

Über die Kristallstrukturen der Verbindungen RuS_2 , OsS_2 , $MnTe_2$ und $AuSb_2$.

Mit einem Anhang über die Gitterkonstante von Pyrit.

Von

Ivar Oftedal.

(Eingegangen am 19. 6. 28.)

Übersicht.

Nach kurzer Besprechung der Darstellung der Verbindungen wird über die röntgenographische Untersuchung derselben berichtet. Die ermittelten Kristallstrukturen gehören sämtlich zum Typus Pyrit. Für $MnTe_2$ und $AuSb_2$ sowie für Pyrit aus Kongsberg werden die Gitterkonstanten genauer angegeben.

Die vorliegende Untersuchung ist auf Veranlassung von Prof. Dr. V. M. GOLDSCHMIDT durchgeführt worden, und zwar in erster Linie in der Absicht, das Tatsachenmaterial für seine umfassenden Untersuchungen über die Eigenschaften der Kristalle zu bereichern. Bisher sind nur meine zahlenmässigen Ergebnisse betreffs RuS_2 und OsS_2 zitiert worden¹⁾. Inzwischen ist eine Arbeit von W. F. DE JONG und A. HOOG über RuS_2 erschienen²⁾. Die darin angegebene Kristallstruktur stimmt in der Hauptsache mit der von mir gefundenen überein.

Die benutzten RuS_2 - und OsS_2 -Präparate wurden auf Prof. GOLDSCHMIDTS Veranlassung von Dr. G. LUNDE dargestellt, und zwar auf nassem Wege nach den üblichen Verfahren. Die $MnTe_2$ - und $AuSb_2$ -Präparate stellte Prof. GOLDSCHMIDT selbst durch Zusammenschmelzen abgewogener Mengen der Komponenten im Wasserstoffstrom dar. Das $MnTe_2$ -Präparat war deutlich kristallin. Die Kristalle waren aber viel zu klein, um Winkelmessungen zu erlauben. Sie zeigten jedoch unter dem Mikroskop eine einfache Gestalt, die als Kombination von Würfel und Oktaeder gedeutet werden konnte. Im übrigen liegen von diesen Stoffen keine kristallographischen Daten vor, ausser von natürlich vorkommendem RuS_2 , dem Mineral Laurit, das kubische

¹⁾ V. M. GOLDSCHMIDT, Geochem. Verteilungsgesetze VIII. Det Norske Vid. Akad. Skr. I. Nr. 8, S. 99 und 148. 1926. ²⁾ La combinaison RuS_2 et sa structure. Rec. Trav. chim. Pays-Bas **46**, 173. 1927.

Kristalle bildet¹⁾. Auch Dichteangaben finden sich nur für den Laurit; wegen der kleinen zur Verfügung stehenden Stoffmengen konnten Dichtebestimmungen nicht ausgeführt werden. Wie man aber sehen wird, ist trotzdem die Richtigkeit der im folgenden ermittelten Strukturen kaum zu bezweifeln.

Infolge der feinkristallinen Beschaffenheit der Präparate konnte nur das Debye-Scherrer-Verfahren verwendet werden. Die Tabellen 1 bis 4 zeigen die Deutung der erhaltenen Aufnahmen, die sämtlich im mineralogischen Institut der Universität Oslo hergestellt wurden. Die Aufnahme von $MnTe_2$ zeigt, wie man aus Tabelle 3 ersieht, einige fremde Linien, die von Verunreinigungen des Präparates stammen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Verunreinigungen Te und $MnTe$ sind (siehe die Fussnoten zu Tabelle 3).

Tabelle 1. RuS_2 .Kupferstrahlung. $\lambda_\alpha = 1.539 \text{ \AA}$. Cameradurchmesser 57.65 mm.

$2d - s$ mm	φ Korr. 0.17°	$\sin^2 \varphi$ $= q_\alpha \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	$\sin^2 \varphi$ $= q_\beta \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	hkl	Intensität beob.
28.3	13.90	0.01923 · 3	—	1 1 1	s.
29.6	14.55	—	0.01578 · 4	2 0 0 _β	ss. ²⁾
32.75	16.12	0.01927 · 4	—	2 0 0'	m. +
36.7	18.07	0.01923 · 5	—	2 1 0	s. —
39.9	19.67	0.01887 · 6	—	2 1 1	ss. ²⁾
41.5	20.47	—	0.01528 · 8	2 2 0 _β	ss. ²⁾
46.6	23.00	0.01908 · 8	—	2 2 0'	m.
49.5	24.45	0.01903 · 9	0.01557 · 11	2 2 1, 3 0 0,	s. +
				3 1 1 _β	
55.2	27.27	0.01909 · 11	—	3 1 1'	st.
57.75	28.55	0.01903 · 12	—	2 2 2	s.
60.45	29.90	0.01911 · 13	—	3 2 0	ss.
63.0	31.15	0.01911 · 14	—	3 2 1	ss. +
68.0	33.63	0.01918 · 16	0.01538 · 20	4 0 0, 4 2 0 _β	ss.
74.85	37.05	0.01912 · 19	—	3 3 1	m.
77.25	38.23	0.01915 · 20	—	4 2 0	m. +
81.7	40.45	0.01913 · 22	0.01558 · 27	3 3 2, 3 3 3 _β ,	s.
				5 1 1 _β	
86.00	42.60	0.01909 · 24	—	4 2 2'	m.
92.35	45.73	0.01899 · 27	—	3 3 3, 5 1 1	st.
103.5	51.30	0.01903 · 32	—	4 4 0	m.
110.4	54.72	0.01904 · 35	—	5 3 1	m. +
112.75	55.90	0.01904 · 36	—	4 4 2, 6 0 0	m. +
117.3	58.15	0.01898 · 38	—	5 3 2, 6 1 1	ss. +
122.55	60.77	0.01904 · 40	—	6 2 0	m.

$$q_\alpha = 0.0191. \quad \alpha = 5.57 \text{ \AA}.$$

¹⁾ DEVILLE und DEBRAY stellten RuS_2 künstlich dar. Die erhaltenen Kristalle zeigten Würfel und Oktaeder. C. r. 89, 587. 1879. ²⁾ Verwaschen, nicht gut messbar.

Tabelle 2. OsS_2 .

Kupferstrahlung. $\lambda_a = 1.539 \text{ \AA}$. Cameradurchmesser 57.85 mm.

$2d - s$ mm	φ Korr. 0.08°	$\sin^2 \varphi$ $= q_a \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	$\sin^2 \varphi$ $= q_b \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	hkl	Intensität beob.
27.9	13.73	0.01879 · 3	—	111	m.
32.0	15.77	0.01846 · 4	—	200	st.
36.3	17.90	0.01889 · 5	—	210	sss. ¹⁾
?	—	6	—	211?	ssss. ¹⁾
41.5	20.47	—	0.01529 · 8	220 _{<i>j</i>}	ss.
46.1	22.71	0.01864 · 8	—	220	st. +
48.8	24.07	0.01847 · 9	0.01511 · 11	221. 300,	s.
				311 _{<i>e</i>}	
51.4	25.38	0.01838 · 10	0.01521 · 12	310, 222 _{<i>j</i>}	ssss. ¹⁾
54.4	26.83	0.01852 · 11	—	311	stst.
57.1	28.20	0.01861 · 12	—	222	s.
59.5	29.38	0.01852 · 13	—	320	ss.
62.1	30.67	0.01858 · 14	—	321	ss.
67.2	33.20	0.01874 · 16	0.01499 · 20	400, 420 _{<i>j</i>}	s. ¹⁾
73.8	36.47	0.01859 · 19	—	331	m. +
75.8	37.47	0.01850 · 20	—	420	st.
80.3	39.68	0.01856 · 22	0.01510 · 27	332, 333 _{<i>j</i>} ,	s.
				511 _{<i>j</i>}	
84.7	41.87	0.01856 · 24	—	422 _{<i>j</i>}	st. —
91.1	45.08	0.01855 · 27	—	333, 511	stst.
94.4	46.67	—	0.01512 · 35	531 _{<i>j</i>}	ssss.
102.1	50.48	0.01860 · 32	—	440	st. —
108.8	53.80	0.01860 · 35	—	531	st.
110.9	54.83	0.01856 · 36	—	442. 600	st. —
120.7	59.70	0.01864 · 40	—	620	st.

$q_a = 0.0186.$ $a = 5.64 \text{ \AA}.$

Tabelle 3. $MnTe_2$.

Eisenstrahlung. $\lambda_a = 1.934 \text{ \AA}$. Cameradurchmesser 57.65 mm.

$2d - s$ mm	φ Korr. 0.20°	$\sin^2 \varphi$ $= q_a \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	$\sin^2 \varphi$ $= q_b \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	hkl	Intensität beob.
35.6	17.49	—	—	—	s. ²⁾
37.1	18.24	0.01958 · 5	—	210	st.
40.7	20.02	0.01953 · 6	—	211	st.
47.4	23.36	0.01966 · 8	—	220?	s. ³⁾
49.5	24.40	—	—	—	ss. ²⁾
52.4	25.84	—	—	—	ssss. ²⁾
55.0	27.13	—	0.01600 · 13	320 _{<i>j</i>}	ss.
55.9	27.58	0.01950 · 11	—	311	st.

1) Verwaschen, nicht gut messbar. 2) Diese Linien können als Tellurlinien gedeutet werden, und zwar der Reihe nach als 101, 102 und 110. 3) Diese Linien können von der magnetkiesartigen Verbindung $MnTe$ stammen und sind dann der Reihe nach als 102, 103, 004, 114 und (212, 105) zu deuten. Über $MnTe$ siehe I. OFTEDAL, Z. physikal. Chem. 128, 135ff. 1927.

Tabelle 3 (Fortsetzung).

$2d - s$ mm	φ Korr. 0.20°	$\sin^2 \varphi$ $= q_{\alpha} \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	$\sin^2 \varphi$ $= q_{\beta} \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	hkl	Intensität beob.
57.4	28.32	—	0.01607 · 14	3 2 1 ₂	s.
61.2	30.21	0.01948 · 13	—	3 2 0 ₂	st.
62.3	30.76	—	—	—	s. 1)
63.7	31.45	0.01945 · 14	—	3 2 1	stst.
68.8	33.99	0.01953 · 16	—	4 0 0	m.
71.6	35.38	—	0.01597 · 21	4 2 1 ₂	m. 1)
80.5	39.80	0.01951 · 21	—	4 2 1	st.
82.9	40.99	0.01955 · 22	0.01593 · 27	3 3 2, 3 3 3 ₂ , 5 1 1 ₂	st. —
87.1	43.08	0.01945 · 24	0.01607 · 29	4 2 2, 4 3 2 ₂ , 5 2 0 ₂	s.
94.0	46.51	0.01947 · 27	—	3 3 3, 5 1 1	st. +
97.2	48.10	—	—	—	s. 1)
98.6	48.80	0.01953 · 29	—	4 3 2, 5 2 0	stst.
100.8	49.89	0.01949 · 30	—	5 2 1	m. +
102.2	50.59	—	0.01611 · 37	6 1 0 ₂	m. — 1)
103.8	51.38	—	0.01605 · 38	5 3 2 ₂ , 6 1 1 ₂	s.
105.5	52.23	0.01953 · 32	—	4 4 0	stst.
112.8	55.85	0.01957 · 35	0.01593 · 43	5 3 1, 5 3 3 ₂	m.
115.0	56.95	0.01951 · 36	—	4 4 2, 6 0 0	s.
117.5	58.19	0.01952 · 37	—	6 1 0	m. +
120.1	59.48	0.01953 · 38	—	5 3 2, 6 1 1	stst.

$$q_{\alpha} = 0.0195. \quad a = 6.93 \text{ \AA}.$$

Tabelle 4. $AuSb_2$.Kupferstrahlung. $\lambda_{\alpha} = 1.539 \text{ \AA}$. Cameradurchmesser 57.40 mm.

$2d - s$ mm	φ Korr. 0.30°	$\sin^2 \varphi$ $= q_{\alpha} \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	$\sin^2 \varphi$ $= q_{\beta} \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	hkl	Intensität beob.
27.5	13.43	0.01350 · 4	—	2 0 0	m.
30.7	15.02	0.01343 · 5	—	2 1 0	m.
33.7	16.52	0.01347 · 6	—	2 1 1	m.
35.2	17.27	—	0.01101 · 8	2 2 0 ₂	ss.
39.0	19.17	0.01348 · 8	—	2 2 0	m.
41.3	20.31	0.01340 · 9	0.01096 · 11	2 2 1, 3 0 0, 3 1 1 ₂	m. —
46.0	22.66	0.01350 · 11	—	3 1 1 ₂	stst.
46.8	23.06	—	0.01096 · 14	3 2 1 ₂	sss.
48.1	23.71	0.01348 · 12	—	2 2 2	s.
50.2	24.76	0.01350 · 13	—	3 2 0	s. +
52.2	25.75	0.01348 · 14	—	3 2 1	m. +
56.7	28.00	—	0.01102 · 20	4 2 0 ₂	ss.
58.1	28.70	—	0.01098 · 21	4 2 1 ₂	ss.
61.5	30.39	0.01347 · 19	—	3 3 1	s. —
63.3	31.29	0.01349 · 20	—	4 2 0	m. +
65.1	32.19	0.01351 · 21	—	4 2 1	m.
66.8	33.04	0.01351 · 22	0.01101 · 27	3 3 2, 3 3 3 ₂ , 5 1 1 ₂	m.

1) Siehe Fussnote 3 S. 293.

Tabelle 4 (Fortsetzung).

$2d - s$ mm	φ Korr. 0.30°	$\sin^2 \varphi$ $= q_a \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	$\sin^2 \varphi$ $= q_\beta \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$	hkl	Intensität beob.
70.2	34.74	0.01353 · 24	—	4 2 2	m. +
73.6	36.43	0.01356 · 26	0.01102 · 32	4 3 1, 5 1 0 4 4 0 ₂	s. —
75.1	37.18	0.01353 · 27	—	3 3 3, 5 1 1	stst.
78.2	38.73	0.01350 · 29	—	4 3 2, 5 2 0	m. +
79.9	39.58	0.01354 · 30	—	5 2 1	m. —
81.5	40.38	—	0.01105 · 38	5 3 2 ₂ , 6 1 1 ₂	sss.
83.1	41.17	0.01354 · 32	—	4 4 0	st. +
87.7	43.47	0.01352 · 35	0.01100 · 43	5 3 1, 5 3 3 ₂	s. +
89.1	44.17	0.01349 · 36	—	4 4 2, 6 0 0	m.
90.7	44.97	0.01350 · 37	—	6 1 0	s. —
92.4	45.82	0.01353 · 38	—	5 3 2, 6 1 1	m.
95.4	47.31	0.01351 · 40	—	6 2 0	m.
100.2	49.71	0.01353 · 43	—	5 3 3	st.
101.6	50.41	0.01350 · 44	0.01100 · 54	6 2 2, 5 5 2 ₂ , 6 3 3 ₂ , 7 2 1 ₂	s. +
103.2	51.21	0.01350 · 45	—	5 4 2, 6 3 0	s.
104.8	52.00	0.01350 · 46	0.01109 · 56	6 6 1, 6 4 2 ₂	s. —
108.2	53.70	0.01353 · 48	0.01101 · 59	4 4 4, 5 5 3 ₂ , 7 3 1 ₂	s. +
113.2	56.20	0.01354 · 51	—	5 5 1, 7 1 1	ss.
114.8	57.00	0.01353 · 52	—	6 4 0	s.
116.3	57.74	0.01350 · 53	(0.01100 · 65)	6 4 1, 7 2 0	s.
118.2	58.69	0.01351 · 54	—	5 5 2, 6 3 3 7 2 1	m.
121.6	60.39	0.01350 · 56	—	6 4 2	st.
127.4	63.29	0.01353 · 59	—	5 5 3, 7 3 1	stst.

$$q_a = 0.01350. \quad a = 6.62 \text{ \AA}.$$

Aus den Tabellen 1 bis 4 geht hervor, dass sich sämtliche Aufnahmen kubisch indizieren lassen. Die angegebenen Elementarwürfel müssen wenigstens mit hoher Wahrscheinlichkeit als die richtigen gelten. Die Fehlergrenzen der berechneten Kantenlängen können gleich etwa $\pm 0.02 \text{ \AA}$ angenommen werden. Bei $MnTe_2$ und $AuSb_2$ wurde eine genauere Bestimmung der Gitterkonstante vorgenommen, und zwar mittels des von WYCKOFF angegebenen Verfahrens, indem Pulveraufnahmen der Mischungen $MnTe_2 + NaCl$ bzw. $AuSb_2 + NaCl$ hergestellt und ausgemessen wurden (RuS_2 und OsS_2 konnten nicht nach diesem Verfahren untersucht werden, indem die winzigen zur Verfügung stehenden Stoffmengen inzwischen für andere Zwecke verbraucht worden waren). Die so gefundenen Gitterkonstanten sind die folgenden:

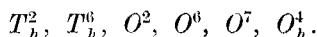
$$MnTe_2: a = 6.943 \text{ \AA} (\pm 0.002). \quad AuSb_2: a = 6.636 \text{ \AA} (\pm 0.010).$$

Die in den Tabellen 1 bis 4 verzeichneten Indizes in Verbindung mit der allgemeinen Formel RX_2 lassen vermuten, dass die Struk-

turen sämtlicher vier Stoffe zum Pyrittypus gehören. Wenn dies richtig ist, müssen die Elementarwürfel je vier Moleküle enthalten, was die folgenden Dichten verlangt:



Wie erwähnt, liegt eine Dichtebestimmung nur vom Mineral Laurit vor; es wird der Wert 6.99 angegeben, der, wie ersichtlich, sehr erheblich von der berechneten Dichte für RuS_2 abweicht. Dies ist jedoch nicht anders zu erwarten, denn der Laurit ist immer mit etwas Osmium verunreinigt, wodurch die Dichte des Minerals beträchtlich gesteigert wird. Die obigen berechneten Dichten können somit nicht kontrolliert werden; sie sind aber wenigstens sehr plausibel. Eine streng deduktive Arbeitsweise ist also hier nicht möglich. Wir machen aber die Annahme, dass die Elementarwürfel der vier Stoffe je vier Moleküle enthalten sollen. Bei Voraussetzung von Gleichwertigkeit aller Atome einer jeden Gattung handelt es sich somit hier um vier- und achtzähligen Lagen. Wie man aus den auftretenden Indizes (Tabelle 1 bis 4) ersieht, kommen körperzentrierte und flächenzentrierte Gitter nicht in Betracht. Die gesuchten Strukturen müssen also aus einfach kubischen Gittern aufgebaut sein. Es sind hiernach die folgenden Raumgruppen möglich¹⁾:



Von diesen erweist sich nur T_h^6 als brauchbar. Durch das Auftreten von Indizes wie 210 und 320 werden nämlich T_h^2 , O^2 und O_h^4 eliminiert und O^6 und O^7 können das Auftreten von 200 nicht erklären. (Es muss bemerkt werden, dass beim $MnTe_2$ O^6 und O^7 hierdurch nicht ausgeschlossen werden, denn 200 ist in den Aufnahmen dieser Verbindung nicht sichtbar. Aus Analogiegründen wollen wir jedoch annehmen, dass derselbe Strukturtypus bei sämtlichen vier Verbindungen gilt. Wie sich im folgenden zeigen wird, erhält 200 auch mit Benutzung der hier angegebenen Struktur beim $MnTe_2$ eine so kleine berechnete Intensität, dass eine entsprechende Linie nicht sichtbar sein dürfte.) Hiernach kommen nur die Lagen ($4b, 8h$)²⁾ und ($4c, 8h$) in Betracht. Diese beiden Fälle sind aber, wie man sich leicht überzeugen kann, identisch, und zwar entsprechen sie beide den Lagen des Typus Pyrit. Wir berechnen also die Linienintensitäten für unsere

1) R. W. G. WYCKOFF, The analytical Expression usw. Washington 1922.

2) Bezeichnungsweise nach WYCKOFF, Op. zit.

vier Verbindungen unter Annahme von Pyritstruktur. Zu diesem Zwecke muss zunächst für jede Verbindung ein Parameter der X-Lagen bestimmt werden. Da die Pulveraufnahmen (infolge des Zusammenfallens der Interferenzen hkl und lkh usw.) gegen Änderungen des Parameters ziemlich unempfindlich sind, können die Parameter hier nur angenähert festgelegt werden. Bei der Berechnung der Tabellen 5 bis 8 wurde überall u gleich $1/8$ ¹⁾ gesetzt, und einzelne Stichproben haben gezeigt, dass die richtigen Werte nicht weit davon liegen können²⁾. Wie man sieht, ist die Übereinstimmung zwischen berechneten und beobachteten Intensitäten auch durchaus befriedigend. Die Berechnung der Intensitäten wurde mittels der Formel:

$$I_{\text{ber.}} = \frac{s \cdot A^2}{h^2 + k^2 + l^2}$$

durchgeführt³⁾. Die meisten der angegebenen Intensitäten setzen sich selbstverständlich aus mehreren ungleichen Komponenten zusammen. Die in den Tabellen 5 bis 8 verzeichneten beobachteten Intensitäten sind Ergebnisse sorgfältiger Abschätzungen. Ein beigefügtes ? bedeutet, dass die betreffende Linie mit einer anderen zusammenfällt, so dass ihre Intensität nicht mit Sicherheit beobachtet werden kann.

Tabelle 5. RuS_2 . Vergleich zwischen berechneten und beobachteten Intensitäten.

$h^2 + k^2 + l^2$	I. ber.	I. beob.	$h^2 + k^2 + l^2$	I. ber.	I. beob.	$h^2 + k^2 + l^2$	I. ber.	I. beob.
3	227	s.	16	6	0?	29	38	0
4	216	m. +	17	0	0	30	26	0
5	74	s. -	18	0	0	32	150	m.
6	64	ss.	19	107	m.	33	0	0
8	216	m.	20	173	m. +	34	0	0
9	0	0?	21	35	sss.	35	116	m. +
10	0	0	22	17	0?	36	120	m. +
11	479	st.	24	144	m.	37	10	0
12	96	s.	25	0	0	38	30	ss. +
13	29	ss.	26	0	0	40	86	m.
14	55	ss. +	27	259	st.			

1) Bei Voraussetzung der R-Lagen $4c$. Wenn $4b$ benutzt wird, ist der entsprechende Parameterwert $1/2$ bis $1/8$. 2) Man kann etwa die folgenden Grenzen angeben: $1/7 > u > 1/9$. 3) Bei der Berechnung der Strukturamplituden A wurden die Streuvermögen proportional den betreffenden Atomnummern angenommen.

Tabelle 6. OsS_2 . Vergleich zwischen berechneten und beobachteten Intensitäten.

$h^2+k^2+l^2$	I. ber.	I. beob.	$h^2+k^2+l^2$	I. ber.	I. beob.	$h^2+k^2+l^2$	I. ber.	I. beob.
3	789	m.	16	54	ss.?	29	38	0?
4	600	st.	17	0	0	30	26	0
5	74	sss.	18	0	0	32	294	st.—
6	64	sss.—	19	374	m.+	33	0	0
8	600	st.+	20	480	st.	34	0	0
9	0	0?	21	35	0	35	406	st.
10	0	0	22	17	0?	36	333	st.—
11	1135	stst.	24	400	st.—	37	10	0
12	267	s.	25	0	0	38	30	0?
13	29	ss.	26	0	0	40	240	st.
14	55	ss.	27	616	stst.			

Tabelle 7. $MnTe_2$. Vergleich zwischen berechneten und beobachteten Intensitäten.

$h^2+k^2+l^2$	I. ber.	I. beob.	$h^2+k^2+l^2$	I. ber.	I. beob.	$h^2+k^2+l^2$	I. ber.	I. beob.
4	24	0	16	54	m.	27	109	st.+
5	300	st.	17	0	0	29	155	stst.
6	256	st.	18	0	0	30	102	m.+
8	24	0?	19	3	0	32	150	stst.
9	0	0	20	19	0	33	0	0
10	0	0	21	143	st.	34	0	0
11	201	st.	22	70	st.—	35	3	0?
12	10	0	24	16	0?	36	14	s.
13	115	st.	25	0	0	37	41	m.
14	220	stst.	26	0	0	38	121	stst.

Tabelle 8. $AuSb_2$. Vergleich zwischen berechneten und beobachteten Intensitäten.

$h^2+k^2+l^2$	I. ber.	I. beob.	$h^2+k^2+l^2$	I. ber.	I. beob.	$h^2+k^2+l^2$	I. ber.	I. beob.
4	154	m.	22	44	s.?	42	0	0
5	188	m.	24	102	m.+	43	118	st.
6	160	m.	25	0	0	44	56	s.?
8	154	m.	26	0	0?	45	63	s.
9	0	0?	27	251	stst.	46	42	s.—?
10	0	0	29	97	m.+	48	1	0?
11	462	stst.	30	64	m.—	49	0	0
12	68	s.	32	194	st.+	50	0	0
13	72	s.+	33	0	0	51	31	ss.
14	137	m.+	34	0	0	52	47	s.
16	2	0	35	44	s.+	53	53	s.?
17	0	0	36	85	m.	54	71	m.
18	0	0	37	25	s.—	56	88	st.
19	41	s.—	38	76	m.	57	0	0
20	123	m.+	40	61	m.	58	0	0
21	90	m.	41	0	0	59	258	stst.

Anhang.

Bei einer Gelegenheit habe ich eine genauere Bestimmung der Gitterkonstante von Pyrit aus Kongsberg ausgeführt, und es dürfte hier eine geeignete Stelle sein, das Ergebnis mitzuteilen.

Es wurde nach dem Verfahren von WYCKOFF eine Aufnahme der Pulvermischung Pyrit + Steinsalz hergestellt, und zwar mit Eisenstrahlung. Die Ausmessung und Berechnung der Aufnahme ergab für die Gitterkonstante des Pyrites den Wert:

$$5.414 \text{ \AA} (\pm 0.003).$$

Die entsprechende berechnete Dichte ist 4.99 ± 0.01 , in ausgezeichneter Übereinstimmung mit den Dichteangaben der Literatur.

Zusammenfassung.

Die Pulveraufnahmen der Verbindungen RuS_2 , OsS_2 , $MnTe_2$ und $AuSb_2$ lassen sich mittels des Strukturtypus Pyrit vollständig deuten. Der Parameter ist bei sämtlichen Verbindungen von derselben Grössenordnung wie bei den übrigen bekannten Strukturen vom Pyrittypus, nämlich etwa $\frac{1}{8}$ (bzw. $\frac{1}{2} \pm \frac{1}{8}$).

Bei $MnTe_2$ und $AuSb_2$ — und ausserdem beim Pyrit aus Kongsberg — wurde eine genauere Bestimmung der Gitterkonstante ausgeführt.

Oslo, Mineralogisches Institut der Universität.

Juni 1928.