ „ „
w	$11\bar{1}$	—	—	„	109 $28\frac{1}{2}$	„	109 $27\frac{1}{2}$	51	„ „	109 11 — 109 48	Gewöhnliche Fläche: gewöhnlich schmal; Reflexe gut.
$\varDelta$	39.29.5	321	—	50 $27\frac{1}{2}$	59 7	50 35	59 $21\frac{1}{2}$	2	50 14 — 50 49	59 18, 59 25	Sehr klein; Reflexe gut.
$\varLambda$	$29.20.\bar{5}$	110	—	„	79 $48\frac{1}{2}$	„	79 27	7	—	79 5 — 79 56	Klein; Reflexe gut.
$\varPsi$	$19.20.\overline{15}$	$12\bar{1}$	—	„	103 25	„	103 35	7	—	103 23 — 103 40	„ „ „
R_3	11.6.3	—	—	55 53	52 20	54 35	52 20	1	—	—	Winzig; Reflex schwach.
R_2	531	—	—	„	58 $6\frac{1}{2}$	„	59 10	1	—	—	„ „ „
R_1	$56\bar{3}$	—	—	„	97 $12\frac{1}{2}$	55 0	96 $26\frac{1}{2}$	5	54 48 — 55 19	96 20 — 96 31	Klein; Reflex gut; Indices unsicher.
R	$23\bar{2}$	—	—	„	105 26	55 55	105 31	1	—	—	Sehr klein; Reflex schwach.
d	321	—	—	61 $30\frac{1}{2}$	53 57	61 $31\frac{1}{2}$*	54 $2\frac{1}{2}$	15	61 12 — 61 50	53 50 — 54 15	Klein; Reflex deutlich.
τ	541	—	—	„	63 55	„	63 15	1	„ „	—	Winzig; Reflex schlecht.

	Form			Berechnete Werthe		Beob. Mittelwerthe		Kanten	Beobachtete Grenzen		Bemerkungen. Charakter der Flächen und des Reflexbildes
	T_1	T_2	M_3	Azimuth	Distanz	Azimuth	Distanz		Azimuth	Distanz	
m	110	—	—	61°30½′	75°54′	61°31½′	75°54′*	63	61°12′— 61°50′	75°29′— 76°25′	Sehr häufig und gross; Reflexe gut.
τ	$34\bar{1}$	—	—	„	89 16½	„	89 34	1	„ „	—	Winzig; Reflex schwach.
u	$12\bar{1}$	—	—	„	102 43	„	102 38½	39	„ „	102 28 —102 56	Gewöhnlich u. ziemlich gross; Reflexe gut.
u_1	$14\bar{3}$	—	—	„	114 53	„	113 10	1	„ „	—	Winzig; Indices zweifelhaft.
M	$01\bar{1}$	—	—	„	125 5	„	125 5	17	„ „	124 54 —125 18	Klein; Reflexe ziemlich gut.
ω	29.20.15	111	—	67 8½	47 10½	67 29½	47 10	8	66 44 — 69 9	46 32 — 47 26	Klein; Reflexe schwach.
x_1	19.20.5	121	—	„	66 52½	„	66 53	2	„ „	66 45, 67 1	Sehr klein; Reflexe schwach.
x	$9.20.\bar{5}$	010	—	„	94 10	„	94 8½	26	„	93 24 — 94 36	Häufig und ziemlich gross; Reflexe gut.
X	$\bar{1}.20.\bar{1}\bar{5}$	$\bar{1}2\bar{1}$	—	„	119 48	„	119 54	3	„ „	119 44 —120 0	Winzig; Reflexe schwach.
Ω	$\bar{1}\bar{1}.20.\bar{2}\bar{5}$	$\bar{1}1\bar{1}$	—	„	137 0½	„	136 55	3	„ „	136 35 —137 15	„ „ „
N_2	471	—	—	72 41	75 56½	72 12	76 13	1	—	—	„ Reflex schlecht.
N_1	370	—	—	„	84 9	73 13	85 8	1	—	—	„ „ „
N	$\bar{4}7\bar{7}$	—	—	„	133 1½	72 55	133 30	1	—	—	„ „ „
i	323	—	—	82 6½	32 14	82 7½	32 14½	13	81 30 — 82 40	32 3 — 32 40	Klein; Reflex gering.
p	111	—	—	„	43 38½	„	43 39*	76	„ „	43 17 — 44 2	Sehr häufig und gross; Reflexe gut.
n	343	—	—	„	52 3	„	52 5	2	„ „	51 55, 52 15	Klein; Reflexe gut.
o	121	—	—	„	62 55½	„	62 55*	61	„ „	62 11 — 63 43	Sehr häufig und gross; Reflexe gut.
q	141	—	—	„	76 22	„	76 21½*	60	„ „	76 0 — 76 36	Sehr häufig und gross; Reflexe gut.
l	161	—	—	„	81 18½	„	81 14	1	„ „	—	Winzig; Reflex schwach.
b	010	—	—	„	91 30	„	91 30½	57	„ „	91 3 — 92 15	Sehr gewöhnlich und gross; Reflexe meist gut.

L	$\bar{1}6\bar{1}$	—	—	„	101 36	„	101 22	2	„	„	101 16, 101 28	Winzig; Reflexe schwach.
Q	$\bar{1}4\bar{1}$	—	—	„	106 $25\frac{1}{2}$	„	106 $25\frac{1}{2}$	7	„	„	106 12 —106 39	„ „ ziemlich gut.
y	$\bar{1}2\bar{1}$	—	—	„	119 24	„	119 27	20	„	„	119 17 —119 54	Klein; „ „ „
P	$\bar{1}1\bar{1}$	—	—	„	137 45	„	137 45	12	„	„	137 11 —137 53	„ „ „ „
I	$\bar{3}2\bar{3}$	—	—	„	148 36	„	148 30	2	„	„	148 25, 148 35	Winzig; Reflexe schwach.
A	$\bar{5}$.32.3	—	—	87 $50\frac{1}{2}$	90 $9\frac{1}{2}$	87 27	90 26	4	87 18 —	87 40	90 14 — 90 33	„ „ „
Π_2	29.20.35	112	—	89 0	29 21	89 6	29 30	1	88 24 —	90 0	—	„ Reflex schwach.
Π_1	19.20.25	123	—	„	38 $58\frac{1}{2}$	„	39 2	4	„	„	38 42 — 39 12	Klein; Reflexe ziemlich gut.
Π	9.20.15	011	—	„	55 $15\frac{1}{2}$	„	55 $26\frac{1}{2}$	7	„	„	54 47 — 55 37	„ „ „ „
ψ	$\bar{1}$.20.5	$\bar{1}21$	—	„	81 $24\frac{1}{2}$	„	81 38	6	„	„	81 15 — 82 14	Winzig; „ schwach.
λ	$\overline{11}$.20.$\bar{5}$	$\bar{1}10$	—	„	111 22	„	111 27	2	„	„	111 26, 111 28	„ „ „
δ	$\overline{21}$.20.$\overline{15}$	$\bar{3}2\bar{1}$	—	„	133 2	„	132 52	2	„	„	132 40, 133 4	„ „ „
π	$\overline{31}$.20.$\overline{25}$	$\bar{2}1\bar{1}$	—	„	145 53	—	—	—	„	„	—	von Penfield und Ford angegeben.
Y	$\bar{5}$.24.3	—	010	89 $46\frac{1}{2}$	89 $42\frac{1}{2}$	90 0[1]	90 0[1]	23		90 12	90 8	Häufig und gross; Refl. gut.
J	$\overline{11}$.24.$\bar{5}$	—	141	„	104 54	„	105 $11\frac{1}{2}$	6	—		105 4 —105 16	Winzig; Reflexe ziemlich gut.
O_1	$\bar{1}41$	—	—	93 $37\frac{1}{2}$	84 $56\frac{1}{2}$	93 22	85 5	1	—		—	Sehr klein; Reflex schwach.
O	$\bar{1}20$	—	—	„	100 $19\frac{1}{2}$	93 30	100 17	1	—		—	„ „ „ „
C_1	9.10.15	—	—	95 $55\frac{1}{2}$	35 $24\frac{1}{2}$	96 1	35 37	1	95 10 —	96 48	—	„ „ „ „
C_2	$\bar{1}$.15.5	—	—	„	81 $39\frac{1}{2}$	„	82 14	2	„	„	82 8, 82 20	„ „ Reflexe „
C	$\bar{3}50$	—	—	„	102 $0\frac{1}{2}$	„	102 11	9	„	„	101 35 —102 23	Klein; Reflexe schwach.
C_3	$\overline{11}$.60.$\bar{5}$	—	—	„	106 $52\frac{1}{2}$	„	106 57	2	„	„	106 53, 107 1	Winzig; Reflex „
C_4	$\overline{26}$.35.$\bar{5}$	—	—	„	110 11	„	110 12	1	„	„	—	„ Reflexe „
C_5	$\overline{11}$.10.$\bar{5}$	—	—	„	126 59	„	127 15	1	„	„	—	„ „ „
C_6	$\overline{27}$.20.$\overline{15}$	—	—	„	135 $39\frac{1}{2}$	„	135 22	1	„	„	—	„ „ „

1) Die Mittelwerthe der Coordinaten von y können nicht bestimmt werden, weil es nicht möglich ist, zu entscheiden, welche der Messungen grösser oder kleiner als 90^0 ist.

	Form			Berechnete Werthe		Beob. Mittelwerthe		Kanten	Beobachtete Grenzen		Bemerkungen. Charakter der Flächen und des Reflexbildes
	T_1	T_2	M_3	Azimuth	Distanz	Azimuth	Distanz		Azimuth	Distanz	
H_1	$\bar{1}42$	—	—	$99^0 20'$	$74^0 27\frac{1}{2}'$	$98^0 52'$	$74^0 24'$	1	—	—	Winzig; Reflex schwach.
H_2	$\overline{11}.16.1$	—	—	„	$100\ 46\frac{1}{2}$	98 51	100 48	2	$98^0 50'$, $98^0 52'$	$100^0 47'$, $100^0 49'$	„ Reflexe „
H	$\bar{3}40$	—	—	„	$104\ 25\frac{1}{2}$	99 40	104 46	2	99 30, 99 50	104 40, 104 52	„ „ „
h_1	$\bar{7}.15.5$	—	—	$100\ 27\frac{1}{2}$	85 12	99 57	85 49	1	—	—	Sehr klein; Reflex schwach.
h	$\bar{4}50$	—	—	„	105 12	100 43	105 6	2	100 40, 100 46	104 32, 105 40	„ „ „ „
h_2	$\overline{13}.10.\bar{5}$	—	—	„	$128\ 50\frac{1}{2}$	100 50	128 30	1	—	—	„ „ „ „
ε	$\overline{11}.24.9$	—	$\bar{1}41$	101 12	$83\ 16\frac{1}{2}$	$101\ 19\frac{1}{2}$	82 7	1	101 5 —101 40	—	„ „ „ „
μ	$\overline{17}.24.3$	—	$\bar{1}20$	„	$98\ 25\frac{1}{2}$	„	$98\ 40\frac{1}{2}$	19	„ „	98 31 — 98 47	Klein; Refl. zieml. gut.
ζ	$\overline{23}.24.\bar{3}$	—	$34\bar{1}$	„	112 30	„	112 50	3	„ „	112 40 —112 55	Sehr klein; Refl. zieml. gut.
f	112	—	—	104 52	29 28	$104\ 51\frac{1}{2}$*	29 30	25	104 24 —105 35	29 5 — 29 42	Klein; Reflexe gut.
g	123	—	—	„	$38\ 45\frac{1}{2}$	„	$38\ 48\frac{1}{2}$	11	„ „	38 37 — 39 3	„ „ ziemlich gut.
v	011	—	—	„	$54\ 11\frac{1}{2}$	„	54 17	6	„ „	54 12 — 54 24	„ „ „ „
r	$\bar{1}21$	—	—	„	$78\ 51\frac{1}{2}$	„	$78\ 48\frac{1}{2}$	23	„ „	78 20 — 79 4	„ „ „ „
r_1	$\bar{4}51$	—	—	„	$96\ 37\frac{1}{2}$	„	96 35	1	„ „	—	Sehr klein; Reflex schwach.
t	$\bar{1}10$	—	—	„	$108\ 7\frac{1}{2}$	„	107 58	23	„ „	107 25 —108 22	Gewöhnlich, aber nicht gross; Reflex leidlich.
D	$32\bar{1}$	—	—	„	$130\ 25\frac{1}{2}$	„	130 18	3	„ „	130 4 —130 27	Klein; Reflex schwach.
k_2	9.20.35	012	—	111 8	$36\ 10\frac{1}{2}$	$111\ 24\frac{1}{2}$	36 15	1	110 33 —112 30	—	Winzig; Reflex leidlich.
k_1	$\bar{1}.20.25$	$\bar{1}23$	—	„	49 15	„	$49\ 30\frac{1}{2}$	4	„ „	49 22 — 50 0	„ „ schwach.
k	$\overline{11}.20.15$	$\bar{1}11$	—	„	70 25	„	$70\ 30\frac{1}{2}$	14	„ „	69 55 — 71 10	Klein; Reflex leidlich.
$\varkappa$	$\overline{21}.20.5$	$\bar{3}21$	—	„	98 33	„	98 10	10	„ „	97 27 — 98 50	„ „ „
$\varkappa_2$	$\overline{13}.10.0$	$\bar{7}41$	—	„	111 58	„	110 45	1	„ „	—	Winzig; Reflex schwach.
$\varkappa_1$	$\overline{31}.20.\bar{5}$	$\bar{2}10$	—	„	$123\ 16\frac{1}{2}$	„	124 5	1	„ „	—	„ „ „

V_1	$\bar{3}43$	—	—	115 4	73 54	114 55	73 59	1	—	—	„ „ „
V	$\bar{7}85$	—	—	„	80 32	115 45	81 10	1	—	—	„ „ „
U_1	$\bar{6}87$	—	—	117 23	69 $44\frac{1}{2}$	117 47	70 17	3	117 38 — 117 56	70 10 — 70 29	„ „ „
U	$\bar{9}84$	—	—	„	89 $33\frac{1}{2}$	116 36	89 $27\frac{1}{2}$	2	116 25, 116 47	89 25, 89 30	„ „ „
T	$\bar{3}32$	—	—	118 8	81 $9\frac{1}{2}$	118 47	80 31	1	—	—	„ „ gut.
G_1	$\bar{1}47$	—	—	123 48	43 $57\frac{1}{2}$	123 47*	44 20	1	123 13 — 124 41	—	„ „ schwach.
G	$\bar{1}23$	—	—	„	50 $56\frac{1}{2}$	„	51 10	1	„ „	—	Klein; „ „
W	$\bar{1}11$	—	—	„	70 10	„	70 11	12	„ „	69 51 — 70 25	„ „ leidlich.
W_1	$\bar{8}76$	—	—	„	76 $56\frac{1}{2}$	„	77 14	1	„ „	—	Winzig; „ schwach.
Θ	$\bar{3}21$	—	—	„	95 9	„	94 $53\frac{1}{2}$	7	„ „	94 35 — 95 14	Klein; „ ziemlich gut.
Φ	$\bar{2}10$	—	—	„	118 $24\frac{1}{2}$	„	118 $19\frac{1}{2}$	9	„ „	117 30 — 118 37	„ „ „ „
Ψ_1	$\bar{2}9.24.27$	—	$\bar{1}11$	128 48	70 $3\frac{1}{2}$	129 0	70 $16\frac{1}{2}$	4	128 58 — 129 4	70 11 — 70 21	Klein; Reflexe ziemlich gut.
I_1	$\bar{5}20$	—	—	131 4	121 19	131 55	119 23	1	—	—	Winzig; Reflex schwach.
x	$\bar{1}12$	—	—	137 2	50 33	136 $43\frac{1}{2}$	50 30	2	136 32 — 136 57	50 29, 50 32	Klein; Reflex gut.
Ξ	$\bar{3}23$	—	—	„	65 38	„	65 41	2	„ „	65 40, 65 42	„ „ „
Σ	$\bar{2}11$	—	—	„	85 15	„	85 10	1	„ „	—	Sehr klein; Refl. zieml. gut.
Γ	$\bar{5}21$	—	—	„	106 0	„	106 1	1	„ „	—	„ „ „ „ „
Y	$\bar{2}1.20.45$	$\bar{3}25$	—	140 4	48 $22\frac{1}{2}$	139 34	48 18	1	—	—	„ „ „ „ „
ν	$\bar{1}5.4.1$	—	—	145 $54\frac{1}{2}$	119 $22\frac{1}{2}$	146 19	119 24	1	—	—	„ „ „ „ „
F	$\bar{1}7.3.4$	—	—	152 $0\frac{1}{2}$	109 $0\frac{1}{2}$	—	—	1	—	—	Siehe Tabelle III.

Die Fundamentalconstanten dieser drei Gitter sind:

$\mathbf{T}_1$. Erstes und hauptsächlichstes (triklines) Gitter:

$$a : b : c = 2,0013 : 1 : 1,1713;$$
$$\alpha = 83^0\,58',\ \beta = 100^0\,39',\ \gamma = 96^0\,19';$$
$$(010):(001) = 94^0\,59',\ (001):(100) = 79^0\,54\tfrac{1}{2}',\ (100):(010) = 84^0\,41'.$$

$\mathbf{T}_2$. Zweites (triklines) Gitter:

$$a : b : c = 2,0990 : 1 : 1,2231;$$
$$\alpha = 72^0\,14',\ \beta = 104^0\,48',\ \gamma = 108^0\,37';$$
$$010):(001) = 104^0\,7',\ (001):(100) = 79^0\,54\tfrac{1}{2}',\ (100):(010) = 74^0\,48\tfrac{1}{2}'.$$

$\mathbf{M}_3$. Drittes (monoklines) Gitter:

$$a : b : c = 1,9868 : 1 : 1,1634;$$
$$\beta = 100^0\,5\tfrac{1}{2}'.$$

Wie schon gesagt, ist die Prismenzone beträchtlich gestreift parallel der Kante der Zone, und zwar so stark, dass in einigen Fällen keine zuverlässigen Messungen gewonnen werden konnten. Einige wenige Krystalle besitzen indess bestimmte Flächen, welche helle und deutliche Reflexe geben; einer dieser Krystalle ist in Fig. 2 abgebildet. Bei Betrachtung der an allen Krystallen erhaltenen Messungen ergiebt sich mit Gewissheit die Existenz der Formen $a\{100\}$, $c\{001\}$, $e\{101\}$, $E\{\bar{1}01\}$, im übrigen Theile der Zone sind messbare Bilder selten und es ist zweifelhaft, welche Formen sie repräsentiren. Gewisse Theile der Zone geben ein beinahe ununterbrochenes Lichtband.

Ein Blick in die Tabelle zeigt, dass eine beträchtliche Schwankung um den mittleren Werth sogar in den Fällen auftritt, wo auf die Messungen das meiste Vertrauen gelegt werden muss. Wir haben weiter oben schon erwähnt, dass diese Abweichung nicht erklärt werden kann als nur von Fehlern in der Justirung oder Beobachtung herrührend, sie muss deshalb eine reale Existenz haben und ist überdies in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen Jener, welche den Charakter der in gesättigten Lösungen wachsenden Krystalle studirt haben[1]).

Zur Erleichterung der Bezugnahme sind in dieser Abhandlung die von Penfield und Ford gebrauchten Buchstaben so weit als möglich beibehalten worden. Ein Vergleich der Tabelle II lässt die vorgenommenen Aenderungen ersehen; in dieser Tabelle sind die Distanzen gegeben von einer Fläche senkrecht zur Prismenzone, und der Nullazimuth geht durch $m(110)$. Die links stehenden Werthe dieser Coordinaten sind direct aus den berechneten Werthen in Tabelle I hergeleitet, die zur rechten Hand stehenden sind der Arbeit Penfield's und Ford's entnommen (l. c. 243);

1) H. A. Miers, Ref. diese Zeitschr. **27**, 105.

Tabelle II. **Vergleichung mit den Beobachtungen Penfield's und Ford's.**

Constanten: $a : b : c = 1{,}6304 : 1 : 1{,}1468;\ \beta = 90^0 10'$ (berechnet aus Tabelle I).
$a : b : c = 1{,}6313 : 1 : 1{,}1449;\ \beta = 90\ 12\frac{2}{3}'$ (Penfield und Ford).

Form			Berechnet aus Tab. I		Form		Berechnete Werthe		Beobachtete Mittel		Nr.
	T_1	M	Azimuth	Distanz			Azimuth	Distanz	Azimuth	Distanz	
m	110	110	0° 0′	31°34½′	m	110	0° 0′	31°30½′	0° 0′	31°29′	34
μ	$\overline{17}$.24.3	13.3?.1	9 33½	13 59	μ	17.40.2	9 30	14 28½	9 58	14 22	2
						33.8.4	9 47½	14 24			
x_1	19.20.5	441	19 56½	32 4	e	441	19 35	33 5	20 21	32 10	1
						42.44.11	20 26	32 1			
t	$\bar{1}$10	7.11.2	24 9	23 17	t	13.20.4	23 38½	23 32½	23 48	23 14	10
q	141	17.44.8	32 42	15 42½	q	11.29.5	32 52	15 30½	32 44	15 37	10
ζ	$\overline{23}$.24.$\bar{3}$	20.33.10	37 6½	25 0	h	21.37.11	36 40	23 30½	36 40	23 19	1
ω	29.20.15	20.15.12	39 30	47 29	ω	20.15.12	40 26	47 8	40 16	47 12	1
o	121	13.22.10	47 11½	28 7	o	13.22.10	47 30½	28 18	47 4	28 5	40
n	343	11.14.10	52 15	38 38	n	11.14.10	52 12	38 17½	52 13½	38 41	3
p	111	111	54 46	46 52	p	111	54 48	46 54½	54 47	46 52	33
i	323	10.7.11	57 17	58 6	i	10.7.11	57 18	58 29	57 9	58 6	2
π	$\overline{31}$.20.$\overline{25}$	658	61 37½	55 53	π	22.18.27	60 5	56 31	59 46	56 10	1
f	112	112	70 29	61 37	f	112	70 29	61 40	70 21	61 36½	2
g	123	4.7.10	73 52	52 46	g_1	10.15.22	71 36	52 38	72 6	52 49	1
					g	4.7.10	74 7	52 22	73 53	52 46	1
y	$\bar{1}2\bar{1}$	5.22.14	75 56	30 21	y	296	76 38	30 54	76 26	30 27½	7
v	011	2.11.10	81 48½	38 23	v	2.11.10	81 48	38 43½	81 57	38 20½	4
k	$\overline{11}$.20.15	$\overline{10}$.37.22	107 37	28 30½	k	$\overline{10}$.32.21	108 18	31 6	108 27	31 3	1
r	$\bar{1}$21	$\bar{5}$.22.8	114 42½	18 30	r	$\overline{10}$.44.15	114 54	18 10½	114 41	18 28	9
w	11$\bar{1}$	$\bar{1}$11	125 1	46 48	w	$\bar{1}$11	124 55	46 48½	125 11	46 46	7
u	12$\bar{1}$	$\overline{13}$.22.12	126 55	30 59	u	$\overline{11}$.18.10	127 32	31 28	127 17½	30 58½	10
K	29.20.$\overline{25}$	30.22.$\overline{27}$	128 32½	53 19½	j	$\bar{7}$56	129 11½	53 31	128 50	53 30	1
x	9.20.$\bar{5}$	$\overline{11}$.20.6	141 36½	23 13	x	$\overline{11}$.20.6	142 4	23 5	142 22½	22 53	5
b	010	$\bar{2}$.11.1	141 24½	8 2	s	$\overline{11}$.62.6	142 4	7 50	142 31½	8 4	29
					s_1	$\bar{2}$.11.1	144 28	7 47			
					σ	$\bar{2}$.10.1	144 28	8 33			
τ	34$\bar{1}$	$\overline{35}$.44.12	153 45	28 30	τ	$\overline{31}$.38.11	153 8	29 14	153 16	28 55	1
$\varkappa$	$\overline{21}$.20.5	$\overline{15}$.22.1	174 52	22 43½	$\varkappa$	$\overline{15}$.22.1	174 34	22 46	174 22	22 39	3
ϱ	49.20.$\bar{3}$	$\overline{17}$.9.1	176 8½	53 22	ϱ	$\overline{44}$.21.2	176 18	52 9	176 32	52 45	1

die beobachteten Werthe sind die Mittel von allen in den verschiedenen Tabellen mitgetheilten. Die rechts stehenden Symbole ergaben sich durch Transformation, wobei in gewissen Fällen kleine Aenderungen vorgenommen wurden wegen der sich hieraus ergebenden Vereinfachung. Lässt man die Zone $[c, f, p, m, w]$ ungeändert und substituirt für $o(121)$ die Indices $(13.22.10)$ von Penfield und Ford, so erhält man die folgende Transformationsgleichung für die beiden Bezeichnungsarten;

$$(\lambda\mu\nu) = (9l + 2m,\ 11m,\ l - m + 11n)$$
$$(lmn) = (11\lambda - 2\mu,\ 9\nu,\ -\lambda + \mu + 9\nu),$$

worin lmn, $\lambda\mu\nu$ die Symbole für irgend eine Form sind, je nachdem die Symmetrie als triklin oder als monoklin betrachtet wird. Es mag bemerkt werden, dass es zwei Reihen der ersteren giebt, welche einer Reihe monokliner Symbole entprechen, gemäss dem Zeichen, welches dem mittleren Symbol gegeben wird (s. Tab. II, S. 221).

Zur leichteren Uebersicht über die Vielfältigkeit der Symbole wird folgende Bezeichnungsweise angenommen:

(lmn) oder $(lmn)\mathbf{T}_1$ sind die Indices für Formen bezogen auf das erste oder Hauptgitter,
$(lmn)\mathbf{T}_2$ jene bezogen auf das zweite Gitter,
$(lmn)\mathbf{M}_3$ jene bezogen auf das dritte Gitter,
$(\lambda\mu\nu)\mathbf{M}$ bezogen auf monokline Symmetrie und Orientirung nach Penfield und Ford.

Zwei Punkte in Tabelle II sind hervorzuheben: die Distanz von k und der Azimuth von π weichen merklich von den berechneten Werthen der Tabelle I ab. Die Abweichung hat ihre Ursache vielleicht in der Schwierigkeit der correcten Bestimmung der Position eines schwachen und undeutlichen Bildes. Die Form k wurde 14 mal vom Verf. beobachtet, so dass wohl wenig Zweifel an ihrer wirklichen Position bestehen kann; π wurde nicht beobachtet, fällt aber sehr nahe an einen Pol auf dem zweiten Gitter.

Kehren wir nun zur Betrachtung der ersten Tabelle zurück. Die Position von beinahe allen in dieser Tabelle vorgezeichneten Formen ist in Fig. 3 eingetragen, welche eine gnomonische Projection auf eine Fläche senkrecht zur Prismenzone darstellt. Die dicken Linien repräsentiren die Zonen des Hauptgitters, die dünnen jene des zweiten Gitters. Die correspondirenden Zonen der Zwillingsgitter sind nicht gezeichnet, um das Diagramm nicht allzu complicirt zu machen.

Die Endflächen fallen fast ohne Ausnahmen in Zonen, welche durch $e(101)$ gehen, — es ist in der That schwer, irgend eine Zone zu finden ohne wenigstens drei Formen in derselben, obgleich nicht nothwendigerweise an jedem einzelnen Krystalle — und die Winkel zwischen den Formen derselben Zone folgen beinahe unveränderlich dem Gesetze der einfachen anharmonischen Verhältnisse. Nachdem auf die oben angegebene Weise eine Anzahl Krystalle durchgemessen worden war, ergab es sich, dass alle vorherrschenden Flächen in gewissen Zonen liegen, deren Azimuthe angenähert etwa $36\frac{1}{2}^0$, $46\frac{1}{2}^0$, 56^0, $61\frac{1}{2}^0$, 75^0, 82^0, 68^0—69^0, 90^0 betragen. Ferner wurden Messungen gemacht von dem Pole aus, welcher dem Schnitt der Prismenzone mit jener, welche die Flächen $[x, b, b', x']$ enthält, entspricht; es konnten aber keine zonalen Beziehungen gefunden werden, ausser jenen, welche naturgemäss aus der Thatsache folgen, dass der Ausgangspol tautozonal ist mit x und b, nämlich: $[\omega, p, P']$; $[x_1, o, y']$ u. s. w. Nun folgen bei den gewöhnlichen Krystallen, welche nicht verzwillingt sind, die Azimuthe von pyramidalen Formen, wenn sie von einem Pol der Prismenzone aus gemessen werden und eine wirkliche oder mögliche Fläche repräsentiren, dem Gesetze der einfachen anharmonischen Verhältnisse. Nach solchen Beziehungen wurde deshalb auch unter den Azimuthen von $e(101)$ Umschau gehalten, aber ohne Erfolg, bis bemerkt wurde, dass die ersten sechs einfache Verhältnisse geben, aber nur, wenn sie in folgender Weise angeordnet werden: $36\frac{1}{2}^0$, $46\frac{1}{2}^0$, $61\frac{1}{2}^0$, 82^0, 105^0, 124^0; die letzten zwei sind die Supplemente von 75^0 und 56^0; dies ist hinreichend, um anzunehmen, dass die Krystalle trikline Symmetrie besitzen und in Folge von Zwillingsbildung nach einer Axe parallel der Axe der Prismenzone pseudomonoklin werden. Weitere Untersuchung ergab die Existenz von anderen Zonen, deren Azimuthe 21^0, 137^0, 146^0 auch in diese Anordnung fallen.

Zunächst musste nun festgestellt werden, ob Querzonenbeziehungen vorhanden sind, und demgemäss wurden Messungen ausgeführt von einem Pole aus, der gebildet wird vom Durchschnitte der Prismenzone mit der Zone, welche die Formen $[m, b, t]$ enthält, in welcher häufig eine Fläche $a(100)$ beobachtet wurde. Hier wurden wieder gewisse Zonen angetroffen, welche demselben Gesetze gehorchen, aber nur, wenn sie in folgender Weise angeordnet werden: 53^0, 72^0, 84^0, 96^0, 118^0, 134^0. Die Messungen von diesem Pole aus, jedoch nur jene von den wichtigsten Formen, welche an 14 Krystallen gewonnen wurden, sind in Tabelle III (S. 224) angeführt.

Die Zonen eines Individuums coïncidiren sehr nahe mit jenen des Zwillingsindividuums, z. B. liegt die Fläche $q(141)$ des einen sehr nahe in der Zone $[m, b, t]$ des anderen; und thatsächlich ist an manchen Krystallen die Uebereinstimmung so gross, dass die geringen Differenzen auf Fehler in der Justirung gesetzt werden könnten; ein Blick auf die Tabelle jedoch zeigt, dass im Ganzen eine kleine Differenz in den Azimuthen vorhanden ist, und zwar von $24'$ bei den Mittelwerthen.

Weitere Messungen wurden angestellt vom Schnittpunkte der Prismenzone mit der wichtigen Zone, welche die Formen $[f, p, m, w]$ enthält; dieser Pol ist $c(001)$, welche Klasse der Symmetrie auch gewählt wird, und ist häufig repräsentirt durch eine wirkliche Fläche. Hier folgen die Azimuthe

Tabelle III. **Messungen von a(100).**

Form		Berechnete Werthe		Beobachtete Werthe		Kanten	Grenzen	
		Azimuth	Distanz	Azimuth	Distanz		Azimuth	Distanz
e	101	0° 0′	52°18½′	—	—	—	—	—
p	111	53 1½	58 50	53° 1′	58°56½′	14	52°28′— 53°20′	58°43′— 59°22′
v	011	„	78 52	„	78 48	3	„ „	78 42 — 78 56
W	$\bar{1}11$	„	101 55	„	101 49	3	„ „	101 18 —101 50
F	$\bar{1}\bar{1}.4.3$	61 42½	149 56½	61 54	150 37	1	—	—
d	321	72 4½	48 19	72 4	48 23	3	71 32 — 72 26	48 9 — 48 30
o	121	„	67 58½	„	68 2½	14	„ „	67 51 — 68 15
r	$\bar{1}21$	„	94 38½	„	94 38	6	„ „	94 35 — 94 39
q	141	83 47	75 32½	83 41	75 36½	16	83 10 — 83 59	75 26 — 75 50
μ	$\bar{1}\bar{7}.24.3$	89 54½	103 59	90 0	104 20½	7	89 55 — 90 7	104 12 —104 34
ψ	210	96 2	42 3	95 54½	42 1½	6	95 0 — 96 18	41 48 — 42 10
m	110	„	59 0	„	59 2½	22	„ „	58 34 — 59 25
b	010	„	84 41	„	84 40½	18	„ „	84 25 — 84 50
t	$\bar{1}10$	„	112 31½	„	112 29	8	„ „	112 14 —112 48
Φ	$\bar{2}10$	„	132 41½	„	132 32	3	„ „	132 29 —132 45
x	$9.20.\bar{5}$	107 46	74 48½	107 45½	74 54	9	107 37 —107 57	74 30 — 75 7
θ	$32\bar{1}$	118 9	55 24	118 7	55 23	3	117 45 —118 24	55 20 — 55 30
u	$12\bar{1}$	„	76 29½	„	76 29½	12	„ „	76 12 — 76 40
y	$\bar{1}2\bar{1}$	„	101 54½	„	101 51½	7	„ „	101 42 —101 59
D	$\bar{3}2\bar{1}$	„	123 25½	„	123 16	2	„ „	123 11 —123 21
w	$11\bar{1}$	133 57½	72 0	133 57½	71 49½	14	133 49 —134 12	71 9 — 72 6
M	$01\bar{1}$	„	92 26½	„	92 25½	7	„ „	92 6 — 92 45
P	$\bar{1}1\bar{1}$	„	112 18½	„	112 14	3	„ „	112 4 —112 21
w_1	$11\bar{2}$	151 15	81 49½	151 5	81 29	1	—	—

Die Flächen F und w_1 wurden nur an einem skelettartigen Krystalle beobachtet; in Folge der eigenthümlichen Ausbildungsweise des Krystalles konnten keine Messungen von $e(101)$ zu diesen Flächen gemacht werden.

wieder dem Gesetze der einfachen anharmonischen Verhältnisse, aber nur in der folgenden Anordnung: $58\frac{1}{2}^0$, 70^0, 77^0, 98^0, $111\frac{1}{2}^0$. Die Messungen von diesem Pole aus stehen in Tabelle IV, doch sind nur jene von den mehr vorherrschenden Formen an 13 Krystallen aufgenommen.

Tabelle IV. **Messungen von c(001).**

Form		Berechnete Werthe		Beobachtete Werthe		Kanten	Grenzen	
		Azimuth	Distanz	Azimuth	Distanz		Azimuth	Distanz
e	101	$0^0\ 0'$	$27^0 36'$	—	—	—	—	—
f	112	58 $28\frac{1}{2}$	33 54	$58^0 28\frac{1}{2}'$	$33^0 58'$	5	$58^0\ 7'$ — $58^0 57'$	$33^0 20'$ — $34^0\ 6'$
p	111	„	53 19	„	53 21	17	„ „	53 7 — 53 36
m	110	„	89 55	„	89 $58\frac{1}{2}$	12	„ „	89 45 — 90 19
w	$11\bar{1}$	„	126 34	„	126 $33\frac{1}{2}$	10	„ „	126 13 — 126 46
o	121	70 6	69 43	70 $5\frac{1}{2}$	69 $43\frac{1}{2}$	14	69 55 — 70 20	69 25 — 70 1
u	$12\bar{1}$	„	114 $14\frac{1}{2}$	„	114 16	5	„ „	114 10 — 114 20
x	$9.20.\bar{5}$	71 23	104 7	71 27	104 15	3	71 17 — 71 40	104 12 — 104 19
q	141	76 42	81 33	76 48	81 $27\frac{1}{2}$	7	76 40 — 77 5	81 10 — 81 45
v	011	83 41	52 $3\frac{1}{2}$	83 40	52 14	3	83 25 — 83 59	52 11 — 52 17
b	010	„	94 59	„	95 0	6	„ „	84 52 — 85 25
M	$01\bar{1}$	„	133 39	„	133 43	3	„ „	133 40 — 133 45
r	$\bar{1}21$	98 $0\frac{1}{2}$	73 16	97 57	73 20	6	97 45 — 98 10	72 41 — 73 30
y	$\bar{1}2\bar{1}$	„	119 23	„	119 $25\frac{1}{2}$	3	„ „	119 6 — 119 30
k	$\bar{1}\bar{1}.20.15$	99 25	62 58	99 38	63 3	4	99 10 — 100 0	62 9 — 63 38
W	$\bar{1}11$	111 $24\frac{1}{2}$	57 6	111 $16\frac{1}{2}$	57 15	2	111 7 — 111 30	57 15
t	$\bar{1}10$	„	99 22	„	99 20	5	„ „	99 16 — 99 38

Die Concordanz zwischen den berechneten und den mittleren beobachteten Werthen der Coordinaten der Flächen, welche durch die Knoten des Hauptgitters gehen, ist eine so nahe, dass man diese Uebereinstimmung kaum als zufällig betrachten kann, und wir müssen annehmen, dass dieses Gitter beim Calaverit wirklich existirt.

Es finden sich viele Formen, welche augenscheinlich wegen der Complicirtheit ihrer Indices nicht mit dem Hauptgitter harmonieren: die hauptsächlichsten derselben sind $x\{9.20.\bar{5}\}$, $\omega\{29.20.15\}$, $k\{\bar{1}\bar{1}.20.15\}$, $\varkappa\{\bar{2}\bar{1}.20.5\}$, $\Pi\{9.20.15\}$, $\varDelta\{29.20.\bar{5}\}$, $\Psi\{19.20.\bar{1}\bar{5}\}$, $\varrho\{49.20.\bar{5}\}$. Diese Indices, obgleich sehr complicirt, weisen darauf hin, dass die Flächen in Uebereinstimmung mit dem zweiten Gitter sind. Die Symbole, welche dieselben nach dieser Annahme erhalten, sind in einer anderen Columne der Tabelle I wiedergegeben. Die Prismenzone ist beiden Gittern gemeinsam, und die Zonen mit $a(100)$ sind sehr nahe, wenn auch nicht ganz, coïncident. Die

Positionen der Formen dieser Gruppe variiren beträchtlich. $x\{9.20.\bar{5}\}$, welches die bestentwickelte Form ist, liegt bei einigen Krystallen sehr nahe in der Zone $[o, r]$, bei anderen dagegen merklich davon entfernt. Ferner überschreitet der Azimuth der Zone $[x, x_1, \omega]$ gewöhnlich jenen der Zone $[k, z]$, ist aber bei einigen Krystallen deutlich kleiner.

Es bleiben nun noch übrig die gewöhnlichen Formen $Y\{\bar{5}.24.3\}$, $\mu\{1\bar{7}.24.3\}$ und die selteneren Formen $J\{\bar{1}\bar{1}.24.\bar{3}\}$, $\Psi_1\{\bar{2}\bar{9}.24.27\}$, $\zeta\{\bar{2}\bar{3}.24.\bar{3}\}$, $\varepsilon\{\bar{1}\bar{1}.24.9\}$, welche mit keinem der beiden obigen Gitter harmoniren, sondern mit einem dritten, einem monoklinen Gitter, übereinstimmen. Hier ist wieder die Prismenzone dieselbe wie zuvor.

Wir sind daher zu der bemerkenswerthen Schlussfolgerung gezwungen, dass fünf distincte Gitter im Calaverit verfolgt werden können, welche incongruent, aber nicht unabhängig von einander sind. Die Prismenzone ist allen gemeinsam. Die Flächen $[x, b, Y, b', x']$, welche in verschiedenen Gittern liegen, sind tautozonal, ein Factum, welches nicht unmittelbar aus den den Flächen zuertheilten Symbolen, nämlich $(9.20.\bar{5})$ und $(\bar{5}.24.3)$ resp., folgt, denn diese wurden bloss gewählt, weil sie die einfachsten sind, welche mit den Beobachtungen übereinstimmen. Nach den directen Beobachtungen am Goniometer scheint in der That kein Zweifel zu sein, dass die in Rede stehenden Flächen in einer Zone liegen, ferner haben wir $\mathrm{tg}\, Yx = 3\, \mathrm{tg}\, Yb$, weil die azimuthalen Winkel dieser Gleichung genügen, denn $\mathrm{tg}\, 82^0\, 6\frac{1}{2}' = 3\, \mathrm{tg}\, 67^0\, 25'$, welches sehr nahe mit dem mittleren beobachteten Azimuth von x, nämlich $67^0\, 29\frac{1}{2}'$, übereinstimmt. Die Zonen der verschiedenen Gitter, welche durch $a(100)$ gehen, coïncidiren augenscheinlich. Solches ist nicht der Fall bei $c(001)$; nichtsdestoweniger besteht eine Relation, wie aus der Vergleichung der beiden ersten Indices der verschiedenen Formen hervorgeht, z. B.: $z\{21.20.5\}$, $k\{\bar{1}\bar{1}.20.15\}$, $x\{9.20.\bar{5}\}$, $\Psi\{19.20.15\}$, $\omega\{29.20.15\}$ u. s. w., und $\mu\{1\bar{7}.24.3\}$, $J\{\bar{1}\bar{1}.24.\bar{3}\}$, $Y\{\bar{5}.24.3\}$ u. s. w.; es ist hier eine regelmässige Abnahme im ersten Index in einfacher Beziehung zum zweiten. Diese Relation ist sehr gut aus der gnomonischen Projection zu ersehen, denn die linearen Distanzen von Punkten, welche auf parallelen Linien liegen, sind Vielfache derselben Einheit. Diese verschiedenen Beziehungen bedingen andere tautozonale Relationen, welche Pole auf verschiedenen Gittern verknüpfen, wie: $[\varrho, m, b', \varDelta']$, $[w', \Psi_1, W, k]$, $[Y, m, \beta]$ u. s. w., und welche alle dem Gesetze der einfachen anharmonischen Verhältnisse genügen. Schliesslich sind die beiden Individuen der beiden Paare trikliner Raumgitter verbunden durch Zwillingsbildung nach Y, oder, was auf dasselbe hinauskommt, nach der Kante der Prismenzone.

Es entsteht nun die Frage, wie diese einzig gearteten Anomalien, die der Calaverit darbietet, erklärt werden können. Einerseits haben wir eine morphologische Entwickelung der Flächen, welche in völliger Uebereinstimmung ist mit monokliner Symmetrie. Diese Ansicht über die Symmetrie wird bestätigt durch das häufige Auftreten einer Fläche der Form *Y*, welche unveränderlich ein einfaches deutliches Bild giebt, nicht verschwommen oder doppelt, wie es zu erwarten wäre, wenn sie wirklich zwei oder mehreren Einzelindividuen angehören würde. Die Flächen finden sich auch in Positionen ähnlich jenen ihrer Pole auf der Projectionssphäre, und nirgends sind Anzeichen von einspringenden Winkeln vorhanden (ausser jenen in der Prismenzone), welche gewöhnlich die Zwillingsbildung begleiten, wenn auch oft versteckt. Späterhin, wenn wir Zwillingskrystalle betrachten, werden wir finden, dass die Zwillingsflächen, ausgenommen jene des vierten, zweifelhaften Typus, einfachere Indices erhalten bei Annahme monokliner Symmetrie.

Dagegen erhebt sich andererseits die Frage: Wie können wir uns mit einer Interpretation begnügen, welche uns nöthigt, gerade den gewöhnlichsten und bestentwickelten Formen so complicirte Symbole zu geben? Die Fundamentalconstanten besitzen keinen Sinn, wenn sie nicht eine concise Darstellung des Gitters der Raumtheilung geben. Die Krystallflächen gehen durch die Knoten eines solchen Gitters, und die gewöhnlichsten Flächen sind jene Ebenen, auf welchen die Knoten am dichtesten liegen. Flächen dieser Art haben einfache Indices; Flächen mit complexen Symbolen sind gewöhnlich durch Corrosion verursacht. Obgleich die Corrosion häufig glänzende Flächen mit hohen Indices hervorbringt, so können wir doch kaum sämmtliche Flächen dieser Krystalle als das Resultat dieser Corrosion betrachten.

Zufolge der Undurchsichtigkeit der Krystalle ist keine optische Untersuchung möglich, aber selbst wenn dies der Fall wäre, so würde sie auch keine eindeutige Entscheidung liefern, da wir wissen, dass, wenn ein Krystall zusammengesetzt ist aus mehreren übereinandergelagerten Individuen, die resultirenden optischen Eigenschaften genau jene der scheinbaren Symmetrie sind. Aetzversuche können mehr helfen, haben in unserem Falle aber kein Resultat geliefert. Eine ungefähr senkrecht zur Kante der Prismenzone geschliffene Fläche wurde mit Salpetersäure und Königswasser geätzt; die erstere erzeugte zahlreiche feine Aetzmarken, welche einigermassen gleiche Richtung hatten, und die letztere brachte bloss eine gerippte Oberfläche hervor.

Ein Vergleich des Calaverits mit den anderen Goldtelluriden Sylvanit und Krennerit bringt nicht viel Licht in das Problem, ausgenommen die interessante Thatsache, dass die Hauptzone [*e*, *p*, *o*, *q*, *b*] des Calaverit ähnlich ist einer Zone des Sylvanit und zweien des Krennerit.

(Siehe die Tabellen V und VI auf S. 228.)

Eine Folge dieser Aehnlichkeit ist, dass beinahe mit jenen des Sylvanit gleiche Constanten vom Calaverit erhalten wurden unter Annahme monokliner Symmetrie und der Orientirung von Penfield und Ford. In der That, wenn wir die Zone $[c, p, m]$ als fest annehmen und die übrigen Zonen in der Weise drehen, dass b zur Coïncidenz mit Y gebracht wird, so erhalten wir sehr nahe die Constanten und Winkel des Sylvanit.

Tabelle V.

Calaverit. Distanz von (101)		Sylvanit[1]. Distanz von (101)		Krennerit[1]. Distanz von (100)			
323 $3\bar{2}3$	32°14′ 31 24	323	31°38½′	301	31°52′	320	32° 5½′
111 $1\bar{1}1$	43 38½ 42 15	111	42 45	201	43 0	110	43 15
121 $1\bar{2}1$	62 55½ 60 36	121	61 35	101	61 48	120	62 0½
141 $1\bar{4}1$	76 22 73 34	141	74 56	102	74 59½		
010 $0\bar{1}0$	91 30 88 30	010	90 0	001	90 0	010	90 0

Die Zone $[c, p, m]$ hat also ein Gegenstück im Sylvanit.

Tabelle VI.

	Calaverit. Azimuth	Distanz		Sylvanit[1]. Azimuth	Distanz
111	58°28½′	53°19′	111	58°32′	52°44′
110	„	89 55	110	„	89 47

Der Calaverit unterscheidet sich vom Sylvanit und Krennerit dadurch, dass er keine Spaltbarkeit besitzt, obgleich er ausserordentlich brüchig ist. Wenn der Calaverit wirklich mit Sylvanit isomorph wäre, wie es nach verschiedenen Eigenthümlichkeiten — die Aehnlichkeit gewisser Winkel und Zonen und die Zwillingsbildung nach einer ähnlichen Fläche (Typus 1) — den Anschein hat, so könnten wir nach Analogie der Feldspathe erwarten, dass, selbst wenn sie verschiedenen Systemen der Symmetrie angehören, beide ähnliche Spaltbarkeit aufweisen würden; dies ist aber nicht der Fall. Die Brüchigkeit des Calaverit deutet darauf hin, dass hier eine Leichtigkeit der Trennung vorliegt, welche nicht an jedem Punkte dieselbe Richtung besitzt. Wenn die Krystalle aus zwei oder mehreren Individuen bestehen, und zwar in so inniger Durchdringung, dass sie sich unserer Beobachtung entzieht, und wenn jedes Individuum eine Spaltbarkeit in correspondirenden, aber nicht parallelen Richtungen besitzt, so wäre die Brüchigkeit erklärt; und wenn weiter die constituirenden Individuen an einzelnen Punkten

1) Die Werthe sind entnommen aus Dana's System of Mineralogy, 6th ed. 1892.

genügend klein sind, so werden die Bruchflächen keinen deutlichen und bestimmten Reflex geben, wie es in der That der Fall ist.

Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse können wir kaum mehr als vermuthen, wie die wirkliche Anordnung der kleinsten Theile in irgend einem bestimmten Minerale sei, obgleich wir überzeugt sind, dass dieselbe zu einer der 230 verschiedenen Klassen gehören wird. Der Calaverit bietet einen Fall von ganz besonderer Complication. W. S. Myers (diese Zeitschr. **30**, 593) hat gefunden, dass die Zusammensetzung des Krennerit vom Cripple Creek-District wesentlich dieselbe ist, wie jene des Calaverit, doch ist die Krystallform des ersteren rhombisch und bietet keinerlei Anomalien. Welcher Meinung man auch beitreten mag in Bezug auf die drei (oder, einschliesslich der entsprechenden Zwillinge, fünf) Gitter, welche augenscheinlich im Calaverit vorhanden sind, so ist es klar, dass, wenn dieselben an jedem oder auch nur an irgend einem Punkte des Krystalles coëxistiren, die nothwendige Folge ihrer Incongruenz Heterogenität sein müsste. Die einzige übrigbleibende Hypothese scheint noch zu sein die Existenz einer feinen, skelettartigen Structur irgendwelcher Art — eines unendlich feines Netzwerkes, bestehend aus Material, welches nach dem ersten Gitter angeordnet ist und in welches Material, nach einem anderen Gitter angeordnet, eingeschaltet ist. Da die Gitter, obwohl sie nicht mit einander congruent sind, eine Zone gemeinsam haben, d. h. äquidistante oder wenigstens in parallelen Ebenen congruente Punktreihen parallel zu ihrer Kante, und ausserdem noch andere oben besprochene Beziehungen besitzen, so würden gegenseitige Beeinflussungen an einigen der Grenzen, welche die verschieden constituirten Theile trennen, angezeigt erscheinen. Diese Hypothese ist in Uebereinstimmung mit der oben gegebenen Annahme über die Ursache der Brüchigkeit der Krystalle. Das häufige Vorkommen von Grübchen auf den Flächen und die Existenz von skelettartigen und hohlen Krystallen deuten auf Lücken in der Continuität der homogenen Anordnung.

Da die Thatsachen nöthigen, die Theile der hypothetischen Structur auf drei oder mehr verschiedene Structuren zu beziehen, so würde der Calaverit in keinerlei Weise jenen Substanzen gleichen, welche, wie Leucit, optische Anomalien aufweisen. Die optische Untersuchung solcher Substanzen zeigt, dass bei ihnen eine klare und bestimmte Trennung der Individuen, welche den Krystall aufbauen, besteht; beim Calaverit treten die Flächen aber gerade so auf, wie es bei einem einzigen homogenen Individuum der Fall sein würde.

Es sind dies einige Speculationen, welche sich aufdrängen, aber nicht als eine ausreichende Erklärung betrachtet werden können. Vielleicht, dass ähnliche Zonenbeziehungen auch an anderen Mineralien gefunden werden mögen und wachsende Erkenntniss den Schlüssel liefert, welcher endlich zur Aufklärung der geheimnissvollen Symmetrie eines der bemerkenswerthesten Minerale führt.

Zwillingskrystalle. Wie auch die Erklärung der eigenthümlichen Symmetrie, welche der Calaverit darbietet, geartet sein möge, so können die Krystalle aufgefasst werden als Zwillinge in der gewöhnlichen Weise nach gewissen Flächen. Es wurden drei Zwillingstypen festgestellt, zu denen sich wahrscheinlich noch ein vierter gesellt.

Typus I. Zwillingsebene: $e_1(705)$ $\mathbf{T}_1$, (101) **M.**

Dies ist ein sehr gewöhnlicher Typus, den schon Penfield und Ford beschrieben haben. Die von genannten Autoren erwähnte Zwillingsstreifung konnte an keinem der 11 gemessenen Krystalle beobachtet werden. Die Verwachsungsfläche ist gewöhnlich entweder parallel oder senkrecht zur Zwillingsebene. Fig. 4 (Taf. IV) zeigt die erstere Art und Fig. 6 beide; Fig. 5 würde wahrscheinlich beide Arten gezeigt haben, wenn der Krystall nicht verbrochen wäre. Ein grosser Krystall zeigt auch Flächen am unteren Ende, welche in Uebereinstimmung mit der geforderten Lage nach diesem Zwillingsgesetze sind, die Verwachsungsfläche ist in diesem Falle rechtwinkelig zu der Kante der Prismenzone. Eine Grenzlinie verläuft rings um die Prismenzone, angenähert im rechten Winkel zur Kante.

Bei diesem Typus sind die Flächen der Form $p(111)$ der beiden Zwillingsindividuen parallel, und die Ebene durch die Pole dieser Flächen und die Kante der Prismenzone wird eine Symmetrieebene. Die Krystalle wurden auf die gewöhnliche Weise gemessen, wobei einmaliges Justiren genügt, da die Richtung der Kante der Prismenzone in beiden Individuen gleich ist. Die Differenz der Ablesungen am Kreise C, wenn jedes Individuum in der Position ist, um nach einer Fläche der Form $e(101)$ als Bezugspol gemessen zu werden, giebt sogleich die Distanz zwischen den beiden Positionen dieser Flächen. Das Mittel aus acht beobachteten Winkeln, welche zwischen $14^\circ 50'$ und $15^\circ 35'$ liegen, ist $15^\circ 13'$; der berechnete Werth aus dem Azimuth und der Distanz von $p(111)$ in Tabelle I ist $14^\circ 56'$, der halbe $7^\circ 28'$. Die berechnete Entfernung zwischen $e_1(705)$ und $e(101)$ ist $7^\circ 36\frac{1}{2}'$. Die Zwillingsebene kann natürlich auch die in der Prismenzone um eine viertel Umdrehung von $e_1(705)$, d. i. um $82^\circ 32'$ von $e(101)$, dem Complement von $7^\circ 28'$, enfernte Ebene sein. Der nächste Pol mit einfachen Indices ist $E_6(\bar{2}01)$, dessen Distanz $83^\circ 1\frac{1}{2}'$ ist.

Einige der Zwillinge zeigen an der Grenze zwischen den beiden Individuen eine Anzahl so winziger Flächen, dass es schon beträchtliche Schwierigkeiten verursachte, zu bestimmen, zu welchem der beiden irgend eine einzelne Fläche gehörte. Es mag bemerkt werden, dass, wenn die Verwachsungsfläche parallel oder senkrecht zur Zwillingsebene ist, die Endigungen der beiden Individuen, welche die Enden des Zwillingskrystalles bilden, entgegengesetzthändig sind.

Typus II. Zwillingsebene: $p(111)$.

Penfield und Ford verweisen auf diesen Typus, doch war ihr Material nicht genügend, um das Gesetz zu bestimmen. Fig. 7 repräsentirt einen wirklichen Zwilling dieser Art. Die kleine Partie, welche aus dem einen Individuum herausragt, ist in Zwillingsstellung nach dem Gesetz des Typus III. Das andere Individuum ist dadurch bemerkenswerth, dass es beide Endigungen besitzt. Der Winkel in der Prismenzone gegen den Beschauer ist einspringend. Die Endigungen der untersuchten vier Krystalle zeigen verhältnissmässig wenig Flächen.

Diese und andere Durchkreuzungszwillinge sind am dreikreisigen Goniometer leicht zu messen. Die Prismenkante eines Individuums wird parallel zur Axe des Kreises C justirt. Der Durchkreuzungswinkel der Prismenzone beider Individuen ist dann sofort bestimmt, und die Messungen der Endflächen beider Individuen werden vom Pole des Durchschnittes der beiden Zonen aus vorgenommen. Das Individuum, dessen Prismenkante justirt wurde, kann ebensogut auch in gebräuchlicher Weise vom Pole $e(101)$ aus gemessen werden, das zweite Individuum kann sodann in gleicher Weise justirt und gemessen werden. Die Zwillingsebene ist jetzt leicht gefunden. Vom Durchkreuzungspol aus gemessen beträgt ihre Distanz 90^0 und ihr Azimuth entweder die Hälfte des spitzen oder die Hälfte des stumpfen Durchkreuzungswinkels. Im Allgemeinen wird nur eines von beiden einen möglichen Pol geben; ein etwaiger Zweifel wird aber hinfällig bei Berücksichtigung der Positionen der Endflächen beider Individuen, gemessen vom Pole der Durchkreuzung aus.

Die Zwillingsebene scheint nicht völlig mit $p(111)$ zu coïncidiren. An dem abgebildeten Krystalle ist die Zone $[e, p, o, b]$ an beiden Individuen wohl entwickelt, aber nicht in Coïncidenz für beide, wie es sein sollte. Der mittlere Werth des Durchkreuzungswinkels an vier Krystallen, zwischen $86^0 33'$ und $86^0 54'$ schwankend, ist $86^0 41'$, der berechnete Werth ist $86^0 15'$. Der mittlere Werth der Distanz des Durchkreuzungspoles von $e(101)$, zwischen $82^0 4'$ und $82^0 17'$ schwankend, ist $82^0 10'$; der berechnete Werth ist $82^0 32'$.

Typus III. Zwillingsebene: $\beta(69.20.\bar{5})\,\mathbf{T}_1$, $(310)\,\mathbf{T}_2$, $(310)\,\mathbf{M}$.

Bei diesem Typus durchkreuzen sich die Prismenzonen unter kleinerem Winkel (Fig. 8). Wie bei dem vorhergehenden Typus zeigen die Enden verhältnissmässig wenige Flächen. Es wurden zusammen sechs solcher Zwillinge beobachtet, einschliesslich des in Fig. 7 abgebildeten, welche in gleicher Weise wie die vorigen gemessen wurden. Das Mittel der Durchkreuzungswinkel, von $56^0 29'$ bis $57^0 38'$ schwankend, ist $57^0 5'$, der berechnete Werth $56^0 55'$. Wegen der ungenügenden Entwickelung der hauptsächlichsten Zone $[e, p, o, b]$ waren zuverlässige Messungen der Distanz des

Durchkreuzungspoles von $e(101)$ nicht zu erhalten. Vier Werthe wurden festgestellt, nämlich 27° 43′, 28° 16′, 28° 47′, 29° 24′, das Mittel 28° 37′, berechnet 27° 42′. Die Zonen kreuzen sich demnach sehr nahe im Pole $c(001)$, dessen berechnete Distanz von $e(101)$ 27° 36′ ist. Die Flächen dieser Form, welche den beiden Individuen angehören, scheinen an dem abgebildeten Krystalle zusammenzufallen.

Einer der beobachteten Krystalle besteht aus drei Individuen, deren mittelstes an jeder Seite ein Individuum in der erforderlichen Position eines Zwillings nach den Flächen β und β' trägt.

Zwei Krystalle erfordern noch besondere Bemerkungen. Auf den ersten Blick scheinen dieselben Zwillinge nach dem dritten Typus zu sein, und der Durchkreuzungswinkel ist in der That derselbe. Beim Messen des besser entwickelten der beiden Krystalle vom Kreuzungspole der beiden Prismenzonen aus wurde gefunden, dass die Distanzen der wichtigsten Flächen, welche augenscheinlich der Form $o(121)$ angehören, an beiden Individuen nicht dieselben sind; an einem ergaben die Messungen 69° 45′ und 69° 40′ und am anderen 65° 19′ und 65° 31′. Aus weiterer Untersuchung scheint hervorzugehen, dass wir hier eine Combination der Gesetze des Typus I und III haben. Trotz sorgfältigstem Suchen nach einem Zwischenindividuum konnte keine Spur eines solchen an beiden Krystallen wahrgenommen werden. Die Zone $[e, p, o, b]$ ist an einem genügend gut entwickelt, um eine hinreichend genaue Einstellung für $e(101)$ zu liefern; die Distanz von diesem Pole zum Kreuzungspole der Prismenzone konnte gemessen werden zu 41° 59′, der berechnete Werth ist die Summe von 14° 56′ und 27° 42′ oder 42° 38′. Die berechneten Werthe der Distanz der Flächen der Form $o(121)$ an den beiden Individuen vom Kreuzungspole sind 70° 6′ und 65° 17′, welche ziemlich genau mit den oben gegebenen beobachteten Werthen übereinstimmen.

Typus IV. Zwillingsebene (?); $K_1(19.20.\bar{3}\bar{5})\mathbf{T}_1$, $(12\bar{3})\mathbf{T}_2$.

Die Existenz dieses Typus bedarf noch weiterer Bestätigung. Es wurde nur ein einziger Krystall (Fig. 9) dieser Art aufgefunden und zwar beim Abschlusse dieser Untersuchung. Wären nicht die eben beschriebenen Krystalle, so würde das Gebilde für eine zufällige Verwachsung zweier Individuen gehalten worden sein. Jedes Individuum kann mit ziemlicher Genauigkeit gemessen werden, sie wurden nacheinander mit der Prismenaxe parallel zum Kreise C justirt. Der Kreuzungspol ist bei beiden nicht in gleicher Distanz von $e(101)$, bei dem einen Individuum, dessen Prismenkante senkrecht zur Zeichnungsebene steht (in Fig. 9), beträgt die Distanz 25° 54′, beim anderen, nicht genau messbaren, 40° 35′ appr. Die Differenz zwischen diesen Messungen führt auf eine bestimmte Vermuthung, denn sie ist nahezu jene, welche das erste Gesetz für den Winkel der zwei Positionen von $e(101)$ verlangt. Wir können deshalb wieder eine Combination nach zwei Gesetzen haben, nach dem ersten und nach einem anderen noch zu bestimmenden. Der beobachtete Durchkreuzungswinkel ist $60^0\,27'$. Die Zwillingsfläche, welche am besten den Bedingungen entspricht, ist $K_1\,(19.20.\bar{35})\,\mathrm{T}_1$, $(12\bar{3})\,\mathrm{T}_2$, eine Form, welche noch nicht beobachtet wurde. Der berechnete Winkel der Durchkreuzung ist $62^0\,49'$ und die Distanz der Pole der Kreuzung von $e(101)$ an beiden Individuen $41^0\,21'$ und (weniger $14^0\,56'$) $26^0\,25'$. Die Uebereinstimmung zwischen berechneten und beobachteten Werthen ist nicht genügend gross, um die sichere Existenz dieses Gesetzes zu beweisen.

Pseudomorphosen. Das Britische Museum besitzt zahlreiche Krystalle sowohl auf der Matrix als auch lose, welche umgewandelt sind. Sie sind meist prismatisch mit Andeutungen von Endflächen, an denen Zwillingsbildung nach dem Typus II und III zu beobachten ist. Einige bestehen aus reinem Golde, andere wieder sind bloss an der Oberfläche verändert. Ihre Farbe ist ein rostiges Röthlichgelb oder ein helles Ledergelb. Sie sind zweifelsohne aus dem Tellurid durch Oxydation desselben entstanden.

Chemische Zusammensetzung.

Quantitative Analysen hat G. T. Prior ausgeführt und zwar an sorgsamst ausgesuchten Krystallen von Raven Hill und an grossen isolirten Krystallen ohne Endflächen, ohne nähere Angabe der Grube.

Das Mineral wurde mit Königswasser zersetzt und eine geringe Menge Chlorsilber abgeschieden. Im Filtrate wurde das Gold durch Ferrosulfat gefällt, das Tellur mit Hülfe von Ammoniumsulfit.

Die Analysen ergaben:

	1. Rav. Hill-Krystalle:	2. Isolirte Krystalle:
Angew. Material	0,5096 g	0,4196 g
Au	0,2123	0,1758
AgCl	0,0056	0,0034
Te	0,2949	0,2389

	1.	2.	Berechnet:
Au	41,66	41,90	44,03
Ag	0,77	0,79	—
Te	57,87	56,93	55,97
	100,30	99,62	100,00

Das Material enthält demnach eine geringe Menge Silber. Die erhaltenen Zahlen stimmen ziemlich gut auf die Formel $AuTe_2$.

Die folgenden Bestimmungen des spec. Gew. wurden ausgeführt (Gewicht von 1 ccm) an isolirten Krystallen, welche zu kleinen Fragmenten zerbrochen, aber nicht pulverisirt wurden.

Material:		Spec. Gew.:
0,8134 g		9,163
0,7612 g		9,148
0,4259 g		9,153
	Mittel	9,155

Die Zahlen stimmen sehr nahe überein mit den von Genth und Hillebrand erhaltenen, alle sind aber merklich niedriger als die von Penfield gegebenen, nämlich 9,328 und 9,388.

Zusammenfassung. Folgendes sind die Hauptpunkte dieser Abhandlung: Nur nach der morphologischen Entwickelung betrachtet scheint der Calaverit monoklin zu krystallisiren, mit einer Symmetrieaxe parallel zur Prismenzone, aber die Indices, welche den Flächen zuertheilt werden müssen, sind ausserordentlich complicirt. Die Flächen liegen zwar in Zonen, aber diese können nicht auf ein einziges Raumgitter bezogen werden; thatsächlich scheinen im Ganzen fünf verschiedene Raumgitter vorhanden zu sein, welche incongruent, aber nicht von einander unabhängig sind; die Beziehungen zwischen denselben sind oben besprochen worden. Da die morphologische Entwickelung des Krystalles nicht auf ein einziges Gitter bezogen werden kann, so kann der Calaverit in seiner Structur auch nicht jenen durchsichtigen Krystallen gleichen, welche die sog. optischen Anomalien aufweisen. Die wirkliche Existenz von zwei oder mehr incongruenten Gittern würde eine Heterogenität bewirken, und die einzige plausible Hypothese, durch welche wir das sonderbare Phänomen, welches dieses Mineral darbietet, zu erklären vermögen, scheint die zu sein, dass hier eine innige Durchdringung der ganzen Structur vorliegt nach verschieden angeordneten Raumgittern.

Vier Typen von Zwillingskrystallen wurden beschrieben, von denen der letzte, welcher nur auf einem einzigen Krystalle beruht, noch der Bestätigung bedarf. Bei zwei bemerkenswerthen Zwillingen kann das eine Individuum aus dem anderen abgeleitet werden durch successive Drehung um die Zwillingsaxe des ersten und zweiten Typus; ein intermediäres Individuum ist nicht vorhanden. Der Krystall, welcher den Typus IV darstellt, kann ein anderes Beispiel einer solchen doppelten Zwillingsbildung sein.

Die Krystalle enthalten ein wenig Silber, und die chemische Zusammensetzung ist ungefähr $AuTe_2$.