

RÖNTGENOGRAPHISCHE FEINBAUSTUDIEN

HERAUSGEGEBEN VON
FRIEDRICH RINNE
INSTITUT FÜR MINERALOGIE UND PETROGRAPHIE
DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

DES XXXVIII. BANDES
DER ABHANDLUNGEN DER MATHEMATISCH-PHYSISCHEN KLASSE
DER SACHSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
N^o III

MIT 32 FIGUREN

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

1921

Einzelpreis 5 Mark

ABHANDLUNGEN DER MATHEMATISCH-PHYSISCHEN KLASSE DER SÄCHSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZU LEIPZIG

- I. BAND. (1. Bd.)* 1852.** brosch. Preis *M.* 13. 60.
- A. F. MÖBIUS, Über die Grundformen der Linien der dritten Ordnung. Mit 1 Tafel. 1849. *M.* 2. 40.
- P. A. HANSEN, Auflösung eines beliebigen Systems von linearen Gleichungen. — Über die Entwicklung der Größe $(1 - 2\alpha H + \alpha^2)^{\frac{1}{2}}$ nach den Potenzen von α . 1849. *M.* 1. 20.
- A. SEEBECK, Über die Querschwingungen elast. Stäbe. 1849. *M.* 1. —
- C. F. NAUMANN, Über die cyclocentrische Conchospirale u. über das Windungsgesetz von Planorbis Corneus. 1849. *M.* 1. —
- W. WEBER, Elektrodynamische Maßbestimmungen (Widerstandsmessungen). 2. Abdruck. 1863. *M.* 3. —
- F. REICH, Neue Versuche mit der Drehwaage. 1852. *M.* 2. —
- M. W. DROBISCH, Zusätze z. Florent. Problem. Mit 1 Taf. 1852. *M.* 1. 60.
- W. WEBER, Elektrodynamische Maßbestimmungen (Diamagnetismus). Mit 1 Tafel. 2. Abdruck. 1867. *M.* 2. —
- II. BAND. (4. Bd.) 1855.** brosch. Preis *M.* 20. —
- M. W. DROBISCH, Über musikalische Tonbestimmung und Temperatur. Mit 1 Tafel. 1852. *M.* 3. —
- W. HOFMEISTER, Beiträge zur Kenntniss der Gefäßkryptogamen. I. Mit 18 Tafeln. 1852. *M.* 4. —
- P. A. HANSEN, Entwicklung des Produkts einer Potenz des Radius Vectors mit dem Sinus oder Cosinus eines Vielfachen der wahren Anomalie in Reihen, die nach den Sinussen oder Cosinussen der Vielfachen der wahren, excentrischen oder mittleren Anomalie fortschreiten. 1853. *M.* 3. —
- Entwicklung der negativen und ungraden Potenzen der Quadratwurzel der Function $r^2 + r'^2 - 2rr'(\cos U \cos U' + \sin U \sin U' \cos J)$. 1854. *M.* 3. —
- O. SCHLÖMILCH, Über die Bestimmung der Massen und der Trägheitsmomente symmetrischer Rotationskörper von ungleichförmiger Dichtigkeit. 1854. *M.* —. 80.
- Über einige allgemeine Reihenentwicklungen und deren Anwendung auf die elliptischen Functionen. 1854. *M.* 1. 60.
- P. A. HANSEN, Die Theorie des Äquatorials. 1855. *M.* 2. 40.
- C. F. NAUMANN, Über die Rationalität der Tangenten-Verhältnisse tautozonaler Krystallflächen. 1855. *M.* 1. —
- A. F. MÖBIUS, Die Theorie der Kreisverwandtschaft in rein geometrischer Darstellung. 1855. *M.* 2. —
- III. BAND. (5. Bd.) 1857.** brosch. Preis *M.* 19. 20.
- M. W. DROBISCH, Nachträge zur Theorie der musikalischen Tonverhältnisse. 1855. *M.* 1. 20.
- P. A. HANSEN, Auseinandersetzung einer zweckm. Methode z. Berechn. d. absoluten Störungen d. klein. Planeten. 1. Abhdlg. 1856. *M.* 5. —
- R. KOHLRAUSCH und W. WEBER, Elektrodynamische Maßbestimmungen, insbesondere Zurückführung der Stromintensitätsmessungen auf mechanisches Maß. 2. Abdruck. 1839. *M.* 1. 60.
- H. D'ARREST, Resultate aus Beobachtungen der Nebelflecken und Sternhaufen. Erste Reihe. 1856. *M.* 2. 40.
- W. G. HANKEL, Elektr. Untersuchungen. 1. Abhdlg.: Üb. d. Mess. d. atmosph. Elektrizität nach absol. Maße. Mit 2 Taf. 1856. *M.* 6. —
- W. HOFMEISTER, Beiträge zur Kenntnis der Gefäßkryptogamen. II. Mit 13 Tafeln. 1857. *M.* 4. —
- IV. BAND. (6. Bd.) 1859.** brosch. Preis *M.* 22. 50.
- P. A. HANSEN, Auseinandersetzung einer zweckm. Methode z. Berechn. d. absoluten Störungen d. klein. Planeten. 2. Abhdlg. 1857. *M.* 4. —
- W. G. HANKEL, Elektrisch. Untersuchungen. 2. Abhdlg.: Über die thermo-elektrischen Eigenschaften des Boracites. 1857. *M.* 2. 40.
- Elektrische Untersuchungen. 3. Abhdlg.: Über Elektrizitäts-erregung zwischen Metallen und rhiziten Salzen. 1858. *M.* 1. 60.
- P. A. HANSEN, Theorie der Sonnenfiternisse und verwandter Erscheinungen. Mit 2 Tafeln. 1858. *M.* 6. —
- G. T. FECHNER, Über ein wichtiges psychophysikalisch. Grundgesetz u. dessen Beziehung zur Schätzung der Sterngrößen. 1858. *M.* 2. —
- W. HOFMEISTER, Neue Beiträge zur Kenntnis der Embryobildung der Phanerogamen. I. Dikotyledonen m. ursprüngl. einzelligen, nur durch Zellteilung wachsl. Endosperm. Mit 27 Taf. 1859. *M.* 8. —
- V. BAND. (7. Bd.) 1861.** brosch. Preis *M.* 24. —
- W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 4. Abhdlg.: Über das Verhalten d. Weingeistflamme in elektr. Beziehung. 1859. *M.* 2. —
- P. A. HANSEN, Auseinandersetzung einer zweckm. Methode z. Berechn. d. absoluten Störungen d. klein. Planeten. 3. Abhdlg. 1859. *M.* 7. 20.
- G. T. FECHNER, Üb. ein. Verh. d. binocularen Sehens. 1860. *M.* 5. 60.
- G. METTENIUS, 2 Abhdlgen: I. Beiträge zur Anatomie d. Cycaden. Mit 5 Taf. II. Über Seitenknospen bei Farnen. 1860. *M.* 3. —
- W. HOFMEISTER, Neue Beiträge zur Kenntnis der Embryobildung d. Phanerogamen. II. Monokotyledonen. Mit 25 Taf. 1861. *M.* 8. —
- VI. BAND. (9. Bd.) 1864.** brosch. Preis *M.* 19. 20.
- W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 5. Abhdlg.: Maßbestimmungen der elektromotor. Kräfte. 1. Teil. 1861. *M.* 1. 60.
- Messungen über die Absorption der chemischen Strahlen des Sonnenlichtes. 1862. *M.* 1. 20.
- P. A. HANSEN, Darlegung der theoretischen Berechnungen der in den Mondtafeln angewandten Störungen. 1. Abhdl. 1862. *M.* 9. —
- G. METTENIUS, Üb. d. Bau v. Angiopteris. Mit 10 Taf. 1863. *M.* 4. 40.
- W. WEBER, Elektrodynamische Maßbestimmungen, insbesondere über elektrische Schwingungen. 1864. *M.* 3. —
- VII. BAND. (11. Bd.) 1865.** brosch. Preis *M.* 17. —
- P. A. HANSEN, Darlegung der theoretischen Berechnung der in den Mondtafeln angewandten Störungen. 2. Abhdl. 1864. *M.* 9. —
- G. METTENIUS, Über d. Hymenophyllaceae. Mit 5 Taf. 1864. *M.* 3. 60.
- P. A. HANSEN, Relationen einestheils zwischen Summen u. Differenzen u. andertheils zwischen Integralen u. Differentialen. 1865. *M.* 2. —
- W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 6. Abhdlg.: Maßbestimmungen der elektromotor. Kräfte. 2. Teil. 1865. *M.* 2. 80.
- VIII. BAND. (13. Bd.) 1869.** brosch. Preis *M.* 24. —
- P. A. HANSEN, Geodätische Untersuchungen. 1865. *M.* 5. 60.
- Bestimmung des Längzuunterschiedes zwischen den Sternwarten zu Gotha und Leipzig, unter spiner Mitwirkung ausgeführt von Dr. Auwers und Prof. Bruhns im April des Jahres 1865. Mit 1 Figurentafel. 1866. *M.* 2. 80.
- W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 7. Abhdlg.: Über die thermoelektr. Eigensch. d. Bergkrystalles. M. 2 Taf. 1866. *M.* 2. 40.
- P. A. HANSEN, Tafeln der Egeria mit Zugrundelegung der in den Abhandlungen der K. S. Ges. d. Wissenschaften in Leipzig veröffentlichten Störungen dieses Planeten berechnet und mit einleitenden Aufsätzen versehen. 1867. *M.* 6. 80.
- Von der Methode der kleinsten Quadrate im Allgemeinen und in ihrer Anwendung auf die Geodäsie. 1867. *M.* 6. —
- IX. BAND. (14. Bd.) 1871.** brosch. Preis *M.* 18. —
- P. A. HANSEN, Fortgesetzte geodätische Untersuchungen, bestehend in zehn Supplementen zur Abhandlung von der Methode der kleinsten Quadrate im Allgemeinen und in ihrer Anwendung auf die Geodäsie. 1868. *M.* 5. 40.
- Entwicklung e. neuen veränd. Verfahrens zur Ausgleichung e. Dreiecksnetzes mit besond. Betracht. d. Falles, in welchem gewisse Winkel vorausbestimmte Werte bekommen sollen. 1869. *M.* 3. —
- Supplement zu der geodätischen Unters. benannten Abhandlg. die Reduction d. Winkel ein. sphäroid. Dreiecks betr. 1869. *M.* 2. —
- W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 8. Abhdlg.: Über die thermoelektr. Eigensch. des Topases. Mit 4 Tafeln. 1870. *M.* 2. 40.
- P. A. HANSEN, Bestimmung d. Sonnenparallaxe durch Venusvorübergänge vor d. Sonnenscheibe mit besond. Berücksicht. d. i. J. 1871 eintreffenden Vorüberganges. Mit 2 Planigloben. 1870. *M.* 3. —
- G. T. FECHNER, Zur experiment. Ästhetik. 1. Teil. 1871. *M.* 2. —
- X. BAND. (15. Bd.) 1874.** brosch. Preis *M.* 21. —
- W. WEBER, Elektrodynamische Maßbestimmungen, insbesondere über das Prinzip der Erhaltung der Energie. 1871. *M.* 1. 60.
- P. A. HANSEN, Untersuchungen des Weges eines Lichtstrahls durch eine belieb. Anzahl v. brechenden sphär. Oberflächen. 1871. *M.* 3. 60.
- C. BRUHNS und E. WEISS, Bestimmung der Längendifferenz zwischen Leipzig und Wien. 1872. *M.* 2. —
- W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 9. Abhdlg.: Über die thermoelektr. Eigensch. d. Schwerspathes. M. 4 Taf. 1872. *M.* 2. —
- Elektrische Untersuchungen. 10. Abhdlg.: Über die thermoelektr. Eigenschaften des Aragonites. Mit 3 Tafeln. 1872. *M.* 2. —
- C. NEUMANN, Über die den Kräften elektrodynamischen Ursprungs zuzuschreibenden Elementargesetze. 1873. *M.* 3. 80.
- P. A. HANSEN, Von der Bestimmung der Teilungsfehler eines gradlinigen Maßstabes. 1874. *M.* 4. —
- Über d. Darstellung d. grad. Aufsteigens u. Abweichens d. Mondes in Funktion d. Länge in d. Bahn u. d. Knotenlänge. 1874. *M.* 1. —
- Dioptr. Untersuchungen mit Berücksicht. d. Farberzerstreuung u. d. Abweich. wegen Kugelgestalt. 2. Abhdlg. 1874. *M.* 2. —
- XI. BAND. (18. Bd.) 1878.** brosch. Preis *M.* 21. —
- G. T. FECHNER, Üb. d. Ausgangswert d. kleinst. Abweichungssumme, dess. Bestimmung, Verwendung u. Verallgemein. 1874. *M.* 2. —
- C. NEUMANN, Über das von Weber für die elektrischen Kräfte aufgestellte Gesetz. 1874. *M.* 3. —
- W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 11. Abhdlg.: Über die thermoelektrischen Eigenschaften des Kalkspathes, des Berylls, des Idocrases und des Apophyllites. Mit 3 Tafeln. 1875. *M.* 2. —
- P. A. HANSEN, Über die Störungen der großen Planeten, insbesondere des Jupiter. 1875. *M.* 6. —
- W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 12. Abhdlg.: Über die thermoelektrischen Eigenschaften des Gypses, des Diopsids, des Orthoklases, des Albits u. des Periklins. Mit 4 Taf. 1875. *M.* 2. —
- W. SCHEIBNER, Dioptrische Untersuchungen, insbesondere über das Hansensche Objektiv. 1876. *M.* 3. —
- C. NEUMANN, Das Webersche Gesetz bei Zugrundelegung der unitarischen Anschauungsweise. 1876. *M.* 1. —
- W. WEBER, Elektrodynam. Maßbestimmungen, insbesondere über die Energie der Wechselwirkung. Mit 1 Tafel. 1878. *M.* 2. —
- XII. BAND. (20. Bd.) 1883.** brosch. Preis *M.* 22. —
- W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 13. Abhdlg.: Über die thermoelektrischen Eigenschaften des Apatits, Brucits, Celestins, Prehnits, Natroliths, Skolezits, Datoliths und Axinitis. Mit 3 Tafeln. 1878. *M.* 3. —
- W. SCHEIBNER, Zur Reduktion elliptischer Integrale in reeller Form. 1879. *M.* 5. —
- Supplement zur Abhandlung über die Reduktion elliptischer Integrale in reeller Form. 1880. *M.* 1. 50.
- W. G. HANKEL, Elektr. Untersuchungen. 14. Abhdlg.: Über d. photo- u. thermoelektr. Eigensch. d. Flußspathes. Mit 3 Taf. 1879. *M.* 2. —
- C. BRUHNS, Neue Best. d. Längendiff. zwisch. d. Sternwarte in Leipzig u. d. neuen Sternwarte auf d. Türkenschanze in Wien. 1880. *M.* 2. 40.
- C. NEUMANN, Über die peripolaren Koordinaten. 1880. *M.* 1. 50.
- Die Verteil. d. Elektrizität auf ein. Kugelkalotte. 1880. *M.* 2. 40.
- W. G. HANKEL, Elektr. Unters. 15. Abhdlg.: Über die aktino- u. piezoel. Eigenschaften des Bergkrystalles und ihre Beziehung zu den thermoelektrischen. Mit 4 Tafeln. 1881. *M.* 2. —
- Elektrische Untersuchungen. 16. Abhdlg.: Über die thermoelektr. Eigenschaften d. Helvins, Mellits, Pyromorphits, Mimetesits, Phenakits, Pennins, Dioptrases, Strontianits, Witherits, Cerussits, Euklases und Titanits. Mit 3 Tafeln. 1882. *M.* 2. —
- Elektrische Untersuchungen. 17. Abhdlg.: Über die bei einigen Gasentwicklungen auftretenden Elektrizitäten. 1883. *M.* 1. 80.

RÖNTGENOGRAPHISCHE FEINBAUSTUDIEN

HERAUSGEGEBEN VON
FRIEDRICH RINNE
INSTITUT FÜR MINERALOGIE UND PETROGRAPHIE
DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

Vorgetragen für die Abhandlungen Teil I und II am
7. 6., Teil III am 19. 7., Teil IV am 1. 11. 1920.
Das Manuskript eingeliefert von Teil I und II am 7. 6.,
von Teil III am 19. 7., von Teil IV am 1. 11. 1920.
Der letzte Bogen druckfertig erklärt am 15. 6. 1921.

ISBN 978-3-663-15259-0
DOI 10.1007/978-3-663-15824-0

ISBN 978-3-663-15824-0 (eBook)

1.
ÜBER DIE
RAUMGRUPPE DES OLIVINS
VON
CHARLOTTE BERNDT
MIT 6 FIGUREN.

MITTEILUNG AUS DEM INSTITUT FÜR MINERALOGIE UND
PETROGRAPHIE DER UNIVERSITÄT LEIPZIG*)
N. FOLGE (SEIT 1909) NR. 132

*) Leitung der Arbeit durch F. RINNE und E. SCHIEBOLD.

I. Material.

Das Material der Untersuchung bestand aus „orientalischen Olivinen“ von klarer hellgrüner Färbung.

Um ihren Gehalt an FeO annähernd zu bestimmen, wurde der Winkel der optischen Axen im Natriumlicht gemessen. Es ergab sich aus den Mittelwerten $2H_a = 99^\circ 40'$ um $\gamma = a$ und $2H_o = 105^\circ 20'$ $2V_\gamma = 87^\circ 44'$. Nach Untersuchungen von Penfield und E. H. Forbes (Lit. 10) sowie M. Stark (Lit. 18) über die Beziehungen des Gehaltes an FeO zu $2V$ enthalten die vorliegenden Olivine, ca. 7% FeO, wonach das Verhältnis von Mg:Fe 31,09:5,44, also rund 6:1 ist.

II. Präparate und Apparatur der Röntgenaufnahmen.

Von den Kristallen wurden mit dem Wülfingschen Apparat parallelfächige Schiffe nach folgenden Flächen angefertigt: (100), (010), (001), (110), (130), (011), (021), (101), (111), (131). Auf die Weise wurde erreicht, daß in den Laueaufnahmen die Reflexe aller wichtigen Strukturebenen des Olivins erschienen.

Zur Erzeugung der Lauediagramme dienten die Röntgenstrahlen einer Lilienfeldröhre mit Wolframantikathode. Es betrug die Härte der Röhre 7—8 (Wehnelt-skala), der Heizstrom besaß 12,5 Amp., der Zündstrom 8,8 Milliamp., der Röntgenstrom 5,8 Milliamp., Dauer der Aufnahmen ca. 20 Min., Plattenmaterial Hauff Ultra-Rapid.

III. Allgemeines über die Deutung der Lauediagramme.

Die Punkte der Lauediagramme wurden mittels der Polarkoordinaten α und φ berechnet; (Lit. 11, 12, 16) α ist der Glanzwinkel, φ das Azimut des gemessenen Reflexes zu einer ausgezeichneten Richtung des Schliffpräparates.

Die allgemeine Berechnungsformel für das rhombische bipyramidale System lautet nach E. Schiebold (Lit. 16):

$$h : k : l = \left(\frac{u \cdot h_0}{J_0} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} + \frac{u^2 h_0 l_0}{J_0 E_0} \operatorname{tg} \varphi - \frac{u^2 k_0}{E_0} \right) : \left(\frac{u k_0}{J_0} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} + \frac{u^2 k_0 l_0}{J_0 E_0} \operatorname{tg} \varphi + \frac{h_0}{E_0} \right) : \left(\frac{u l_0}{J_0} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} - \frac{E_0}{J_0} \operatorname{tg} \varphi \right)$$

h, k, l sind die Indizes der aufgenommenen Fläche.

$$J_0 = \sqrt{h_0^2 v^2 + k_0^2 u^2 v^2 + l_0^2 u^2}$$

$$E_0 = \sqrt{J_0^2 - u^2 l_0^2}$$

$u = \frac{a}{b}$, $v = \frac{c}{b}$, wenn $a : b : c$ das Axenverhältnis des Kristalles ist.

Die Punkte auf der photographischen Platte wurden zwecks leichter Identifizierung mit Nummern versehen und die Aufnahmen auf eine Pause übertragen, um auf ihr die Zonen auszuziehen. Im übrigen verhalf eine gnomonische Projektion zur Kontrolle der berechneten Werte.

IV. Deutung der Lauediagramme.

1. Pinakoide.

Diagramm {100}. Die Aufnahme folgt den Symmetriebedingungen der rhombisch-bipyramidalen Klasse. Schwache Punkte treten zwar bisweilen unsymmetrisch auf, das findet indes seine Erklärung in einer geringen Abweichung der Richtung des Primärstrahles von der Flächennormale des Präparates. Durch Schiefe des Schliffes erleiden äußere Punkte in den vier symmetrischen Richtungen eine ungleichmäßige Absorption, derzufolge schwache Intensitäten die Empfindlichkeitsschwelle der photographischen Platte teilweise nicht mehr erreichen. Andererseits bringt es die Art des zugrunde liegenden kontinuierlichen Spektrums mit sich, daß an seiner unteren Grenze ihm von zwei wenig verschiedenen Wellenlängen die eine gerade noch angehört, die andere außerhalb liegt. Das erklärt bei einem etwas schiefen Präparate das unsymmetrische Auftreten von Reflexen im Innern des Diagramms.

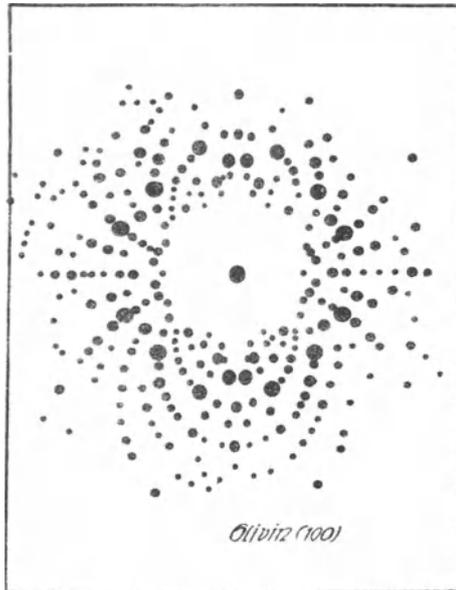


Fig. 1a.

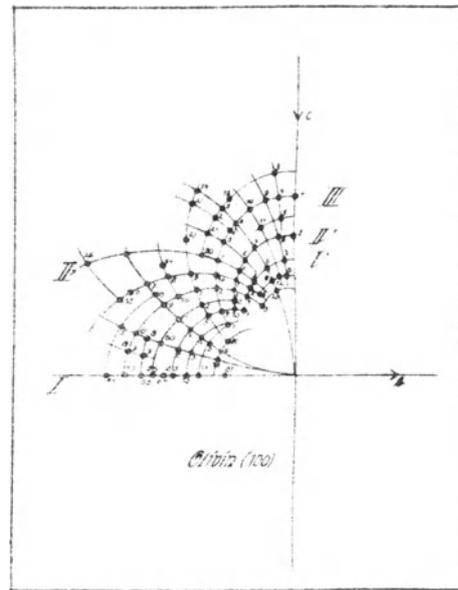


Fig. 1b.

Als Formel für die Berechnung der Reflexe auf {100} wurde benutzt:

$$h:k:l = 1 : \left(-\frac{1}{u} \cos \varphi \cot a\right) : \frac{v}{u} (\sin \varphi \cot a)$$

Als Nullmeridian diente die b-Axe.

Die Zonen des Diagramms zeigen keine auffallenden Eigenheiten; als wichtigste sind zu nennen: [001]_I, [201]_{II}, [401]_{III}, [501]_{IV}, [601]_V. Flächen mit großer Intensität: (116)_I, (135)₁₇, (174)₅₂, (192)₆₇.

Tabelle 1.

Flächen und Zonen auf (100).

Nr.	Index	Zonen- symbol	Nr.	Index	Zonen- symbol	Nr.	Index	Zonen- symbol
1	104	[0 $\bar{1}$ 0]	44	2. 13. 0	[13. $\bar{2}$. 0]	44	2. 13. 0	[001]
2	105		45	2. 13. 2		47	170	
3	217		46	2. 13. 4		56	2. 15. 0	
4	218	[1 $\bar{2}$ 0]	47	170	[7. $\bar{1}$. 0]	59	180	[001]
5	219		48	2. 14. 1		64	2. 17. 0	
9	238	[3 $\bar{2}$ 0]	49	172	[15. $\bar{2}$. 0]	65	190	[001]
10	124	[2 $\bar{1}$ 0]	50	2. 14. 5		72	1. 10. 0	
11	249		51	173	75	1. 11. 0		
12	127	[5 $\bar{2}$ 0]	52	174	[8 $\bar{1}$ 0]	81	1. 16. 0	[001]
13	257		53	175		48	2. 14. 1	
14	133	[3 $\bar{1}$ 0]	54	176	[17. $\bar{2}$. 0]	57	2. 15. 1	[001]
15	267		55	178		45	2. 13. 2	
16	134		56	2. 15. 0		58	2. 15. 2	
17	135	[4 $\bar{1}$ 0]	57	2. 15. 1	[9 $\bar{1}$ 0]	60	184	[001]
18	136		58	2. 15. 2		66	191	
19	137	[7 $\bar{2}$ 0]	59	180	[10. $\bar{1}$. 0]	73	1. 10. 1	[001]
20	138		60	181		78	1. 13. 1	
21	276		61	182		28	2. 10. 3	
22	277	[9 $\bar{2}$ 0]	62	183	[11. $\bar{1}$. 0]	35	2. 12. 3	[001]
23	278		63	185		29	152	
24	287	[5 $\bar{1}$ 0]	64	2. 17. 0	[13. $\bar{1}$. 0]	37	162	[001]
25	144		65	190		46	2. 13. 4	
26	145		66	191		49	172	
27	296	[11. $\bar{2}$. 0]	67	192	[11. $\bar{1}$. 0]	61	182	[001]
28	2. 10. 3		68	193		67	192	
29	152	[6 $\bar{1}$ 0]	69	194	[13. $\bar{1}$. 0]	74	1. 10. 2	[001]
30	2. 10. 7		70	195		76	1. 11. 2	
31	154		71	196		79	1. 13. 2	
32	155	[11. $\bar{2}$. 0]	72	1. 10. 0	[10. $\bar{1}$. 0]	34	2. 11. 5	[001]
33	156		73	1. 10. 1		38	2. 12. 5	
34	2. 11. 5	[6 $\bar{1}$ 0]	74	1. 10. 2	[13. $\bar{1}$. 0]	50	2. 14. 5	[001]
35	2. 12. 3		75	1. 11. 0		14	133	
37	162		76	1. 11. 2		21	276	
38	2. 12. 5	[6 $\bar{1}$ 0]	77	1. 11. 4	[13. $\bar{1}$. 0]	27	296	[001]
39	163		78	1. 13. 1		39	163	
40	164	[6 $\bar{1}$ 0]	79	1. 13. 2	[13. $\bar{1}$. 0]	51	173	[001]
41	165		80	1. 13. 3		62	183	
42	166		79	1. 13. 2		68	193	
43	167		80	1. 13. 3		80	1. 13. 3	

Nr.	Index	Zonen-symbol	Nr.	Index	Zonen-symbol	Nr.	Index	Zonen-symbol
3	217	[702]	5	219	[902]	8	117	[701]
13	257		11	249		12	127	
15	267		2	105		19	137	
22	277		6	115		43	167	
24	287		17	135		20	138	
30	2. 10. 7		26	145		55	178	
1	104	[101]	32	155	[501]			[801]
4	218		41	165				
9	238		53	175				
10	124		63	185				
16	134		70	195				
23	278		7	116				
25	144		18	136				
31	154		33	156				
40	164		54	176				
52	174		71	196				
69	194							
77	I. II. 4							

Diagramm (010). Der Nullmeridian der Ablesung ist die a-Axe; die Berechnung erfolgte nach der Formel:

$$h : k : l : (u \cos \varphi \cot a) : l : (v \sin \varphi \cot a)$$

Das Diagramm hat ein paar stark hervortretende Zonen, dazwischen viele von weniger deutlicher Ausbildung. Von den ersteren sind als besonders reich besetzt zu erwähnen: $[110]_I$ $[130]_{II}$ $[021]_{III}$. Punkte mit grosser Intensität: $(112)_{41}$, $(211)_{85}$, $(213)_{88}$, $(310)_{95}$, $(311)_{97}$, $(312)_{98}$, $(320)_{66}$, $(321)_{68}$, $(530)_{76}$.

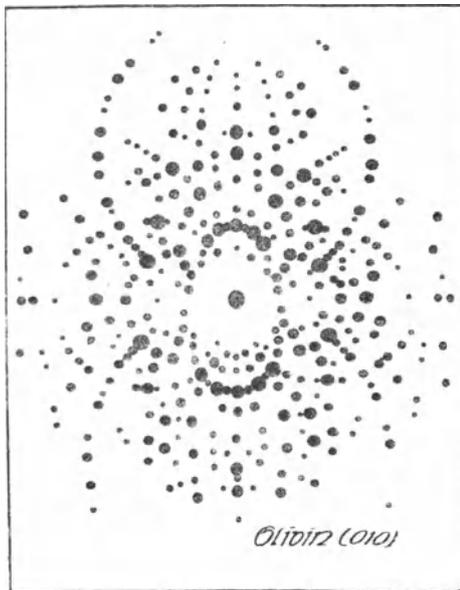


Fig. 2a.

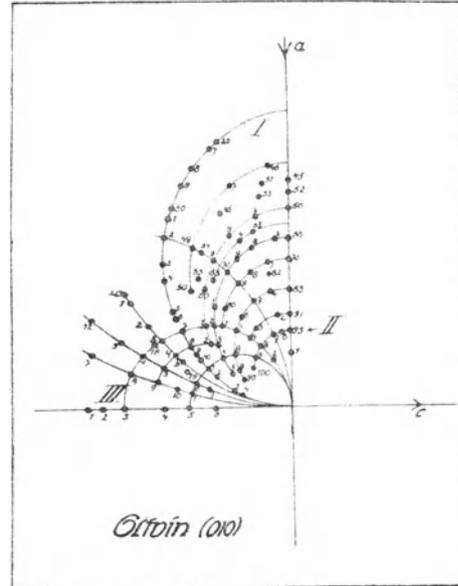


Fig. 2b.

Tabelle 2.
Flächen und Zonen auf (010).

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
1	035		35	335		69	643	
2	047		36	447		70	322	
3	012	$[\bar{1}00]$	37	112		71	323	
4	025		38	337		72	324	$[\bar{3}20]$
5	013		39	225	$[\bar{1}10]$	73	325	
6	014		40	338		74	326	
			41	113		75	328	
7	135		42	227				
8	136		43	115		76	530	
9	137	$[\bar{3}10]$	44	116		77	531	
10	138					78	532	
11	139		45	760		79	533	$[\bar{3}50]$
			46	761		80	534	
12	123		47	763		81	536	
13	247		48	764	$[\bar{6}70]$			
14	124	$[\bar{2}10]$	49	766		82	952	$[\bar{5}90]$
15	249		50	768				
16	126					83	210	
17	127		51	651	$[\bar{5}60]$	84	421	
						85	211	
18	236	$[\bar{3}20]$	52	540		86	423	
19	238		53	541		87	212	$[\bar{1}20]$
			54	544	$[\bar{4}50]$	88	213	
			55	545		89	214	
20	345					90	215	
21	346		56	430				
22	347	$[\bar{4}30]$	57	431		91	520	
23	348		58	432		92	521	
24	349		59	433	$[\bar{3}40]$	93	523	$[\bar{2}50]$
25	3. 4. 10		60	434		94	524	
			61	436				
26	552		62	437				
27	221					96	310	
28	553		63	752		97	621	
29	332		64	753	$[\bar{5}70]$	98	311	$[\bar{1}30]$
30	554	$[\bar{1}10]$	65	756		99	312	
31	665					100	313	
32	111		66	320				
33	445		67	961	$[\bar{3}20]$	101	410	$[\bar{1}40]$
34	334		68	321		102	412	

Diagramm (001):

Nullmeridian = b-Axe.

$$\text{Formel: } h : k : l = \left(\frac{h}{v}\right) \cot \alpha \sin \varphi : \left(\frac{1}{v}\right) \cot \alpha \cos \varphi : 1$$

Die Zonen sind ziemlich gleichmässig ausgebildet, mit den meisten Flächen besetzt sind: [100]_I, [101]_{II}, [102]_{III}, [103]_{IV}, [104]_V, [105]_{VI}, [203]_{VII}.

Punkte mit grösster Intensität: (311)₇₀, (361)₇₇, (451)₈₈, (461)₈₉, (551)₉₇.

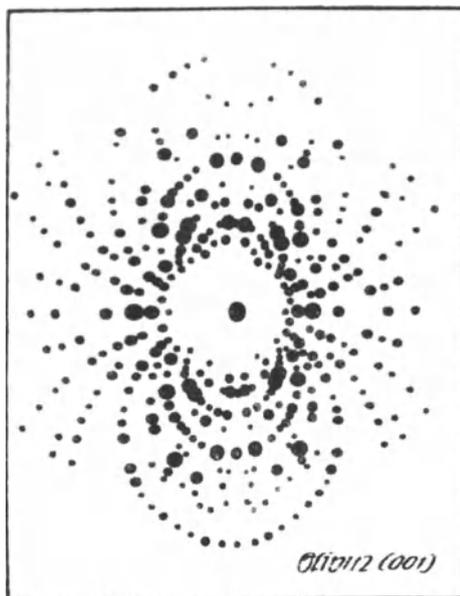


Fig. 3a.

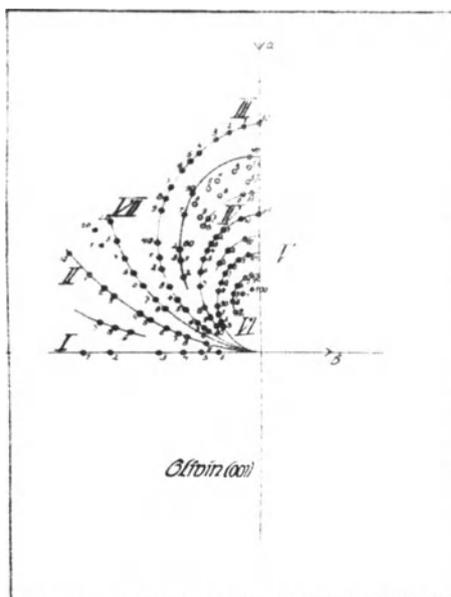


Fig. 3b.

Tabelle 3.

Flächen und Zonen auf (001).

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
1	051		20	372		44	271	
2	061		23	382		45	281	
3	081		24	392		46	2. 10. 1	[102]
4	0. 10. 1	[100]	25	3. 10. 2	[203]	47	2. 11. 1	
5	0. 12. 1		26	3. 11. 2		48	2. 12. 1	
6	0. 14. 1		27	3. 13. 2		49	924	
7	1. 11. 2		28	3. 14. 2		50	994	[409]
8	1. 12. 2	[201]	29	7. 10. 4	[407]	51	9. 11. 4	
9	1. 13. 2		30	201		52	713	
10	141		31	613		53	723	
11	292		32	623		54	743	[307]
12	151		33	211		55	753	
13	2. 11. 2		34	854		56	773	
14	2. 13. 2		35	653		57	512	
15	171	[101]	36	221	[102]	58	532	
16	181		37	673		59	552	
17	191		38	683		60	582	
18	1. 10. 1		39	231		61	592	[205]
19	1. 13. 1		40	241		62	5. 11. 2	
21	4. 12. 3	[304]	41	492		63	5. 15. 2	
			42	251		64	5. 18. 2	
			43	261				

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
65	813	[3̄08]	78	381	[1̄03]	90	481	[1̄04]
66	823		79	3. 10. 1		91	491	
67	873		80	3. 12. 1		92	4. 10. 1	
68	883		81	722	93	4. 12. 1		
69	301	[1̄03]	82	752	[2̄07]	94	511	[1̄05]
70	311		83	772	[1̄04]	95	521	
71	321		84	411		96	541	
72	652		85	421		97	551	
73	331		86	431		98	571	
74	672		87	441		99	621	[1̄06]
75	341		88	451		100	631	
76	351		89	461	101	651		
77	361							

2. Prismen.

Die Projektion der c-Axe, die bei den Prismen (011), (021), (101) in die Spur der Symmetrieebene fällt, ist die Ordinate mit dem Azimut $\varphi = 90^\circ$, die Richtung senkrecht dazu, die Spur der Symmetrieebene auf (110) und (130) die Abszisse. Eine beachtenswerte Erscheinung auf den Diagrammen der Prismen sind „Knotenpunkte“, in denen sich eine grössere Anzahl von Zonen schneiden, und die Reflexe von Flächen mit einfachen Indizes sind.

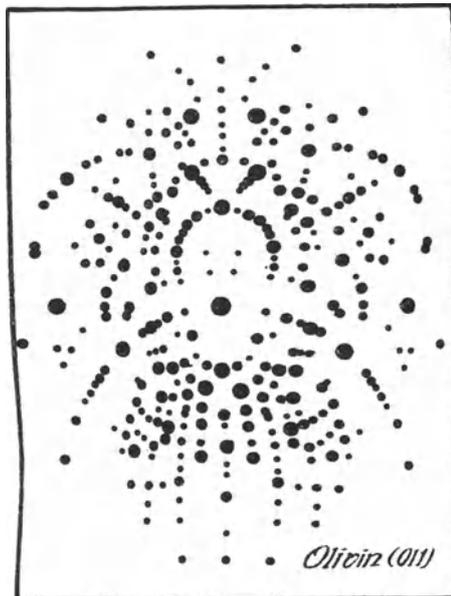


Fig. 4 a.

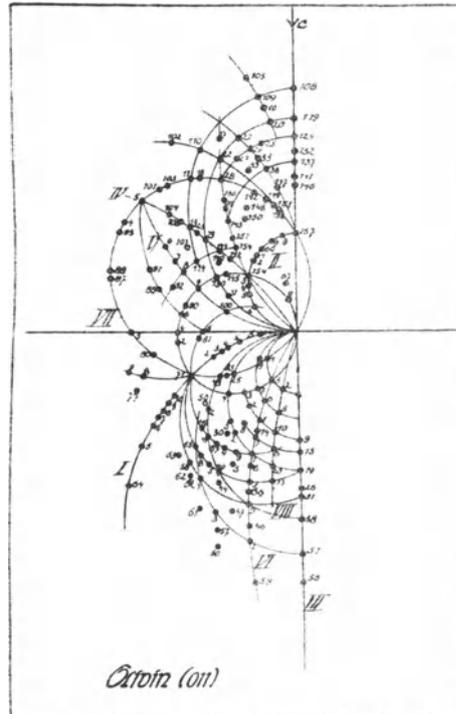


Fig. 4 b.

Diagramm (011): Die Spur der Symmetrieebene ist die Hauptaxe von zweierlei Zonenscharen. Andere Zonenbüschel schneiden sich in den erwähnten Knotenpunkten.

Ein solcher ist $(0\bar{2}1)_{(157)}$, ein anderer $(\bar{1}10)_{71}$, schliesslich gibt es noch eine Reihe von Zonen, die einem, auf der Verlängerung der Ordinate liegenden Punkte zustreben. Dieser würde der Reflex von (010) sein, er liegt jedoch nicht mehr auf der photographischen Platte.

$$\text{(Formel: } h:k:l=1: \left(\frac{v}{J_0} \frac{\text{tg } \alpha}{\cos \varphi} + \frac{1}{J_0} \text{tg } \varphi\right) : \left(\frac{v}{J_0} \frac{\text{tg } \alpha}{\cos \varphi} - \frac{v^2}{J_0} \text{tg } \varphi\right)$$

Auf den Diagrammen treten folgende Zonen stark hervor: $[001]_I$, $[012]_{II}$, sie zeigen sich dadurch aus, dass sich neben ihnen leere „Strassen“ hinziehen.

Wichtige andere Zonen: $[100]_{III}$, $[101]_{IV}$, $[011]_V$, $[\bar{1}01]_{VI}$, $[112]_{VII}$, $[201]_{VIII}$.

Punkte grosser Intensität: $(0\bar{2}1)_{157}$, $(\bar{1}10)_{71}$, $(\bar{1}\bar{1}1)_{95}$, $(\bar{1}\bar{2}1)_{64}$, $(\bar{1}32)_{128}$, $(\bar{1}74)_{149}$, $(\bar{1}92)_5$, $(\bar{1}96)_{125}$, $(\bar{2}\bar{1}1)_{99}$, $(\bar{2}\bar{5}1)_{13}$, $(\bar{3}\bar{1}1)_{100}$, $(\bar{3}6\bar{1})_{24}$, $(\bar{3}74)_{151}$.

Tabelle 4.

Flächen und Zonen auf (011) .

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
1. Zonen \perp zur Symmetrieebene			26	$0. 13. \bar{2}$		53	$\bar{2}. 10. \bar{1}$	
			27	$\bar{1}. 13. \bar{2}$		54	$\bar{3}. 10. \bar{1}$	$[0. 1. 10]$
1	$04\bar{1}$	$[014]$	28	$\bar{2}. 13. \bar{2}$	$[0. 2. 13]$	55	$\bar{4}. 10. \bar{1}$	
2	$\bar{1}8\bar{2}$		29	$\bar{3}. 13. \bar{2}$		56	$0. 11. \bar{1}$	
3	$\bar{1}4\bar{1}$		30	$\bar{4}. 13. \bar{2}$		57	$\bar{2}. 11. \bar{1}$	$[0. 1. 11]$
4	$\bar{2}4\bar{1}$		31	$07\bar{1}$		58	$\bar{4}. 11. \bar{1}$	
5	$\bar{1}9\bar{2}$	$[029]$	32	$\bar{1}7\bar{1}$		59	$\bar{1}. 12. \bar{1}$	
6	$\bar{2}9\bar{2}$		33	$\bar{3}. 14. \bar{2}$	$[017]$	60	$\bar{2}. 12. \bar{1}$	$[0. 1. 12]$
7	$\bar{3}9\bar{2}$		34	$\bar{2}7\bar{1}$		61	$\bar{3}. 12. \bar{1}$	
8	$\bar{6}9\bar{2}$		35	$\bar{5}7\bar{1}$		62	$\bar{4}. 12. \bar{1}$	
9	$05\bar{1}$	$[015]$	36	$\bar{2}. 15. \bar{2}$	$[0. 2. 15]$	63	$\bar{6}. 14. \bar{1}$	$[0. 1. 14]$
10	$\bar{1}. 10. \bar{2}$		37	$\bar{5}. 15. \bar{2}$		64	$\bar{4}90$	
11	$\bar{1}5\bar{1}$		38	$08\bar{1}$		65	$\bar{4}70$	
12	$\bar{3}. 10. \bar{2}$		39	$\bar{1}8\bar{1}$		66	$\bar{5}80$	
13	$\bar{2}5\bar{1}$	$[0. 3. 16]$	40	$\bar{2}8\bar{1}$		67	$\bar{2}30$	
14	$\bar{3}. 16. \bar{3}$		41	$\bar{3}8\bar{1}$	$[018]$	68	$\bar{5}70$	
15	$0. 11. \bar{2}$		42	$\bar{4}8\bar{1}$		69	$\bar{3}40$	
16	$\bar{1}. 11. \bar{2}$		43	$68\bar{1}$		70	$\bar{4}50$	$[001]$
17	$\bar{2}. 11. \bar{2}$	$[0. 2. 11]$	44	$\bar{4}. 17. \bar{2}$		71	$\bar{1}10$	
18	$\bar{3}. 11. \bar{2}$		45	$\bar{5}. 17. \bar{2}$	$[0. 2. 17]$	72	$\bar{4}30$	
19	$06\bar{1}$		46	$\bar{1}9\bar{1}$		73	$\bar{3}20$	
20	$\bar{1}. 12. \bar{2}$		47	$\bar{3}. 18. \bar{2}$		74	$\bar{5}30$	
21	$\bar{1}6\bar{1}$	$[016]$	48	$\bar{3}9\bar{1}$	$[019]$	75	$\bar{2}10$	
22	$\bar{3}. 12. \bar{2}$		49	$\bar{4}9\bar{1}$		76	$\bar{3}10$	
23	$\bar{2}6\bar{1}$		50	$\bar{5}9\bar{1}$		77	$\bar{7}71$	$[01\bar{7}]$
24	$\bar{3}6\bar{1}$		51	$0. 10. \bar{1}$		78	$\bar{6}51$	$[01\bar{5}]$
25	$\bar{4}6\bar{1}$	52	$\bar{1}. 10. \bar{1}$	$[0. 1. 10.]$	79	$\bar{5}41$	$[01\bar{4}]$	
					80	$\bar{5}31$	$[01\bar{3}]$	

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
81	$\bar{6}21$	[012]	124	$0\bar{3}2$	[023]	II. Zonen durch $\langle 021 \rangle_{157}$		
82	$\bar{5}21$		125	$\bar{1}96$		145	$\bar{4}53$	[148]
83	$\bar{3}11$		126	$\bar{1}64$		152	$\bar{4}74$	
84	$\bar{4}11$	[011]	127	$\bar{2}96$	154	$\bar{4}95$	[136]	
85	$\bar{5}11$		128	$\bar{1}32$	100	$\bar{3}11$		
86	$\bar{3}01$	[010]	129	$\bar{2}32$	130	$\bar{3}32$	[136]	
87	$\bar{7}14$	[041]	130	$\bar{3}32$	140	$\bar{6}85$		
88	$\bar{5}13$	[031]	131	$\bar{4}32$	144	$\bar{3}53$	[148]	
89	$\bar{4}12$	[021]	132	0. $\bar{1}4. 9$	151	$\bar{3}74$		
90	$\bar{5}12$		133	2. $\bar{1}4. 9$	[0. 9. 14]	73	$\bar{3}20$	
91	$\bar{5}23$		134	7. $\bar{1}4. 9$	81	$\bar{6}21$		
92	$\bar{6}23$	[032]	135	2. $\bar{1}1. 7$	86	$\bar{3}01$	[236]	
93	$\bar{5}34$		[043]	136	4. $\bar{1}1. 7$	92		$\bar{6}23$
94	$\bar{7}56$	[065]	137	$0\bar{8}5$	97	$\bar{3}22$	[348]	
95	$\bar{1}11$	[011]	138	$\bar{1}85$	113	$\bar{3}43$		
96	$\bar{4}33$		139	$\bar{3}85$	[0. 5. 8]	139	$\bar{3}85$	
97	$\bar{3}22$		140	$\bar{6}85$	148	3. $\bar{1}2. 7$		
98	$\bar{5}33$	[011]	141	$0\bar{5}3$	72	$\bar{4}30$	[348]	
99	$\bar{2}11$		142	$\bar{1}53$	84	$\bar{4}11$		
100	$\bar{3}11$	[078]	143	$\bar{2}53$	89	$\bar{4}12$	[348]	
101	$\bar{6}87$		144	$\bar{3}53$	86	$\bar{4}33$		
102	$\bar{3}65$		145	$\bar{4}53$	106	$\bar{4}54$		
103	$\bar{4}65$	[056]	146	0. $\bar{1}2. 7$	136	4. $\bar{1}1. 7$	[4. 5. 10]	
104	$\bar{5}65$		147	1. $\bar{1}2. 7$	82	$\bar{5}21$		
105	$\bar{1}54$	[045]	148	3. $\bar{1}2. 7$	91	$\bar{5}23$	[4. 5. 10]	
106	$\bar{4}54$		149	$\bar{1}74$	112	$\bar{5}86$		
107	$\bar{5}54$		150	$\bar{2}74$	4	$\bar{2}41$		
108	$\bar{0}43$	[045]	151	$\bar{3}74$	25	$\bar{4}61$	[112]	
109	$\bar{1}86$		152	$\bar{4}74$	35	$\bar{5}71$		
110	$\bar{3}86$	[034]	153	$\bar{1}95$	43	$\bar{6}81$	[112]	
111	$\bar{2}43$		154	$\bar{4}95$	71	$\bar{1}10$		
112	$\bar{5}86$		155	1. $\bar{1}1. 6$	80	$\bar{5}31$		
113	$\bar{3}43$	[034]	156	1. $\bar{1}3. 7$	83	$\bar{3}11$	[112]	
114	$\bar{4}43$		157	$0\bar{2}1$	87	$\bar{7}14$		
115	$\bar{8}43$	[0. 8. 11]	158	1. $\bar{1}0. 5$	88	$\bar{5}13$	[112]	
116	1. $\bar{1}1. 8$		159	$\bar{1}63$	93	$\bar{5}34$		
117	3. $\bar{1}1. 8$		160	$\bar{1}42$	94	$\bar{7}56$		
118	5. $\bar{1}1. 8$	[0. 8. 11]	161	$\bar{2}63$	95	$\bar{1}12$	[112]	
119	0. $\bar{1}0. 7$		162	$\bar{3}84$	101	$\bar{6}87$		
120	1. $\bar{1}0. 7$	[0. 7. 10]	163	$\bar{1}21$	103	$\bar{4}65$	[112]	
121	2. $\bar{1}0. 7$		164	$\bar{4}63$	111	$\bar{2}43$		
122	3. $\bar{1}0. 7$		165	$\bar{3}42$	118	5. $\bar{1}1. 8$		
123	7. $\bar{1}0. 7$	166	$\bar{2}21$	128	$\bar{1}32$	[112]		
		167	$\bar{1}73$	142	$\bar{1}53$			
		168	$\bar{1}52$	149	$\bar{1}74$	[112]		
				153	$\bar{1}95$			
				155	1. $\bar{1}1. 6$	[112]		
				156	1. $\bar{1}3. 7$			

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	
102	$\overline{365}$	[436]	9	$05\overline{1}$	[115]	25	$\overline{461}$	[104]	
110	$\overline{386}$		16	$\overline{1. 11. 2}$		42	$\overline{481}$		
122	$\overline{3. 10. 7}$		21	$\overline{161}$		69	$\overline{491}$		
135	$\overline{2. 11. 7}$	29	$\overline{3. 13. 2}$	55		$\overline{4. 10. 1}$			
127	$\overline{296}$	34	$\overline{271}$	58		$\overline{4. 11. 1}$			
121	$\overline{2. 10. 7}$	37	$\overline{5. 15. 2}$	62		$\overline{4. 12. 1}$			
126	$\overline{164}$	41	$\overline{3. 8. 1}$	8		$\overline{692}$	[103]		
133	$\overline{2. 14. 9}$	69	$\overline{4. 9. 1}$	24		$\overline{361}$			
138	$\overline{185}$	20	$\overline{1. 12. 2}$	41		$\overline{381}$			
147	$\overline{1. 12. 7}$	28	$\overline{2. 13. 2}$	48		$\overline{391}$			
105	$\overline{154}$	33	$\overline{3. 14. 2}$	54		$\overline{3. 10. 1}$			
125	$\overline{196}$	[312]	9	$06\overline{1}$		61		$\overline{3. 11. 1}$	
III. Zonen durch $\langle 110 \rangle_7$			27	$\overline{1. 13. 2}$		[116]	4	$\overline{241}$	[102]
3	$\overline{141}$	[113]	32	$\overline{171}$			13	$\overline{251}$	
7	$\overline{392}$		40	$\overline{281}$			23	$\overline{261}$	
13	$\overline{251}$		45	$\overline{5. 17. 2}$	30		$\overline{4. 13. 2}$		
24	$\overline{361}$		48	$\overline{391}$	34		$\overline{2. 7. 1}$		
82	$\overline{521}$		55	$\overline{4. 10. 1}$	40		$\overline{281}$		
84	$\overline{411}$		26	$\overline{0. 13. 2}$	44		$\overline{4. 17. 2}$	[203]	
86	$\overline{301}$		36	$\overline{2. 15. 2}$	53		$\overline{2. 10. 1}$		
90	$\overline{512}$		44	$\overline{4. 17. 2}$	57		$\overline{2. 11. 1}$		
99	$\overline{211}$		31	$\overline{071}$	60		$\overline{2. 12. 1}$		
130	$\overline{332}$		39	$\overline{181}$	7		$\overline{392}$		
145	$\overline{453}$		54	$\overline{3. 10. 1}$	12		$\overline{3. 10. 2}$		
163	$\overline{121}$		58	$\overline{4. 11. 1}$	18		$\overline{3. 11. 2}$		
2	$\overline{182}$		[227]	38	$\overline{081}$		23	$\overline{3. 12. 2}$	[101]
6	$\overline{292}$			46	$\overline{191}$		29	$\overline{3. 13. 2}$	
12	$\overline{3. 10. 2}$			53	$\overline{2. 10. 1}$	33	$\overline{3. 14. 2}$		
1	$04\overline{1}$	[114]	62	$\overline{4. 12. 1}$	47	$\overline{3. 18. 2}$			
11	$\overline{151}$		63	$\overline{6. 14. 1}$	3	$\overline{141}$			
18	$\overline{3. 11. 2}$		52	$\overline{1. 10. 1}$	6	$\overline{292}$			
23	$\overline{261}$		57	$\overline{2. 11. 1}$	11	$\overline{151}$			
42	$\overline{481}$		61	$\overline{3. 12. 1}$	14	$\overline{3. 16. 3}$			
50	$\overline{591}$		51	$0. 10. 1$	17	$\overline{2. 11. 2}$			
81	$\overline{621}$		60	$\overline{2. 12. 1}$	21	$\overline{1. 6. 1}$			
85	$\overline{511}$		[118]	56	$0. 11. 1$	28	$\overline{2. 13. 2}$		
100	$\overline{311}$			59	$\overline{1. 12. 1}$	32	$\overline{171}$		
115	$\overline{843}$			[119]	IV. Zonen durch $\langle 010 \rangle$			36	$\overline{2. 15. 2}$
10	$\overline{1. 10. 2}$		43		$\overline{681}$	39	$\overline{181}$	[201]	
17	$\overline{2. 11. 2}$		63		$\overline{6. 14. 1}$	46	$\overline{191}$		
22	$\overline{3. 12. 2}$		[106]		35	$\overline{571}$	52		$\overline{1. 10. 1}$
30	$\overline{4. 13. 2}$				50	$\overline{591}$	59		$\overline{1. 12. 1}$
					[105]	2	$\overline{182}$		5
		10	$\overline{1. 10. 2}$						

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
16	$\bar{1}, 11, \bar{2}$	[20 $\bar{1}$]	144	$\bar{3}\bar{5}\bar{3}$	[10 $\bar{1}$]	51	o. 10. $\bar{1}$	[100]
20	$\bar{1}, 12, \bar{2}$		152	$\bar{4}\bar{7}\bar{4}$		56	o. 11. $\bar{1}$	
27	$\bar{1}, 13, \bar{2}$		163	$\bar{1}\bar{2}\bar{1}$		108	o. 4 $\bar{3}$	
Weitere Zonen			1	o. 4 $\bar{1}$		119	o. 10. $\bar{7}$	
95	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	[10 $\bar{1}$]	9	o. 5 $\bar{1}$	[100]	124	o. 3 $\bar{2}$	
104	$\bar{5}\bar{6}\bar{5}$		15	o. 11. $\bar{2}$		137	o. 14. 9	
106	$\bar{4}\bar{5}\bar{4}$		19	o. 6 $\bar{1}$		141	o. 5 $\bar{3}$	
113	$\bar{3}\bar{4}\bar{3}$		26	o. 13. $\bar{2}$		146	o. 12. 7	
123	$\bar{7}, 10, 7$		31	o. 7 $\bar{1}$		157	o. 2 $\bar{1}$	
129	$\bar{2}\bar{3}\bar{2}$		38	o. 8 $\bar{1}$				

Das Diagramm des Prismas (021) ist ähnlich dem von (011); die Deutung erfolgte in demselben Sinne.

$$\text{Formel: } h:k:l = 1 : \left(\frac{2v}{J_0} \frac{\text{tg } \alpha}{\cos \varphi} + \frac{1}{J_0} \text{tg } \varphi \right) : \left(\frac{v}{J_0} \frac{\text{tg } \alpha}{\cos \varphi} - \frac{2v^2}{J_0} \text{tg } \varphi \right)$$

Zonen mit Strassen: [011]_I, [012]_{II}.

Mit Flächen reich besetzte Zonen: [021]_{III}, [001]_{IV}, [112]_V, [111]_{VI}.

Knotenpunkte: (02 $\bar{1}$)₉₃, (0 $\bar{1}\bar{1}$)₁.

Punkte grosser Intensität: (1 $\bar{1}\bar{1}$)₆, (1 $\bar{2}\bar{2}$)₄, (1 $\bar{3}\bar{3}$)₃, (1 $\bar{2}\bar{1}$)₉₈, (2 $\bar{4}\bar{5}$)₁₇, (3 $\bar{1}\bar{2}$)₄₀, (3 $\bar{3}\bar{4}$)₂₂, (3 $\bar{5}\bar{2}$)₈₅, (4 $\bar{8}\bar{3}$)₈₁.

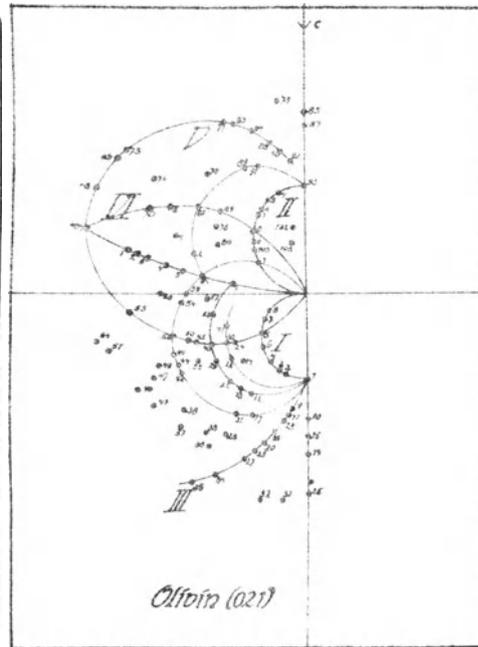
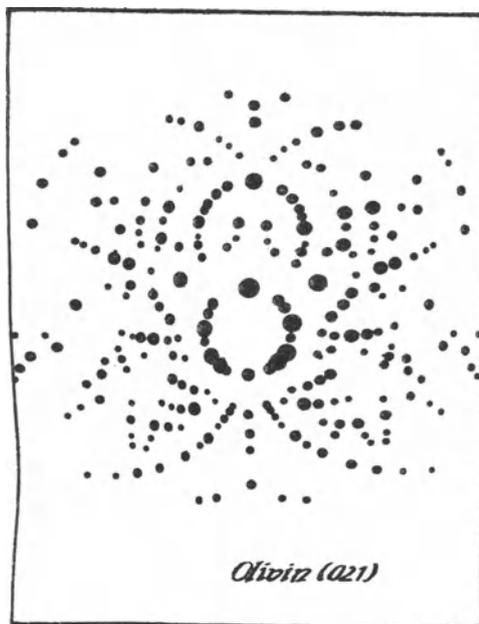


Fig. 5a.

Fig. 5b.

Tabelle 5.

Flächen und Zonen auf (021).

Nr.	Index	Zonen- symbol	Nr.	Index	Zonen- symbol	Nr.	Index	Zonen- symbol
1	$\overline{011}$		35	$\overline{112}$		69	$\overline{351}$	
2	$\overline{144}$		36	$\overline{436}$		70	$\overline{451}$	[015]
3	$\overline{133}$		37	$\overline{324}$		71	$\overline{551}$	
4	$\overline{122}$	[011]	38	$\overline{536}$	[021]	72	$\overline{651}$	
5	$\overline{344}$		39	$\overline{524}$		73	$\overline{592}$	[029]
6	$\overline{111}$		40	$\overline{312}$		74	$\overline{582}$	
7	$\overline{322}$		41	$\overline{412}$		75	$\overline{341}$	[014]
8	$\overline{211}$		42	$\overline{873}$	[073]	76	$\overline{541}$	
9	$\overline{178}$	[87]	43	$\overline{313}$		77	$\overline{4. 14. 5}$	
10	$\overline{067}$		44	$\overline{413}$	[031]	78	$\overline{6. 14. 5}$	[0.5. 14]
11	$\overline{167}$	[076]	45	$\overline{513}$		79	$\overline{1. 16. 6}$	
12	$\overline{267}$		46	$\overline{928}$		80	$\overline{283}$	
13	$\overline{156}$		47	$\overline{514}$		81	$\overline{483}$	[038]
14	$\overline{556}$	[065]	48	$\overline{11. 2. 8}$	[041]	82	$\overline{683}$	
15	$\overline{045}$		49	$\overline{614}$		83	$\overline{052}$	
16	$\overline{145}$		50	$\overline{714}$		84	$\overline{152}$	
17	$\overline{245}$	[043]	51	$\overline{302}$		85	$\overline{352}$	[025]
18	$\overline{345}$		52	$\overline{201}$	[010]	86	$\overline{552}$	
19	$\overline{034}$		53	$\overline{301}$		87	$\overline{073}$	
20	$\overline{134}$		54	$\overline{412}$	[021]	88	$\overline{173}$	[037]
21	$\overline{234}$		55	$\overline{311}$		89	$\overline{273}$	
22	$\overline{334}$	[043]	56	$\overline{411}$	[011]	90	$\overline{194}$	
23	$\overline{434}$		57	$\overline{511}$		91	$\overline{294}$	[049]
24	$\overline{534}$		58	$\overline{521}$		92	$\overline{1. 15. 7}$	[0.7. 15]
25	$\overline{257}$	[075]	59	$\overline{621}$	[012]	93	$\overline{021}$	
26	$\overline{023}$		60	$\overline{110}$		94	$\overline{163}$	
27	$\overline{123}$		61	$\overline{650}$		95	$\overline{142}$	
28	$\overline{346}$	[032]	62	$\overline{540}$		96	$\overline{263}$	
29	$\overline{323}$		63	$\overline{430}$		97	$\overline{384}$	[012]
30	$\overline{423}$		64	$\overline{320}$	[001]	98	$\overline{121}$	
31	$\overline{158}$	[058]	65	$\overline{530}$		99	$\overline{463}$	
32	$\overline{135}$		66	$\overline{210}$		100	$\overline{342}$	
33	$\overline{335}$	[053]	67	$\overline{310}$		101	$\overline{221}$	
34	$\overline{347}$	[074]	68	$\overline{681}$	[018]	102	$\overline{174}$	[047]
						103	$\overline{153}$	
						104	$\overline{253}$	[035]

Die Deutung des Diagramms (101) ist analog der von (011).

$$\text{Formel: } h:k:l = \left(\frac{uv}{J_0} \frac{\text{tg } \alpha}{\cos \varphi} + \frac{u^2}{J_0} \text{tg } \varphi \right) : 1 : \left(\frac{uv}{J_0} \frac{\text{tg } \alpha}{\cos \varphi} - \frac{v^2}{J_0} \text{tg } \varphi \right)$$

Das Interferenzmuster zeichnet sich durch zwei sehr deutliche Zonenscharen um den positiven und negativen Teil der Ordinate aus, sie sind ziemlich gleichmässig mit Flächen besetzt, Knotenpunkte sind nicht vorhanden.

Zonen mit Strassen: $[201]_I$, $[101]_{II}$, $[100]_{III}$.

Zonen stärkster Besetzung: $[001]_{IV}$, $[301]_V$, $[203]_{VI}$.

Punkte grösster Intensität: $(041)_{66}$, $(061)_{64}$, $(10\bar{1})_{88}$, $(11\bar{1})_{84}$, $(\bar{1}12)_{10}$, $(\bar{1}22)_7$, $(15\bar{1})_{76}$, $(43\bar{4})_{85}$.

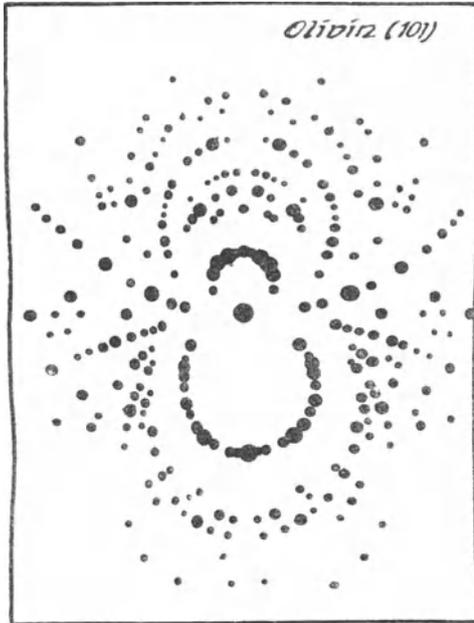


Fig. 6 a.

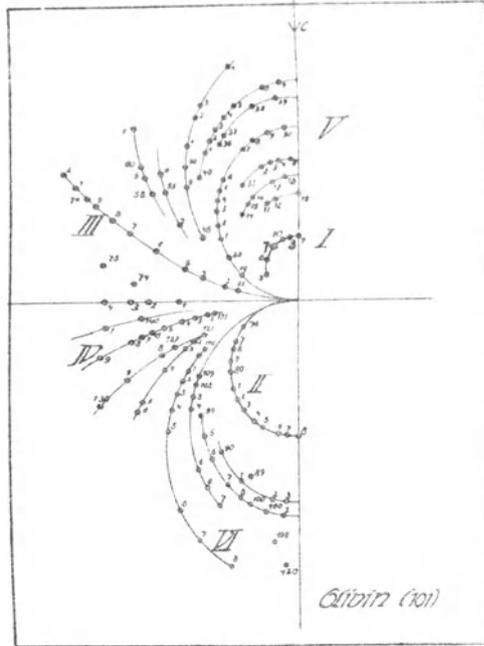


Fig. 6 b.

Tabelle 6.
Flächen und Zonen auf (101).

Nr.	Index	Zonen-symbol	Nr.	Index	Zonen-symbol	Nr.	Index	Zonen-symbol
5	$\bar{1}52$	[201]	17	$\bar{2}25$	[502]	24	$\bar{1}43$	[301]
6	$\bar{1}32$		18	$\bar{2}15$		25	$\bar{2}76$	
7	$\bar{1}22$		31	$\bar{3}68$	26	$\bar{1}33$		
10	$\bar{1}12$		32	$\bar{3}48$	27	$\bar{1}23$		
8	$\bar{2}14$	[703]	33	$\bar{3}38$	[803]	28	$\bar{2}36$	
9	$\bar{1}02$		34	$\bar{3}28$		29	$\bar{1}13$	
11	$\bar{3}47$		35	$\bar{3}18$	30	$\bar{2}16$		
12	$\bar{3}37$	[502]	19	$\bar{1}93$	36	$\bar{3}. 9. 10$	[10. 0. 3]	
13	307		20	$\bar{1}73$	37	$\bar{3}. 8. 10$		
14	$\bar{2}65$	[301]	21	$\bar{1}63$	38	$\bar{3}. 4. 10$		
15	$\bar{2}55$		22	$\bar{1}53$	39	$\bar{3}. 2. 10$		
16	245		23	296		40	$\bar{2}. 10. 7$	[702]
						41	$\bar{2}87$	

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
42	$\bar{2}77$	[702]	1	1. 13. 1	[101]	120	$71\bar{5}$	[507]
43	$\bar{2}67$		2	1. 10. 1		109	4. 13. $\bar{3}$	[304]
44	$\bar{2}57$		3	191		102	4. 12. $\bar{3}$	
45	$\bar{2}47$		4	181		103	4. 11. $\bar{3}$	
46	$\bar{2}27$		140	2. 14. 1		104	4. 10. $\bar{3}$	
47	$\bar{2}17$		141	2. 13. 1		105	$46\bar{3}$	
						106	$45\bar{3}$	
48	$\bar{1}$. 11. 4	[401]	131	1. 11. 0	[001]	107	$44\bar{3}$	
49	$\bar{1}$. 7. 4		132	1. 10. 0		108	$41\bar{3}$	
50	$\bar{1}$. 6. 4		133	190		94	5. 11. $\bar{4}$	
51	$\bar{1}54$		134	180		95	$59\bar{4}$	
52	$\bar{1}44$		135	170		96	$57\bar{4}$	
53	$\bar{2}78$		136	2. 13. 0		97	$55\bar{4}$	
54	$\bar{1}24$		137	160		98	$54\bar{4}$	
57	$\bar{1}$. 13. 5	[501]	138	2. 11. 0	[103]	99	$53\bar{4}$	[506]
55	$\bar{1}$. 10. 5		139	150		100	$52\bar{4}$	
56	$\bar{1}95$		127	3. 16. $\bar{1}$		101	$51\bar{4}$	
			128	3. 15. $\bar{1}$	[102]	90	$68\bar{5}$	[11. 0. 14]
58	$\bar{1}$. 13. 6	129	3. 12. $\bar{1}$	91		$65\bar{5}$		
59	$\bar{1}$. 12. 6	130	3. 10. $\bar{1}$	92		$62\bar{5}$		
60	$\bar{1}$. 11. 6	[601]	121	2. 12. $\bar{1}$	[102]	93	$61\bar{5}$	
61	$\bar{1}$. 9. 6		122	2. 11. $\bar{1}$		89	14. 10. $\bar{1}\bar{1}$	
			123	2. 10. $\bar{1}$		76	$15\bar{1}$	
62	0. 10. 1	[100]	124	$28\bar{1}$	[203]	77	$29\bar{2}$	[101]
63	081		125	4. 13. $\bar{2}$		78	3. 10. $\bar{3}$	
64	061		126	261		79	$13\bar{1}$	
65	051		110	3. 14. $\bar{2}$		80	$25\bar{2}$	
66	041		111	3. 13. $\bar{2}$		81	$12\bar{1}$	
67	0. 10. 3		112	3. 11. $\bar{2}$		82	$35\bar{3}$	
68	031		113	3. 10. $\bar{2}$		83	7. 10. $\bar{7}$	
69	0. 11. 4	[501]	114	$39\bar{2}$	[201]	84	$11\bar{1}$	
70	052		115	$38\bar{2}$		85	$43\bar{4}$	
73	1. 20. 5		116	$37\bar{2}$		86	$31\bar{3}$	
74	1. 13. 2	[201]	117	$34\bar{2}$	87	$41\bar{4}$		
			118	$33\bar{2}$	88	$10\bar{1}$		
			119	$32\bar{2}$				

Die wichtigsten Zonen des Diagramms von (110) bilden Büschel um die Abszisse.

$$\text{Formel: } h:k:l = \left(\frac{u}{J_0} \frac{\text{tg } \alpha}{\sin \varphi} - \frac{u^2}{J_0} \cot \varphi \right) : \left(\frac{u}{J_0} \frac{\text{tg } \alpha}{\sin \varphi} + \frac{1}{J_0} \cot \varphi \right) : \bar{1}$$

Zone mit Strasse: [100]_I.

Reich besetzte Zonen: [310]_{II}, [710]_{III}, [201]_{IV}, [411]_V, [511]_{VI}.

Knotenpunkte: (01 $\bar{1}$)₁₁₅, (02 $\bar{1}$)₁₀₇.

Punkte grösster Intensität: (01 $\bar{1}$)₁₁₅, (133)₁₉, ($\bar{1}70$)₁₅₁, ($\bar{1}92$)₁₄₅, (245)₅₇, (374)₄₅.

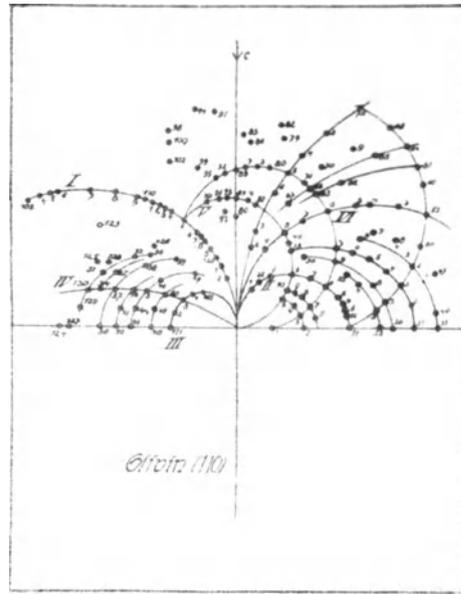
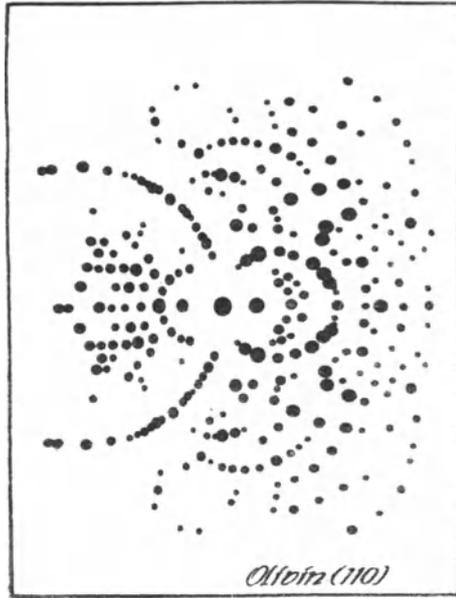


Fig. 7 a.

Tabelle 7.

Fig. 7 b.

(Flächen und Zonen auf (110).)

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
1	$2\bar{8}\bar{5}$	[410]	26	$3\bar{8}\bar{0}$	[830]	50	$5. \bar{1}\bar{1}. \bar{2}$	[11. 5. 0]
2	$2\bar{7}\bar{0}$	[720]	27	$3\bar{8}\bar{1}$		51	$5. \bar{1}\bar{1}. \bar{4}$	
3	$2\bar{7}\bar{1}$		28	$3\bar{8}\bar{2}$		52	$\bar{1}\bar{2}\bar{1}$	
4	$2\bar{7}\bar{2}$		29	$3\bar{8}\bar{4}$		53	$4\bar{8}\bar{5}$	
5	$2\bar{7}\bar{3}$		30	$3\bar{8}\bar{6}$		54	$2\bar{4}\bar{3}$	
6	$3. \bar{1}\bar{0}. \bar{1}$		[10. 3. 0]	31		$2\bar{5}\bar{0}$	55	$4\bar{8}\bar{7}$
7	$3. \bar{1}\bar{0}. \bar{2}$	32		$4. \bar{1}\bar{0}. \bar{1}$	56	$\bar{1}\bar{2}\bar{2}$		
8	$3. \bar{1}\bar{0}. \bar{3}$	33		$2\bar{5}\bar{1}$	57	$2\bar{4}\bar{5}$		
9	$3. \bar{1}\bar{0}. \bar{4}$	34		$4. \bar{1}\bar{0}. \bar{3}$	58	$\bar{1}\bar{2}\bar{3}$		
10	$3. \bar{1}\bar{0}. \bar{5}$	35		$2\bar{5}\bar{2}$	59	$\bar{1}\bar{2}\bar{4}$		
11	$\bar{1}\bar{3}\bar{0}$	[310]	36	$4. \bar{1}\bar{0}. \bar{5}$	60	$5\bar{9}\bar{6}$	[950]	
12	$4. \bar{1}\bar{2}. \bar{1}$		37	$2\bar{5}\bar{3}$	61	$3\bar{5}\bar{4}$	[530]	
13	$3\bar{9}\bar{1}$		38	$2\bar{5}\bar{5}$	62	$3\bar{5}\bar{6}$		
14	$2\bar{6}\bar{1}$		39	$3\bar{7}\bar{0}$	63	$3\bar{5}\bar{7}$		
15	$3\bar{9}\bar{2}$		40	$6. \bar{1}\bar{4}. \bar{1}$	[730]	64	$2\bar{3}\bar{3}$	[320]
16	$\bar{1}\bar{3}\bar{1}$		41	$6. \bar{1}\bar{4}. \bar{3}$		65	$4\bar{6}\bar{7}$	
17	$2\bar{6}\bar{3}$		42	$3\bar{7}\bar{2}$		66	$2\bar{3}\bar{5}$	
18	$\bar{1}\bar{3}\bar{2}$		43	$6. \bar{1}\bar{4}. \bar{5}$		67	$2\bar{3}\bar{6}$	
19	$\bar{1}\bar{3}\bar{3}$		44	$3. \bar{7}. \bar{3}$		68	$3\bar{4}\bar{5}$	[430]
20	$\bar{1}\bar{3}\bar{4}$		45	$3. \bar{7}. \bar{4}$		69	$3\bar{4}\bar{6}$	
21	$\bar{1}\bar{3}\bar{5}$	46	$3. \bar{7}. \bar{8}$	70	$3\bar{4}\bar{7}$			
22	$4. \bar{1}\bar{1}. \bar{0}$	[11. 4. 0]	47	$4\bar{9}\bar{2}$	71	$3\bar{4}\bar{8}$		
23	$4. \bar{1}\bar{1}. \bar{1}$		48	$4\bar{9}\bar{4}$	[940]			
24	$4. \bar{1}\bar{1}. \bar{3}$		49	$4\bar{9}\bar{5}$				
25	$4. \bar{1}\bar{1}. \bar{4}$							

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
72	$\bar{1}\bar{1}\bar{2}$		100	$17\bar{8}$		129	$\bar{1}, 13, \bar{1}$	
73	$3\bar{3}\bar{7}$		101	$1, 7, \bar{1}\bar{2}$	[710]	130	$\bar{1}, 13, \bar{2}$	
74	$3\bar{3}\bar{8}$					131	$\bar{1}, 13, \bar{3}$	[13. 1. 0]
75	$1\bar{1}\bar{3}$	[110]	102	$1, 9, \bar{1}\bar{0}$	[910]	132	$\bar{1}, 13, \bar{5}$	
76	$2\bar{2}\bar{7}$					133	$\bar{1}, 13, \bar{6}$	
77	$1\bar{1}\bar{5}$		103	$0\bar{3}\bar{1}$				
78	$1\bar{1}\bar{6}$		104	$0\bar{8}\bar{3}$		134	$\bar{1}, 12, \bar{3}$	
			105	$0\bar{5}\bar{2}$		135	$\bar{1}, 12, \bar{2}$	[12. 1. 0]
79	$2\bar{1}\bar{6}$		106	$0, 12, \bar{5}$				
80	$2\bar{1}\bar{7}$	[120]	107	$0\bar{2}\bar{1}$		136	$\bar{1}, 11, 0$	
81	$2\bar{1}\bar{9}$		108	$0\bar{5}\bar{3}$		137	$\bar{1}, 11, \bar{2}$	
			109	$0\bar{3}\bar{2}$		138	$\bar{1}, 11, \bar{4}$	[11. 1. 0]
82	$10\bar{3}$		110	$0\bar{7}\bar{5}$		139	$\bar{1}, 11, \bar{7}$	
83	$10\bar{4}$	[010]	111	$0\bar{4}\bar{3}$				
84	$10\bar{5}$		112	$0\bar{5}\bar{4}$	[100]	140	$\bar{1}, 10, 0$	
			113	$0\bar{6}\bar{5}$		141	$\bar{1}, 10, \bar{1}$	[10. 1. 0]
85	$2\bar{1}\bar{7}$		114	$0\bar{8}\bar{7}$		142	$\bar{1}, 10, \bar{2}$	
86	$2\bar{1}\bar{8}$	[120]	115	$0\bar{1}\bar{1}$				
87	$2\bar{1}\bar{9}$		116	$0\bar{6}\bar{7}$		143	$\bar{1}90$	
			117	$0\bar{4}\bar{5}$		144	$\bar{1}9\bar{1}$	
88	$11\bar{5}$		118	$0\bar{3}\bar{4}$		145	$\bar{1}9\bar{2}$	[910]
89	$11\bar{6}$	[110]	119	$0\bar{2}\bar{3}$		146	$\bar{1}9\bar{3}$	
90	$11\bar{7}$		120	$0\bar{4}\bar{7}$		147	$\bar{1}9\bar{6}$	
			121	$0\bar{1}\bar{2}$				
91	$2\bar{4}\bar{9}$		122	$0\bar{2}\bar{5}$		148	$\bar{1}80$	
92	$1\bar{2}\bar{6}$	[210]				149	$\bar{1}8\bar{1}$	[810]
93	$1\bar{2}\bar{7}$		123	$\bar{1}, 21, 8$	[21. 1. 0]	150	$\bar{1}8\bar{2}$	
94	$1\bar{3}\bar{5}$		124	$\bar{1}, 15, 0$		151	$\bar{1}70$	
95	$1\bar{3}\bar{7}$		125	$\bar{1}, 15, \bar{4}$	[15. 1. 0]	152	$\bar{1}7\bar{1}$	
96	$1\bar{3}\bar{8}$	[310]	126	$\bar{1}, 15, \bar{7}$		153	$\bar{1}7\bar{2}$	[710]
97	$1\bar{3}\bar{9}$					154	$\bar{1}7\bar{3}$	
			127	$\bar{1}, 14, 0$		155	$\bar{1}7\bar{4}$	
98	$1\bar{5}\bar{6}$		128	$\bar{1}, 14, \bar{4}$	[14. 1. 0]			
99	$1\bar{5}\bar{8}$	[510]						

Auf dem Diagramm von (130) sind die wichtigen Zonen um die Spur der Symmetrieebene geschart.

$$\text{Formel: } h:k:l = \left(\frac{u}{E_0} \frac{\text{tg } \alpha}{\sin \varphi} - \frac{3u^2 J_0}{E_0} \cot \varphi \right) : \left(\frac{3u}{E_0} \frac{\text{tg } \alpha}{\sin \varphi} + \frac{J_0}{E_0^2} \cot \varphi \right) : \bar{1}.$$

Zonen mit Strasse: [110]_I, [210]_{II}.

Reich besetzte Zonen: [310]_{III}, [211]_{IV}, [001]_V.

Punkte grösster Intensität: ($\bar{1}\bar{1}\bar{0}$)₃₃, ($1\bar{2}\bar{0}$)₄₇, ($1\bar{1}\bar{1}$)₂₈, ($1\bar{1}\bar{2}$)₂₄, ($\bar{1}\bar{2}\bar{2}$)₄₂, ($\bar{2}\bar{4}\bar{1}$)₄₅ ($\bar{3}\bar{7}\bar{0}$)₅₂.

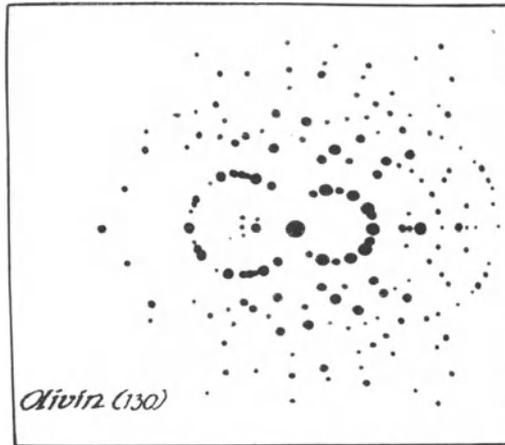


Fig. 8a.

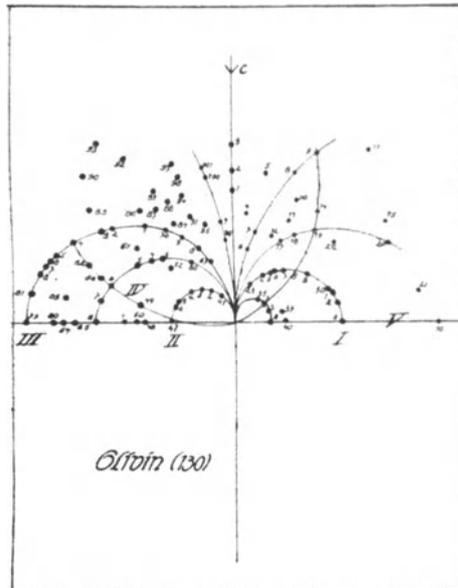


Fig. 8b.

Tabelle 8.
Flächen und Zonen auf (130).

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
35	$\overline{344}$	[430]	17	$\overline{326}$	[230]	1	$\overline{139}$	[310]
36	$\overline{342}$		18	$\overline{325}$		2	$\overline{138}$	
37	$\overline{341}$		19	$\overline{324}$		3	$\overline{137}$	
38	$\overline{340}$		20	$\overline{322}$		98	$\overline{013}$	[100]
39	$\overline{451}$	[540]	16	$\overline{320}$	99	$\overline{025}$		
40	$\overline{450}$		15	$\overline{534}$	100	$\overline{047}$		
34	$\overline{114}$	[110]	12	$\overline{215}$	101	$\overline{035}$	[710]	
23	$\overline{113}$		13	$\overline{214}$	102	$\overline{023}$		
24	$\overline{112}$		14	$\overline{213}$	97	$\overline{178}$		
25	$\overline{335}$		[130]	10	$\overline{316}$	96	$\overline{167}$	[610]
26	$\overline{223}$			11	$\overline{517}$	95	$\overline{158}$	
27	$\overline{334}$		[150]	6	$\overline{105}$	94	$\overline{156}$	[510]
28	$\overline{111}$			7	$\overline{104}$	92	$\overline{154}$	
29	$\overline{554}$			8	$\overline{307}$	93	$\overline{153}$	
30	$\overline{552}$			9	$\overline{102}$	91	$\overline{146}$	
31	$\overline{331}$		[010]	5	$\overline{217}$	88	$\overline{144}$	[410]
32	$\overline{441}$	4		$\overline{116}$	89	$\overline{278}$		
33	$\overline{110}$	[450]			90	$\overline{142}$		
22	$\overline{545}$							
21	$\overline{751}$	[570]						

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
84	$\bar{2}7\bar{7}$	[720]	78	$\bar{5}. 15. \bar{2}$	[310]	56	$\bar{2}5\bar{1}$	[520]
87	$\bar{2}7\bar{6}$		81	$\bar{4}. 12. \bar{1}$		57	$\bar{4}. 10. \bar{1}$	
103	$\bar{2}7\bar{4}$		79	$\bar{1}30$		58	$\bar{2}50$	
86	$\bar{3}. 10. \bar{7}$	[10. 3. 0]	80	$\bar{5}. 14. 0$	[14. 5. 0]	51	$\bar{3}7\bar{4}$	[730]
85	$\bar{3}. 10. \bar{5}$		62	$\bar{4}. 11. 3$	[11. 4. 0]	52	$\bar{3}70$	
67	$\bar{1}3\bar{5}$	63	$\bar{4}. 11. \bar{1}$	49		$\bar{4}9\bar{1}$	[940]	
68	$\bar{1}3\bar{4}$	64	$\bar{4}. 10. 0$	50		$\bar{4}90$		
69	$\bar{1}3\bar{3}$	[310]	61	384	[830]	48	$\bar{5}. 11. 0$	[11. 5. 0]
70	$\bar{2}6\bar{5}$		66	$\bar{3}8\bar{2}$		41	$\bar{1}2\bar{3}$	[210]
71	$\bar{1}3\bar{2}$		65	$\bar{3}80$		42	$\bar{1}2\bar{2}$	
72	$\bar{2}6\bar{3}$		60	$\bar{2}5\bar{5}$	43	$\bar{2}4\bar{3}$		
73	$\bar{3}9\bar{4}$		53	$\bar{2}5\bar{3}$	44	$\bar{1}2\bar{1}$		
74	$\bar{1}3\bar{1}$		54	$\bar{4}. 10. \bar{5}$	45	$\bar{2}4\bar{1}$		
75	$\bar{4}. 12. \bar{3}$		55	$\bar{2}5\bar{2}$	46	$\bar{3}6\bar{1}$		
76	$\bar{3}9\bar{2}$	59	$\bar{4}. 10. \bar{3}$	47	$\bar{1}20$			
77	$\bar{2}6\bar{1}$							

3. Pyramiden.

Um die Koordinatenlage in den asymmetrischen Diagrammen der Pyramiden (111) und (131) aufzufinden, war zunächst die Projektion der c-Achse auf den Diagrammen festzustellen. Dazu wurden die Glanzwinkel der Projektionspunkte von Flächen aus den Zonen 110/001 bzw. 130/001 berechnet. Durch Vergleichen dieser mit vorhandenen Reflexen lässt sich die Richtung der c-Achse feststellen. Sie diene als Ordinate. Es wurde weiter die Lage der drei Zonen mit Flächen $h=0$, $k=0$, $l=0$ für die gnomonische sowohl als auch für die Reflexprojektion berechnet. Bei Uebereinstimmung mit den auf den Projektionen gefundenen Zonen war der Beweis für die richtige Orientierung des Diagrammes gegeben.

Die Zonen auf dem Lauediagramm von (111) ordnen sich gnomonisch in drei Büschel, die sich je in einem Punkte schneiden. Diese hervorstechenden Knotenpunkte sind die Reflexe der Flächen $(01\bar{1})_{106}$, $(\bar{1}01)_{49}$ und (010) , letztere ist jedoch wegen zu grossen Glanzwinkels nicht auf der photographischen Platte vorhanden.

Schieboldsche Formel:

$$h : k : l = \left(\frac{u}{J_0} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} + \frac{u^2}{J_0 E_0} \operatorname{tg} \varphi - \frac{u^2}{E_0} \right) : \left(\frac{u}{J_0} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} + \frac{u^2}{J_0 E_0} \operatorname{tg} \varphi + \frac{1}{E_0} \right) : \left(\frac{u}{J_0} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} - \frac{E_0}{J_0} \operatorname{tg} \varphi \right)$$

Zonen mit Strassen: [100]_I.

Reich besetzte Zonen: [101]_{II}, [302]_{III}, [201]_{IV}, [001]_V, [314]_{VI}.

Ausser den schon angeführten Knotenpunkten sind noch solche von geringerer Bedeutung zu erwähnen:

$(02\bar{1})_{112}$, $(\bar{1}30)_{87}$, $(04\bar{1})_1$, $(\bar{1}11)_{33}$, $(11\bar{1})_{53}$.

Punkte grösster Intensität: $(02\bar{1})_{112}$, $(04\bar{1})_1$, $(06\bar{1})_2$, $(\bar{1}01)_{49}$, $(\bar{1}11)_{33}$, $(\bar{1}31)_{175}$, $(\bar{1}34)_{211}$, $(\bar{1}70)_{183}$, $(241)_{34}$.



Fig. 9a.

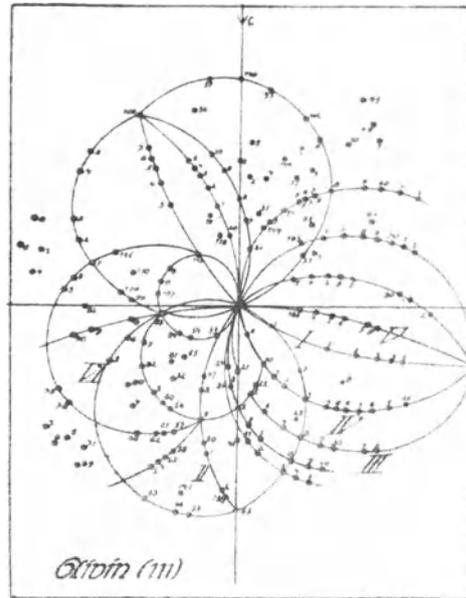


Fig. 9b.

Tabelle 9.
Flächen und Zonen auf (111).

Nr.	Index	Nr.	Index	Nr.	Index	Nr.	Index
1	04 $\bar{1}$	25	23 $\bar{3}$	49	10 $\bar{1}$	74	55 $\bar{3}$
2	06 $\bar{1}$	26	24 $\bar{3}$	50	72 $\bar{7}$	75	99 $\bar{4}$
3	08 $\bar{1}$	27	25 $\bar{3}$	51	52 $\bar{5}$	78	55 $\bar{2}$
4	0. 10. $\bar{1}$	28	26 $\bar{3}$	52	43 $\bar{4}$	79	67 $\bar{2}$
5	0. 12. $\bar{1}$	29	27 $\bar{3}$	53	11 $\bar{1}$	80	68 $\bar{3}$
6	0. 15. $\bar{1}$	30	28 $\bar{3}$	54	35 $\bar{2}$	81	34 $\bar{2}$
7	19 $\bar{3}$	31	2. 10. $\bar{3}$	55	45 $\bar{3}$	82	23 $\bar{1}$
8	1. 13. $\bar{3}$	32	2. 11. $\bar{3}$	56	53 $\bar{4}$	83	31 $\bar{5}$
9	12 $\bar{2}$	33	11 $\bar{1}$	57	62 $\bar{5}$	84	24 $\bar{1}$
10	13 $\bar{2}$	34	32 $\bar{4}$	58	61 $\bar{5}$	85	36 $\bar{1}$
11	27 $\bar{4}$	35	33 $\bar{4}$	59	62 $\bar{5}$	86	48 $\bar{1}$
12	14 $\bar{2}$	36	34 $\bar{4}$	60	43 $\bar{3}$	87	13 $\bar{0}$
13	15 $\bar{2}$	37	35 $\bar{4}$	61	52 $\bar{4}$	88	38 $\bar{0}$
14	16 $\bar{2}$	38	37 $\bar{4}$	62	42 $\bar{3}$	89	37 $\bar{0}$
15	2. 13. $\bar{4}$	39	38 $\bar{4}$	63	51 $\bar{4}$	90	49 $\bar{0}$
16	17 $\bar{2}$	40	39 $\bar{4}$	64	41 $\bar{3}$	91	12 $\bar{0}$
17	18 $\bar{2}$	41	45 $\bar{5}$	65	92 $\bar{7}$	92	4. 11. $\bar{1}$
18	19 $\bar{2}$	42	46 $\bar{5}$	66	51 $\bar{4}$	93	26 $\bar{2}$
19	1. 11. $\bar{2}$	43	48 $\bar{5}$	67	31 $\bar{2}$	94	39 $\bar{2}$
20	1. 13. $\bar{2}$	44	49 $\bar{5}$	68	32 $\bar{2}$	95	3. 10. $\bar{2}$
21	22 $\bar{3}$	45	4. 10. $\bar{5}$	69	43 $\bar{2}$	96	3. 10. $\bar{3}$
22	37 $\bar{5}$	46	55 $\bar{6}$	71	65 $\bar{3}$	97	27 $\bar{2}$
23	3. 10. $\bar{5}$	47	21 $\bar{2}$	72	44 $\bar{3}$	98	28 $\bar{3}$
24	31 $\bar{4}$	48	31 $\bar{3}$	73	33 $\bar{2}$	99	3. 10. $\bar{1}$

2*

Nr.	Index	Nr.	Index	Nr.	Index	Nr.	Index
100	$\bar{2}7\bar{1}$	122	$14\bar{5}$	144	$\bar{2}14$	166	$\bar{2}53$
101	$14\bar{1}$	123	$15\bar{6}$	145	$\bar{3}26$	167	$\bar{2}63$
102	$\bar{2}9\bar{3}$	124	$17\bar{8}$	146	$\bar{3}28$	168	$\bar{2}73$
103	$\bar{1}5\bar{2}$	125	1. 9. $\bar{1}0$	147	$\bar{3}38$	169	$\bar{2}83$
104	$\bar{1}7\bar{9}$	126	$\bar{1}0\bar{2}$	148	$\bar{3}48$	170	$\bar{2}$. 10. 3
105	$\bar{1}9\bar{6}$	127	$\bar{2}1\bar{5}$	149	$\bar{3}78$	171	$\bar{2}$. 11. 3
106	$0\bar{1}\bar{1}$	128	$\bar{1}1\bar{3}$	150	$\bar{2}45$	172	$\bar{2}$. 12. 3
107	$\bar{2}8\bar{1}$	129	124	151	$\bar{2}55$	173	$\bar{3}44$
108	$\bar{1}5\bar{1}$	130	$13\bar{5}$	152	$\bar{3}37$	174	$\bar{3}84$
109	$\bar{1}7\bar{2}$	131	$\bar{3}0\bar{7}$	153	$\bar{3}47$	175	$\bar{1}3\bar{1}$
110	$\bar{2}9\bar{2}$	132	$\bar{2}1\bar{6}$	154	$\bar{1}1\bar{2}$	178	$\bar{2}9\bar{2}$
111	$\bar{2}$. 10. $\bar{3}$	133	$\bar{2}2\bar{7}$	155	$\bar{3}1\bar{6}$	179	$\bar{1}5\bar{1}$
112	$0\bar{2}\bar{1}$	134	$\bar{2}1\bar{5}$	156	$\bar{2}34$	180	$\bar{1}8\bar{1}$
113	$0\bar{3}\bar{2}$	135	$\bar{2}1\bar{7}$	157	$\bar{3}5\bar{6}$	181	$\bar{1}9\bar{1}$
114	$0\bar{4}\bar{3}$	136	$15\bar{8}$	158	$\bar{1}2\bar{2}$	182	$\bar{1}$. 12. 1
115	$0\bar{5}\bar{4}$	137	$\bar{1}0\bar{4}$	159	$\bar{3}8\bar{6}$	183	$\bar{1}7\bar{0}$
116	0. 11. $\bar{9}$	138	$9\bar{7}9$	160	$\bar{1}3\bar{2}$	184	$\bar{1}8\bar{0}$
117	$0\bar{7}\bar{6}$	139	$14\bar{8}$	161	$\bar{2}74$	185	$\bar{1}$. 10. 0
118	$14\bar{4}$	140	$\bar{1}1\bar{5}$	162	$\bar{1}4\bar{2}$	186	$\bar{1}$. 11. 0
119	$1\bar{5}\bar{5}$	141	$\bar{2}1\bar{5}$	163	$\bar{3}6\bar{5}$	187	$\bar{1}$. 13. 0
120	$1\bar{2}\bar{3}$	142	$\bar{5}$. 3. $\bar{1}1$	164	$\bar{3}$. 10. 5	188	$\bar{1}$. 16. 0
121	$1\bar{3}\bar{4}$	143	$\bar{1}2\bar{3}$	165	$\bar{2}1\bar{3}$		

Nr.	Index	Zonen- symbol	Nr.	Index	Zonen- symbol	Nr.	Index	Zonen- symbol
Einige Zonen								
1	$04\bar{1}$	[100]	53	$11\bar{1}$	[101]	168	$\bar{2}73$	[203]
2	$06\bar{1}$		182	$\bar{1}$. 12. 1		167	$\bar{2}63$	
3	$08\bar{1}$		181	$\bar{1}9\bar{1}$		166	$\bar{2}53$	
4	0. 10. $\bar{1}$		180	$\bar{1}8\bar{1}$		165	$\bar{2}43$	
5	0. 12. $\bar{1}$		179	$\bar{1}5\bar{1}$		9	$12\bar{2}$	
6	0. 15. $\bar{1}$		178	$\bar{2}9\bar{2}$		10	$13\bar{2}$	
106	$01\bar{1}$		177	$\bar{1}4\bar{1}$		11	274	
117	$07\bar{6}$		176	$\bar{2}7\bar{2}$		12	$14\bar{2}$	
116	0. 11. $\bar{9}$		175	$\bar{1}3\bar{1}$		13	$15\bar{2}$	
115	$05\bar{4}$		21	$22\bar{3}$		14	$16\bar{2}$	
114	$04\bar{3}$		25	$23\bar{3}$		15	$\bar{2}$. 13. $\bar{4}$	
113	$03\bar{2}$		26	$24\bar{3}$		16	$17\bar{2}$	
112	$02\bar{1}$	27	$25\bar{3}$	17	$18\bar{2}$			
		28	$26\bar{3}$	18	$19\bar{2}$			
33	$\bar{1}1\bar{1}$	29	$27\bar{3}$	19	$\bar{1}$. 11. $\bar{2}$			
47	$\bar{2}1\bar{2}$	30	$28\bar{3}$	20	$\bar{1}$. 13. $\bar{2}$			
48	$\bar{3}1\bar{3}$	31	$\bar{2}$. 10. $\bar{3}$	162	$\bar{1}4\bar{2}$			
49	$\bar{1}0\bar{1}$	32	$\bar{2}$. 11. $\bar{3}$	161	$\bar{2}74$			
50	$\bar{7}2\bar{7}$	172	$\bar{2}$. 12. 3	160	$\bar{1}3\bar{2}$			
51	$\bar{5}2\bar{5}$	171	$\bar{2}$. 11. 3	159	$\bar{3}8\bar{6}$			
52	$\bar{4}34$	170	$\bar{2}$. 10. 3	158	$\bar{1}2\bar{2}$			
138	$\bar{9}79$	169	$\bar{2}8\bar{3}$	157	$\bar{8}$. 13. 16			

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
156	$\bar{2}34$	[201]	91	$\bar{1}20$	[001]	28	$2\bar{6}\bar{3}$	[314]
155	$\bar{3}46$		188	$\bar{1}.16.0$		38	$3\bar{7}4$	
154	$\bar{1}22$		187	$\bar{1}.13.0$		48	$4\bar{8}\bar{5}$	
145	$\bar{3}26$		186	$\bar{1}.11.0$		53	$11\bar{1}$	
144	$\bar{2}14$		185	$\bar{1}.10.0$		59	$\bar{6}2\bar{5}$	
126	$\bar{1}02$		184	$\bar{1}80$		66	$\bar{5}14$	
87	$\bar{1}30$	183	$\bar{1}70$	67	$\bar{3}12$			
88	$\bar{3}80$	[001]	1	$04\bar{1}$	83	$\bar{3}\bar{5}1$		
89	$\bar{3}70$		7	$19\bar{3}$	86	$4\bar{8}1$		
90	490		13	152	87	$\bar{1}30$		

Die Deutung des Diagramms von (131) ist analog der von (111).

$$\text{Formel: } h:k:l = \left(\frac{u \operatorname{tg} a}{J_0 \cos \varphi} \frac{u^2}{J_0 E_0} \operatorname{tg} \varphi + \frac{3u^2}{E_0} \right) : \left(-\frac{3u \operatorname{tg} a}{J_0 \cos \varphi} - \frac{3u^2}{J_0 E_0} \operatorname{tg} \varphi + \frac{1}{E_0} \right) : \left(\frac{u \operatorname{tg} a}{J_0 \cos \varphi} - \frac{E_0}{J_0} \operatorname{tg} \varphi \right)$$

Die Zonen des Diagramms sind sehr reich besetzt und folgen dicht aufeinander. Als Schnittpunkt der grössten Anzahl von Kurven ist der Reflex von (001)₁₀₇ zu nennen; an zweiter Stelle stehen (101)₂₁, (021)₄₂, (11 $\bar{1}$)₁₃, (110)₃₀, schliesslich seien noch (2 $\bar{3}\bar{3}$)₁₂₂, (122)₂₀₈, und (130)₈₆ angeführt.

Zonen mit Strassen: [2 $\bar{1}$ 1]_I, [1 $\bar{1}$ 1]_{II}.

Reich besetzte Zonen: [001]_{III}, [100]_{IV}, [101]_V, [1 $\bar{1}$ 0]_{VI}, [2 $\bar{1}$ 0]_{VII}, [3 $\bar{2}$ 0]_{VIII}, [430]_{IX}, [2 $\bar{1}$ 2]_X, [3 $\bar{1}$ 2]_{XI}, [3 $\bar{1}$ 1]_{XII}.

Punkte grösster Intensität: (10 $\bar{1}$)₂₁, (110)₃₀, (11 $\bar{1}$)₁₃, (1 $\bar{1}$ 2)₁₈, (120)₇, (121)₃₅, (1 $\bar{2}$ 3)₁₇, (131)₄, (133)₁₉₆, (174)₄₅, (2 $\bar{1}$ 3)₁₉, (251)₆, (341)₃₂, (343)₁₃₂, (352)₁₁₅, (352)₃₄, (370)₈₁, (043)₄₄.

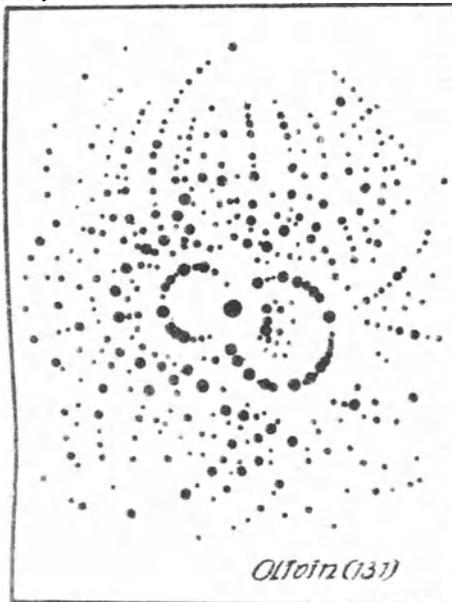


Fig. 10a.

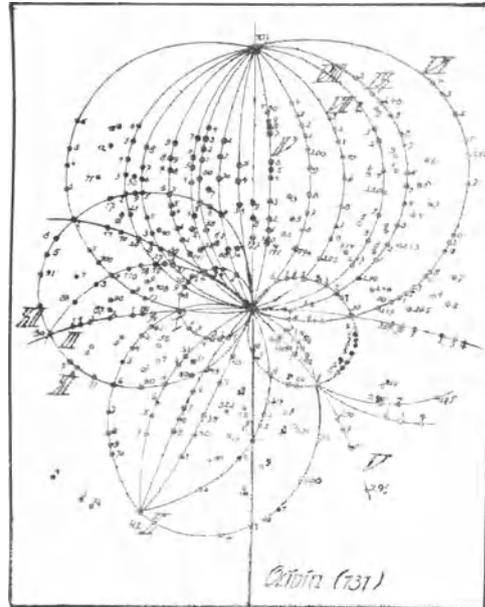


Fig. 10b.

Tabelle 10.
Flächen und Zonen auf (131).

Nr.	Index	Nr.	Index	Nr.	Index	Nr.	Index
1	153	48	1. 13. 7	96	49 $\bar{3}$	143	22 $\bar{3}$
2	142	49	1. 15. 8	97	48 $\bar{1}$	144	33 $\bar{5}$
3	273	50	163	98	36 $\bar{1}$	145	55 $\bar{9}$
4	13 $\bar{1}$	51	294	99	24 $\bar{1}$	146	11 $\bar{2}$
5	38 $\bar{2}$	52	114	100	36 $\bar{2}$	147	33 $\bar{7}$
6	25 $\bar{1}$	53	283	101	48 $\bar{3}$	148	33 $\bar{8}$
7	120	54	152	102	12 $\bar{1}$	149	11 $\bar{3}$
8	35 $\bar{1}$	55	173	103	36 $\bar{4}$	150	43 $\bar{6}$
9	23 $\bar{1}$	56	194	104	24 $\bar{3}$	151	32 $\bar{5}$
10	34 $\bar{2}$	57	1. 11. 5	105	36 $\bar{5}$	152	43 $\bar{7}$
11	67 $\bar{5}$	58	392	106	12 $\bar{2}$	153	32 $\bar{6}$
12	11 $\bar{1}$	59	272	107	00 $\bar{1}$	154	32 $\bar{8}$
13	324	60	293	108	59 $\bar{2}$	155	32 $\bar{9}$
14	21 $\bar{3}$	61	3. 11. 3	109	47 $\bar{2}$	156	3. 2. 10
15	10 $\bar{2}$	62	4. 10. 1	110	59 $\bar{3}$	157	3. 2. 11
16	134	63	381	111	47 $\bar{5}$	158	214
17	12 $\bar{3}$	64	261	112	35 $\bar{6}$	159	21 $\bar{5}$
18	11 $\bar{2}$	65	3. 10. 2	113	35 $\bar{7}$	160	21 $\bar{6}$
19	21 $\bar{3}$	66	141	114	474	161	21 $\bar{7}$
20	314	67	2. 10. 3	115	35 $\bar{2}$	162	21 $\bar{8}$
21	10 $\bar{1}$	68	162	116	35 $\bar{3}$	163	21 $\bar{9}$
22	31 $\bar{2}$	69	183	117	354	164	2. 1. 10
23	52 $\bar{3}$	70	1. 10. 4	118	58 $\bar{6}$	165	31 $\bar{6}$
24	21 $\bar{1}$	71	281	119	46 $\bar{3}$	166	31 $\bar{8}$
25	53 $\bar{2}$	72	1. 11. 4	120	23 $\bar{2}$	167	31 $\bar{9}$
26	32 $\bar{1}$	73	193	121	46 $\bar{5}$	168	30 $\bar{7}$
27	75 $\bar{2}$	74	172	122	23 $\bar{3}$	169	10 $\bar{3}$
28	43 $\bar{1}$	75	4. 11. 1	123	46 $\bar{7}$	170	104
29	54 $\bar{1}$	76	391	124	234	171	10 $\bar{5}$
30	110	77	3. 10. 1	125	469	172	10 $\bar{6}$
31	45 $\bar{1}$	78	271	126	23 $\bar{5}$	173	114
32	34 $\bar{1}$	79	5. 11. 0	127	574	174	11 $\bar{5}$
33	23 $\bar{1}$	80	490	128	57 $\bar{5}$	175	11 $\bar{6}$
34	35 $\bar{2}$	81	370	129	57 $\bar{8}$	176	13 $\bar{7}$
35	121	82	250	130	579	177	13 $\bar{8}$
36	253	83	5. 13. 0	131	68 $\bar{5}$	178	13 $\bar{9}$
37	132	84	4. 11. 0	132	34 $\bar{3}$	179	1. 3. 10
38	143	85	380	133	68 $\bar{7}$	180	023
39	03 $\bar{2}$	86	130	134	344	181	058
40	074	87	6. 14. 1	135	34 $\bar{5}$	182	035
41	095	88	4. 10. 1	136	34 $\bar{6}$	183	012
42	021	89	4. 11. 1	137	34 $\bar{7}$	184	037
43	054	90	49 $\bar{1}$	138	34 $\bar{8}$	185	038
44	043	91	38 $\bar{1}$	139	67 $\bar{6}$	186	013
45	174	93	37 $\bar{1}$	140	67 $\bar{8}$	187	027
46	195	94	49 $\bar{2}$	141	55 $\bar{6}$	188	014
47	1. 11. 6	95	37 $\bar{2}$	142	334	189	029

Nr.	Index	Nr.	Index	Nr.	Index	Nr.	Index
190	015	224	236	258	13. 13. 9	290	$7\bar{1}4$
191	178	225	574	259	111	291	$6\bar{1}3$
192	156	226	575	260	445	292	$5\bar{0}3$
193	158	227	577	261	334	293	$9\bar{0}5$
194	144	228	579	262	223	294	$2\bar{0}1$
195	145	229	5. 7. 11	263	559	295	$3\bar{2}3$
196	133	230	683	264	112	296	$3\bar{1}3$
197	267	231	342	265	761	297	$8\bar{3}8$
198	134	232	685	266	762	298	$2\bar{1}2$
199	135	233	343	267	763	299	$4\bar{2}5$
200	136	234	687	268	541	300	$2\bar{2}3$
201	137	235	344	269	540	301	$4\bar{6}7$
202	138	236	689	270	970	302	$1\bar{2}2$
203	139	237	345	271	750	303	$2\bar{6}5$
204	1. 3. 10	238	6. 8. 11	272	320	304	$1\bar{4}3$
205	364	239	346	273	530	306	$3\bar{3}5$
206	243	240	347	274	740	307	$4\bar{4}7$
207	487	241	348	275	$4\bar{1}1$	308	$3\bar{6}7$
208	122	242	349	276	$3\bar{1}3$	309	$3\bar{8}8$
209	245	243	453	277	$3\bar{2}2$	310	3. 10. 9
210	123	244	454	278	$3\bar{3}1$	311	$4\bar{6}9$
211	3. 6. 10	245	455	279	$3\bar{4}0$	312	$2\bar{4}5$
212	247	246	672	280	$4\bar{1}4$	313	$3\bar{7}8$
213	124	247	676	281	$4\bar{2}3$	314	$1\bar{3}3$
214	353	248	677	282	$4\bar{3}2$	315	3. 11. 0
215	354	249	881	283	$6\bar{1}6$	316	$1\bar{9}5$
216	355	250	551	284	$6\bar{2}5$	317	$2\bar{7}7$
217	463	251	11. 11. 3	285	634	318	$1\bar{4}4$
218	232	252	772	286	$6\bar{6}1$	319	$1\bar{6}5$
219	465	253	331	287	$6\bar{8}1$	320	$1\bar{8}6$
220	233	254	773	288	$8\bar{2}7$	321	$1\bar{5}5$
221	467	255	11. 11. 5	289	$4\bar{1}2$	322	$1\bar{7}6$
222	234	256	12. 12. 7				
223	469	257	11. 11. 7				

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
1—15		$[2\bar{1}1]$	211	3. 6. 10		103	$3\bar{6}4$	
16—38		$[1\bar{1}1]$	212	247		104	$2\bar{4}3$	
			213	124		105	$3\bar{6}5$	$[2\bar{1}0]$
35	121		7	120		106	$1\bar{2}2$	
205	364		97	$4\bar{8}1$	$[2\bar{1}0]$	107	001	
206	243		98	$3\bar{6}1$		264	112	
207	487	$[2\bar{1}0]$	99	$2\bar{4}1$		263	559	
208	122		100	$3\bar{6}2$		262	223	$[1\bar{1}0]$
209	245		101	$4\bar{8}3$		261	334	
210	123		102	$1\bar{2}1$		260	445	

Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol	Nr.	Index	Zonen-Symbol
259	111		251	11. 11 3.		142	$33\bar{4}$	
258	13. 13. 9		250	559		143	$22\bar{3}$	
257	11. 11. 7		249	881		144	$33\bar{5}$	
256	12. 12. 7	[110]	30	110	[110]	145	$55\bar{9}$	[110]
255	11. 11. 5		286	$66\bar{1}$		146	$11\bar{2}$	
254	773		278	$33\bar{1}$		147	$33\bar{7}$	
253	$33\bar{1}$		12	$11\bar{1}$		148	$33\bar{8}$	
252	772		141	$55\bar{6}$		149	$11\bar{3}$	

V. Die Ergebnisse der Laueaufnahmen.

Tabelle 11.

Zusammenstellung der auf den Lauediagrammen gefundenen
Strukturebenen $\{h k l\}$.

001	015	301	410	1. 12. 1	144	1. 11. 6	271	215	311	373	3. 10. 7
011	025	302	430	1. 13. 1	154	1. 12. 6	281	225	321	3. 10. 3	3. 12. 7
021	035	307	450		164	1. 13. 6	2. 10. 1	235	331	3. 11. 3	318
031	045	503	470	102	174	1. 16. 6	2. 11. 1	245	341	3. 16. 3	328
041	065		490	112	194		2. 12. 1	255	351		338
051	075	905	4. 11. 0	122	1. 10. 4	117	2. 13. 1	265	361	314	338
061	085	110	520	132	1. 11. 4	127	2. 14. 1	285	371	324	348
071	095	120	530	142	1. 14. 4	137		2. 11. 5	381	334	368
081	0. 12. 5	130	540	152	1. 15. 4	1. 10. 7	212	2. 12. 5	391	344	378
0. 10. 1		150	570	162		1. 11. 7	232	2. 14. 5	3. 10. 1	354	319
0. 11. 1	076	160	580	172	105	1. 12. 7	252		3. 12. 1	364	329
0. 12. 1	027	170	5. 11. 0	182	115	1. 13. 7	272	216	3. 15. 1	374	349
0. 14. 1	037	180	5. 13. 0	192	135	1. 15. 7	292	236	3. 16. 1	384	3. 10. 9
0. 15. 1	047	190	5. 14. 0	1. 11. 2	145		2. 11. 2	276		394	3. 2. 10
	067	1. 10. 0	650	1. 12. 2	155	138	2. 13. 2	296	312	3. 10. 4	3. 4. 10
012	087	1. 11. 0		1. 13. 2	165	148	2. 15. 2		322	325	3. 6. 10
032	0. 10. 7	1. 13. 0	740	103	175	158		217	332	335	3. 8. 10
052	0. 12. 7	1. 14. 0	750	113	185	1. 11. 8	223	227	342	345	3. 11. 10
0. 11. 2		1. 15. 0	760	123	195	1. 15. 8	233	247	352	355	
0. 13. 2	038	1. 16. 0		1. 10. 5	1. 21. 8	243	257	267	362	365	3. 2. 11
	058		970	133	1. 11. 5	139	253	267	372	385	3. 8. 14
013		210		143	1. 13. 5		263	277	382	3. 10. 5	
023	029	230		153	1. 20. 5	1. 3. 10	273	287	392		411
043	0. 11. 9	250	101	163	106	1. 9. 10	283	2. 10. 7	3. 10. 2	316	421
053	0. 14. 9	270	111	173	116		293	2. 11. 7	3. 11. 2	326	431
073		2. 13. 0	121	183	126	1. 7. 12			3. 12. 2	346	441
083	101	2. 15. 0	131	193	136		2. 10. 3	218	3. 13. 2	356	451
0. 10. 3	102	2. 17. 0	141	1. 12. 3	146	201	2. 11. 3	238	3. 14. 2	386	461
	103		151	1. 13. 3	156	211	2. 12. 3	278	3. 18. 2		471
014	104	310	161		166	221	214	219		307	481
034	105	320	171	104	176	231	234	249	313	337	491
054	106	340	181	114	186	241	274	2. 14. 9	323	347	4. 10. 1
074		370	191	124	186	251	294		343	357	4. 11. 1
0. 11. 4	201	380	1. 10. 1	134	196	261	2. 13. 4	2. 1. 10	353	367	4. 12. 1

412	414	437	582	594	5. 3. 11	683	6. 8. 11	715	854	11.11.3
432	434	447	592	5. 11. 4	5. 7. 11	6. 14. 3				11.11.5
472	454	467	5. 11. 2				761	756	827	11.11.7
492	474	487	5. 15. 2	525	(21	614	771	766		11. 2. 8
4. 13. 2	494	4. 10. 7	5. 17. 2	545	651	634			838	
4. 17. 2	4. 11. 4	4. 11. 7		565	661	615	722	727		
			503	575	681	625	752			
413		469	513	536	691	655	762	7. 10. 7	961	12.12.7
423	425		523	556	6. 14. 1	665	772	768	952	
433	445	511	533	586		675				
443	455	521	553	596	652	685	713	7. 14. 9	9. 10. 2	13.13.9
453	465	531	593		672	6. 14. 5	723			
463	475	541		517	692		743		924	
483	485	551	514	577		616	753	881	994	14.10.11
493	495	571	524		613	676	763		9. 11. 4	
4. 10. 3	4. 10. 5	591	534	578	623	677	773	813		
4. 11. 3	4. 14. 5	512	544	5. 11. 8	643	687		823	927	
4. 12. 3		532	554	559	653	678	714	843		
4. 13. 3	436	552	574	579	673	689	764	873	928	
							7. 10. 4	883		

Da nach der Symmetrie der rhombisch-bipyramidalen Klasse Flächen mit negativen Indizes denen mit lauter positiven gleichwertig sind, so sind bei der vorstehenden Zusammenstellung alle Vorzeichen weggelassen.

Bezeichnend für die systematische Uebersicht aller gefundenen Strukturebenen ist das Fehlen jeglichen Hinweises auf die charakteristischen Eigenschaften der flächen- oder innen-zentrierten Raumgitter. Es ist deshalb berechtigt, den Olivin einem einfach eckenbesetzten Gittertyp zuzuordnen. (Lit. 9.)

VI. Drehspektrogramme.

1. Methode der Aufnahmen.

Zur Erzeugung der Spektrogramme diente die durch einen c.0,4 mm weiten Spalt abgeblendete K-Strahlung einer Molybdänantikathode. Spalt und Drehungsachse des orientierten Schliffes waren auf einem Goniometer parallel justiert, das zugleich als Träger der photographischen Kassette diente.

2. Beschreibung der Spektrogramme.

Außer dem „Hauptspektrum“, das von der Schlifffläche des Präparates erzeugt wird, erschienen „Nebenspektren“, die von schrägen Strukturebenen des Kristalles herrühren. Man kann sie mit Vorteil zur Strukturdeutung heranziehen. (Vergl. Lit. 17.)

3. Deutung der Spektrogramme.

Bedeutung: n die Ordnungszahl, λ die Wellenlänge, r die „Röntgenperiode“¹⁾, α den Glanzwinkel, so kann aus der Formel: $n\lambda = 2r \sin \alpha$ bei gegebenem λ die Röntgenperiode berechnet werden. Zur Ermittlung von α nach der Formel $\operatorname{tg} 2\alpha = e/R$ mißt man den Abstand der Spektrallinie (e) vom Einstich des Primärstrahles und den der Drehachse des Schliffes von der Schichtseite der photographischen Platte (R). Die Nebenspektren werden bei dem Verfahren von E. Schiebold (Lit. 15) auf dieselbe Weise gedeutet. Dazu wird ein Polarkoordinatensystem (e, φ) in der photographischen Platte benutzt. Der Richtungswinkel φ ist mit dem bei der Drehung konstanten Winkel ($90 - \delta$), den die Normale der jeweils reflektierenden Strukturebene mit der Drehachse einschließt, verbunden durch die Gleichung: $\sin \delta = \sin \varphi \cos \alpha$. Da nun andererseits δ und α , sowie die Identitätsperiode (d)¹⁾ aus den Indizes $\{hkl\}$ der Strukturebene berechnet werden können, so führt der Vergleich von gemessenem (δ, r) mit berechnetem (δ, d) zur eindeutigen Festlegung derselben. In Tabelle (12) ist diese Zusammenstellung durchgeführt.

Hierzu ist folgendes zu bemerken: Es wurden Spektrogramme von den Schliffen parallel: (100), Drehung um b-Achse Pl. 4 [1a]; (100), Drehung um c-Achse Pl. 297c [1b]; desgl. Pl. 292c [1c]; (010), Drehung um a-Achse Pl. 287c [2a]; (010), Drehung um c-Achse Pl. 18 [2b]; (001), Drehung um b-Achse Pl. 6 [3a]; desgl. 296B [3b]; (110), Drehung um c-Achse Pl. 24 [4a]; desgl. Pl. 22 [4b]; desgl. Pl. 17 [4c]; (120), Drehung um c-Achse Pl. 25 [5]; (101), Drehung um b-Achse Pl. 11 [6]; (011), Drehung um a-Achse Pl. 28 [7]; (111), Drehung um Projektion der c-Achse Pl. 15 [8]; (131), Drehung um Projektion der c-Achse Pl. 26 [9] in mehrfacher Zahl angefertigt. In Spalte 1 stehen die Indizes der gefundenen Strukturebenen, wobei die Ordnung des Spektrums wie üblich durch Vervielfachung der Indizes angegeben ist. Die 2. und 3. Spalte enthalten die gemessenen Röntgen- und berechneten Identitätsperioden¹⁾ und entsprechend die Spalten 4 und 5 die δ -Werte. Die r_{gem} sind Mittelwerte aus den beiden Komponenten der K-Strahlung, ihr mittlerer Fehler beträgt c. 1,5%; die Genauigkeit der δ -Werte ist geringer, der mittlere Fehler kann auf c. 3% geschätzt werden.

Tabelle 12.

Zusammenstellung der in den Drehungsspektrogrammen vom Olivin auftretenden Strukturebenen.

Index	r gem.	d ber.	δ gem.	δ ber.	Index	r gem.	d ber.	δ gem.	δ ber.	Index	r gem.	d ber.	δ gem.	δ ber.
1a.					130	2.750	2.820	52° 50'	54° 26'	101	3.880	3.793	40° 30'	38° 27'
200	2.389	2.420	0	0	230	1.972	1.985	32 55	34 54	103	1.820	1.875	70 00	67 14
400	1.146	1.210	0	0	330	1.435	1.463	25 40	23 46	1c.				
210	2.302	2.359	13° 20'	13° 07'	240	1.732	1.772	42 40	42 50	200	2.466	2.420	0	0
310	1.570	1.596	9 15	9 01	340	1.347	1.372	30 30	31 02	400	1.200	1.210	0	0
120	3.355	3.544	42 25	42 50	1b.					101	3.798	3.793	40 00	38 27
220	2.042	2.195	24 40	24 48	300 ²⁾	1.616	1.613	0	0	202	1.872	1.896	39 30	38 27
320	1.520	1.542	17 00	17 15	400	1.216	1.210	0	0					

¹⁾ Als „Identitätsperiode“ (d) wird der kleinste Abstand paralleler identischer Strukturebenen bezeichnet, als „Röntgenperiode“ (r) der kleinste Abstand paralleler gleichbelasteter Strukturebenen. Es ist stets $r \leq d$. (Vergl. Lit. 9, S. 488, 489.)

²⁾ Wegen sehr geringer Intensität nicht mit Sicherheit erkennbar.

In- dex	r gem.	d ber.	δ gem.	δ ber.	In- dex	r gem.	d ber.	δ gem.	δ ber.	In- dex	r gem.	d ber.	δ gem.	δ ber.
2a.					333	1.118	1.188	36°15'	35°44'	7.				
020	5.328	5.200	o	o	263	1.060	1.158	34 10	34 44	021	3.925	3.956	o	o
120	3.572	3.544	47°30'	48°11'	4b.					041	2.432	2.392	o	o
130	2.858	2.820	36 12	36 22	130	2.665	2.820	o	o	061	1.521	1.667	o	o
140	2.304	2.291	29 00	28 48	131	2.240	2.559	23 10	24 48	131	2.616	2.559	33°25'	32°33'
150	1.914	1.911	23 50	23 42	133	1.600	1.649	57 55	44 12	241	1.716	1.749	46 40	47 21
160	1.615	1.632	20 30	20 04	111	3.115	3.563	38 45	35 44	331	1.433	1.425	64 30	64 00
170	1.414	1.421	17 40	17 22	112	2.515	2.505	54 30	55 12	020	5.350	5.20	o	o
180	1.244	1.256	15 20	15 18	113	1.875	1.841	66 40	64 52	120	3.532	3.544	46 40	48 11
240	1.783	1.772	47 00	48 11	222	1.790	1.782	36 10	35 44	130	2.854	2.820	35 30	36 22
280	1.137	1.145	29 05	28 48	260	1.360	1.410	o	o	140	2.318	2.291	28 30	28 48
360	1.141	1.181	48 20	48 11	330	1.460	1.463	o	o	150	1.906	1.911	23 05	23 42
2b.					331	1.427	1.425	14 40	13 31	210	2.419	2.359	75 30	82 43
020	5.13	5.20	o	o	332	1.365	1.321	28 25	25 38	240	1.765	1.772	47 40	48 11
021	3.812	3.956	41 30	40 26	4c.					8.				
041	2.356	2.392	22 25	23 05	111	3.380	3.563	36 05	35 44	111	3.648	3.563	o	o
061	1.634	1.667	15 05	15 47	112	2.535	2.505	54 50	55 12	112	2.551	2.505	+20°30'	+19°28'
042	1.916	1.978	41 10	40 26	221	2.065	2.066	22 30	19 48	121	2.226	3.064	+2 30	+3 19
062	1.480	1.507	32 05	34 42	222	1.717	1.782	35 05	35 44	123	1.691	1.764	+27 40	+25 19
082	1.139	1.196	21 50	23 05	223	1.540	1.492	47 00	47 12	124	1.516	1.401	+33 00	+31 44
063	1.287	1.319	40 20	40 26	224	1.180	1.252	54 50	55 12	210	2.398	2.359	-41 30	-34 52
3a.					330	1.420	1.463	o	o	212	2.00	1.866	o	+2 36
002	3.105	3.048	o	o	331	1.379	1.425	13 20	13 31	221	1.98	2.066	-17 00	-15 58
004	1.523	1.524	o	o	332	1.335	1.321	26 55	25 38	222	1.802	1.782	o	o
021	3.846	3.956	52 20	49 32	5.					9.				
042	1.936	1.978	53 00	49 32	120	3.615	3.544	o	o	110*	4.332	4.390	o	o
062	1.413	1.507	63 50	62 01	121	3.190	3.064	30 40	30 09	121	2.943	3.064	-57 50	-54 13
041	2.222	2.392	69 50	68 30	112	2.372	2.505	56 20	55 12	122	2.303	2.312	+25 05	+24 49
043	1.559	1.602	41 30	40 11	113	1.896	1.841	66 00	64 52	130	2.763	2.820	-24 40	-24 48
3b.					222	1.718	1.782	32 20	35 44	131	2.548	2.559	o	o
002	3.053	3.048	o	o	240	1.805	1.772	o	o	132	2.075	2.071	+18 40	+17 56
003*	2.106	2.032	o	o	241	1.720	1.749	16 30	15 54	133	1.699	1.649	+24 25	+23 18
021	3.894	3.956	49 40	49 32	242	1.665	1.532	32 20	30 09	134	1.330	1.341	+39 15	+36 46
022	2.590	2.630	30 00	30 23	302*	1.334	1.427	26 45	27 56	135	1.155	1.120	+45 10	+41 46
023	1.772	1.894	19 50	21 22	304*	1.068	1.110	43 55	46 42	161	1.502	1.576	-43 00	-38 37
042	1.960	1.978	49 30	49 32	331	1.272	1.425	13 20	13 31	161	1.510	1.576	-9 30	-8 55
4a.					333	1.125	1.188	34 20	35 44	163	1.238	1.273	+14 00	+14 41
260	1.272	1.410	o	o	6.					242	1.522	1.532	-56 50	-54 13
111	3.175	3.563	35 22	35 44	101	3.566	3.793	o	o	241	1.671	1.749	-40 40	-41 45
112	2.338	2.510	54 00	55 12	111	3.378	3.563	19 50	20 02	240	1.754	1.772	-26 05	-24 16
222	1.650	1.782	35 05	35 44	222	1.710	1.782	20 40	20 02	244	1.146	1.156	+25 00	+24 49
331	1.319	1.425	13 10	13 31	131	2.408	2.559	50 00	47 34	262	1.271	1.279	o	o
332	1.230	1.321	28 10	25 38	241	1.567	1.749	44.40	42 17	361	1.146	1.160	-37 50	-35 11
										360	1.180	1.181	-26 05	-24 16

Außer den Spektren (300) (003) (302) (304) (110), die wegen sehr geringer Intensität unsicher sind, zeigt der Vergleich der berechneten und gemessenen Werte innerhalb der Fehlergrenzen die eindeutige Zuordnung der Spektren zu relativ einfachen Strukturebenen.

* Wegen sehr geringer Intensität nicht mit Sicherheit erkennbar.

4. Die Dimensionen des Parallelepipeds.

Zur Bestimmung der Dimensionen sind in Tabelle (13) nochmals die an den 3 Pinakoiden, sowie einfachsten Prismen und Bipyramiden beobachteten Röntgenperioden der Spektren in den verschiedenen Ordnungen zusammengestellt. Die Zahlen sind Mittelwerte aus Tabelle (12) unter Berücksichtigung des Gewichtes der Messungen. In Spalte (6) steht der daraus berechnete Mittelwert für das I. Spektrum.

Tabelle 13.

Ebene	Ordnung				Mittel	d ber.	Rel. Intensität			
	I.	II.	III.	IV.			I.	II.	III.	IV.
100	—	2.427	1.616*	1.204	4.839	4.840	—	4	1	4
001	—	3.062	2.106*	1.523	6.100	6.100	—	8	1	8
010	—	5.200	—	—	10.40	10.40	—	6	—	—
110	4.332*	2.152	1.440	—	4.319	4.300	1	2	5	—
120	3.519	1.769	1.174	—	3.516	3.544	7	8	4	—
130	2.806	1.360	—	—	2.763	2.820	8	5	—	—
101	3.746	1.872	—	—	3.745	3.793	5	4	—	—
011	—	2.590	—	—	5.180	5.260	—	2	—	—
021	3.866	1.937	1.287	—	3.867	3.956	7	3	7	—
111	3.442	1.717	1.122	—	3.413	3.563	4	8	3	—
131	2.524	1.271	—	—	2.533	2.559	7	2	—	—

* unsicher.

Es bedeuten: 1 = s. s. s. gerade noch wahrnehmbar 2 = s. s. schwach 3 = s. 4 = m. - s. mittel 5 = m. 6 = m. st. stark 7 = st. 8 = st. st. sehr stark

Das Verhältnis der Zahlen 4.839:10.40:6.100 stimmt innerhalb der Fehlergrenzen mit dem kristallographischen Achsenverhältnis 0.4657:1:0.5865 überein. Man kann demnach **das Parallellach mit den Kanten $a = 4,84 \times 10^{-8}$ cm $b = 10,40 \times 10^{-8}$ cm $c = 6,10 \times 10^{-8}$ cm als Elementarparallelepiped wählen.** Daraus berechnen sich in bekannter Weise die d-Werte der übrigen Strukturebenen. (Vgl. Spalte 7.) Die Uebereinstimmung von Spalte (6) und (7), sowie in ausgedehnter Weise die Tabelle (12) zeigen, daß das Elementarparallellach die richtigen Dimensionen besitzt.

5. Anzahl der Moleküle im Elementarparallelepiped.

Sie berechnet sich nach der Formel:

$$n = \frac{\text{Vol.} \times \text{spez. Gew.}}{\text{Mol. Gew.} \times 1,66 \times 10^{-24}} \quad \text{Vol.} = a b c = 4,84 \cdot 10,40 \cdot 6,10 \times 10^{-24} \text{ ccm}$$

Da nach den eingangs angeführten Bestimmungen das Verhältnis von Fe : Mg = 1 : 6 ist, so ist das Molekulargewicht des benutzten Olivins

$$\frac{1}{7} (6 \text{ Mg}_2 \text{ Si O}_4 + 1 \text{ Fe}_2 \text{ Si O}_4) = 149,95, \text{ mithin } n = \frac{4,84 \cdot 10,40 \cdot 6,10 \cdot 3,3}{149,95 \cdot 1,66} = 4,07; \text{ d. h.}$$

in einem Elementarparallelepiped sind 4 Moleküle Olivin enthalten.*

* Die Abweichung von der Zahl 4 dürfte in Messungsfehlern der Röntgenperioden sowie der Bestimmung des spezifischen und Zusammensetzung des Mischkristalles begründet sein.

6. Die Raumgruppe des Olivins.

a) Herleitung aus den Spektrogrammen.

Bei Betrachtung der Tabelle (12) erkennt man, daß die Bipyramiden ohne Ausnahme normale Röntgenperioden besitzen. Mithin ist dem Olivin ein einfach primitives Parallelepiped zuzuordnen, das den Raumgruppen $\mathfrak{B}_h^1 - \mathfrak{B}_h^{16}$ zugrunde liegt.

Zur weiteren Differenzierung innerhalb dieser 16 Raumgruppen betrachten wir die Röntgenperioden der 3 Pinakoide und der Prismen. Eine eindeutige Festlegung der Raumgruppe scheitert an der Unsicherheit der wegen ihrer sehr geringen Schwärzung nicht deutlich erkennbaren Spektren (300) (003) (302) (304).

Aus der Tabelle (12) erkennt man mit voller Sicherheit:

- 1) in der Zone der $\{h k 0\}$ Flächen sind alle Röntgenperioden normal (z. B. Nr. 2a.) r gem. stets = d ber.
- 2) in der Zone der $\{0 k l\}$ Flächen, treten nur solche auf, deren zweiter Index k gerade ist (z. B. 021, 041, 061, 042, 063 usw. unter Nr. 2b).
- 3) Dies gilt nicht für die Flächen $\{h 0 l\}$ (vgl. 101, 103 unter Nr. 1b).

Eine eingehende Diskussion (vgl. auch Lit. 9, S. 496) führt mit Notwendigkeit darauf, daß nur die Raumgruppen $\mathfrak{B}_h^5, \mathfrak{B}_h^7, \mathfrak{B}_h^{16}$ zutreffen.

a) Legt man nur die mit Sicherheit erkannten Spektren zugrunde, so folgen aus der Tabelle (12) noch die Bedingungen:

- 4) Die Pinakoide $\{100\} \{010\} \{001\}$ besitzen $r = \frac{1}{2}d$, was in den Indizes (200) (400) (020) (002) (004) zum Ausdruck kommt.
- 5) Die Prismen $\{h 0 l\}$ zeigen die Eigentümlichkeit, daß $h + l$ gerade ist.

Die Bedingungen 1—5 sind nur mit der Gruppe \mathfrak{B}_h^{16} verträglich.

β) Bei Zugrundelegung auch der unsicheren Spektren genügen die Raumgruppen \mathfrak{B}_h^5 und \mathfrak{B}_h^7 den Bedingungen. Eine sichere Entscheidung zwischen beiden läßt sich indessen aus obigen Gründen jetzt noch nicht treffen.

b) Kriterien der Lauediagramme und der Indizesfelder.

Unter Hinweis auf die Diskussion der Tabelle (11), die eine Zusammenstellung aller in den hergestellten Lauediagrammen auftretenden Strukturflächen gibt (S. 26, 27), folgt aus den Lauediagrammen mit Sicherheit, daß dem Olivin ein einfach primitives Gitter zugeordnet werden muß, also nur die Raumgruppen \mathfrak{B}_h^1 bis \mathfrak{B}_h^{16} in Betracht kommen. Auch die übrigen Kriterien der drei obigen Gruppen finden sich, wenn auch mit entsprechend geringerer Schärfe erfüllt, wenn man nur stets die Flächen mit höchsten Indizes betrachtet.

Noch deutlicher als an Tabelle (11) kann dies Verhalten an den Indizesfeldern (Lit. 1) der 3 Pinakoide studiert werden.

Anmerkung: Die Grenzen der Felder sind berechnet 1) aus der kleinsten Wellenlänge des die Lauediagramme erzeugenden kontinuierlichen Spektrums, 2) aus den kleinsten und größten Glanzwinkeln und 3) aus dem größten Wert von J^2 (Inhalt des Elementarparallelogrammes der Gitterebene hkl), den die Indizes ergeben. (Lorentzfaktor.) In den Zeichnungen sind die möglichen Flächen als Punkte, die vorhandenen als Kreuze eingetragen. Haben zwei Flächen denselben Wert von J^2 , so ist dasjenige Flächensymbol, für welches das Kreuz gilt, unterstrichen. (Wegen der herrschenden Druckschwierigkeiten sind diese Zeichnungen lediglich den Institutsakten einverleibt.)

7. Die Bauteile des Olivins.

Das Elementarparallelepiped enthält nach 5, 4 Moleküle Olivin $(Mg, Fe)_2SiO_4$. Abgesehen von den vikariierenden Eisenatomen, die dem Mischungsverhältnis 1:6 entsprechend die Mg-Atome in unregelmäßiger Weise ersetzen (Lit. 6, 13), stehen 8 Mg-, 4 Si-, 16 O-Atome zur Verfügung.

Entsprechend der gewöhnlichen Auffassung als Orthosilikat müßten sämtliche 16 O-Atome gleichwertig im Raumgitter verteilt sein. Die angegebenen Raumgruppen besitzen indessen im höchsten Falle nur 8 gleichwertige Punktlagen.* Es können deshalb nicht alle 16 O-Atome gleichwertig sein, d. h. aus einer einzigen Punktlage (m, n, p) abgeleitet werden, vielmehr sind sie in zweimal 8 aufzuteilen. In welcher Weise dies im einzelnen geschieht, kann noch nicht mit Sicherheit angegeben werden, wahrscheinlich sind MgO und SiO₂ Baugruppen am Aufbau beteiligt. Als Resultat ergibt sich: **Der Olivin ist kein Orthosilikat, aber auch kein Metasilikat**, als welche er im üblichen chemischen Sinne aufgefasst wird (Lit. 19). Im letzteren Falle wären 12-zählige Punktlagen erforderlich, die in keiner der 28 Gruppen der rhombisch-bipyramidalen Klasse existieren. Am wahrscheinlichsten ist eine Strukturformel 4 (MgO · MgO · SiO₂), die im Hinblick auf die Röntgenuntersuchungen Vegards über die Zirkongruppe (Lit. 20) in dieser ein Gegenstück findet.

* Dies ist für sämtliche Gruppen $\mathfrak{B}_h^1 - \mathfrak{B}_h^{16}$ der Fall. (Lit. 9 S. 405).

L i t e r a t u r.

1. G. Aminoff, Die Struktur des Pyrochroit. 1919.
2. W. H. u. W. L. Bragg, X-Rays and Crystal structure, London 1915.
3. W. H. Bragg, Phil. Mag. 1915 II. p. 305.
4. W. L. Bragg, Proc. Royal Soc. (A) 89, p. 248. 1913.
5. C. Hintze, Handbuch der Mineralogie, Leipzig 1897.
6. M. v. Laue, Festschrift der Dozenten der Univ. Zürich. 1914.
7. Ders., Ann. d. Phys. 56. 1918 p. 497—506.
8. E. Marx, Handbuch der Radiologie Bd. V. Leipzig 1919.
9. P. Niggli, Geometrie Kristallographie des Diskontinuums. Leipzig 1919.
10. Penfield u. E. H. Forbes, Zeitschr. f. Min. u. Krist. 46 p. 147.
11. F. Rinne, Sitzungsber. d. math.-phys. Klasse d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig. Bd. 67, 19. Juli 1915.
12. Ders., ebenda, Bd. 68. 25. Oktober 1915.
13. Ders., Zentralblatt f. Min. usw. 1919. Nr. 11, 12, S. 161—172.
14. Ders., Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie. Berlin, Gebr. Borntraeger 1921.
15. Ders., Einführung in die krist. Formenlehre u. elem. Anl. zu krist.-opt. sowie röntgenogr. Untersuchungen. Leipzig 1919. (Drehmethode von E. Schiebold, S. 198 ff.)
16. E. Schiebold, Die Verwendung der Lauediagramme zur Bestimmung der Struktur des Kalkspates. Diss. Leipzig 1919 u. Abh. d. math.-phys. Klasse d. Sächs. Akad. d. Wiss. XXXVI. Bd. II. S. 69—213.
17. E. Seemann, Vollständige Spektraldiagramme v. Kristallen. Phys. Zeitschr. XX. 1919. S. 169.
18. M. Stark, Zusammenhang des Winkels der opt. Axen mit dem Verhältnis von Forsterit und Fayalit-Silikat beim Olivin. Tschermin. u. petr. Mitteil. Bd. 23, 1904. S. 451.
19. G. Tschermak, Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, naturwiss. Abt. I 125 Bd. 1. u. 2. Heft, Wien 1916.
20. L. Vegard, Phil. Mag. July 1916. Nr. 187 p. 65. Nov. 1916. Nr. 191 p. 505.

2.
ÜBER DIE KRISTALLSTRUKTUR
DES KOBALTGLANZES
VON
MAX MECHLING

MIT 5 FIGUREN

MITTEILUNG AUS DEM INSTITUT FÜR MINERALOGIE UND
PETROGRAPHIE DER UNIVERSITÄT LEIPZIG*)
N. FOLGE (SEIT 1909) NR. 133

*) Leitung der Arbeit durch F. RINNE und E. SCHIEBOLD. Abgeschlossen August 1920.

Es ist üblich, den Kobaltglanz der dyakisdodekaedrischen Klasse des isometrischen Systems zuzuzählen. Die hauptsächlichsten Formen, in denen er auftritt, sind der Würfel {100}, das Oktaeder {111} und das Pentagondodekaeder {210}, seltener sind das Rhombendodekaeder {110}, ferner die Formen {320}, {410}, {221}, {433}, {211}, {522}, {321}, {432}. Der Habitus der Kobaltglanzkristalle ist würfelig, oktaedrisch oder pyritoedrisch. Schien somit die Tatsache der Zugehörigkeit des Kobaltglanzes zur pinakoidalen Stufe des isometrischen Systems festzustehen, so fehlte doch noch eine kritische Untersuchung in der Hinsicht, sei es unter Heranziehung der Aetzerscheinungen, sei es auf röntgenometrischem Wege. Der letztere ist in vorliegender Studie eingeschlagen, wie er entsprechend beim Eisenkies und Hauerit von W. H. und W. L. Bragg (Lit. 2) sowie P. P. Ewald (Lit. 3) begangen ist. Ihre Forschungen haben die Zugehörigkeit dieser Minerale zur dyakisdodekaedrischen Klasse bestätigt. Den Ullmannit weist Bragg (Lit. 2) der kubischen Tetartoedrie zu. Hinsichtlich des Kobaltglanzes spricht Bragg (Lit. 2) auf Grund von theoretischen Erwägungen die Vermutung aus, daß diesem Mineral eine niedrigere Symmetrie zukomme, als gemeinhin angenommen wird, es also aus der dyakisdodekaedrischen in die tetraedrisch-pentagondodekaedrische Klasse zu versetzen sei.

In der vorliegenden Arbeit ist der Versuch gemacht, die Berechtigung dieser Vermutung nachzuprüfen und die Kristallstruktur des Kobaltglanzes mit Hilfe von Lauediagrammen und Drehspektralaufnahmen zu bestimmen.

Als Material standen mir Kobaltglanzkristalle von Tunaberg zur Verfügung. Sie hatten einen Durchmesser von ca. 1 cm, an ihnen waren die Formen {100}, {111} und {210} ausgebildet. Es wurden Schriffe nach den kristallographischen Hauptebenen hergestellt.

Die Aufnahme der Lauediagramme geschah im weißen Röntgenlichte mit Hilfe einer Lilienfeldröhre mit Wolframantikathode (Lit. 14). Die Drehspektralaufnahmen wurden mit der dichromatischen Röntgenstrahlung einer Röhre mit Molybdänantikathode hergestellt. (Lit. 16).

Lauediagramme.

Die Photogramme nach dem Laue-Verfahren geben infolge der zentrischen Symmetrie des Laue-Effektes im vorliegenden Falle keinen eindeutigen Aufschluß über die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Kristallklasse, sie sind sowohl mit der Annahme dyakisdodekaedrischer als auch tetraedrisch-pentagondodekaedrischer Symmetrie verträglich. Die Entscheidung liefert erst die Auswertung der Dreh-spektalaufnahmen.

Das Lauediagramm auf {100} Fig. 1 wurde unter Zugrundelegung der Formel (Lit. 14) berechnet: $h:k:l = 1 : \cos \varphi \cotg \alpha : \sin \varphi \cotg \alpha$, worin φ und α Polar-koordinaten bedeuten. Die Abkürzungen sind:

α = Glanzwinkel der reflektierenden Fläche, λ = reflektierte Wellenlänge in 10^{-8} cm, d = Gitterkonstante der Netzebene in 10^{-8} cm, i = gemessene Intensität in relativen Einheiten.

Tabelle 1.
Ungerade Indices:

Nr.	Index	α	λ	d	i	Nr.	Index	α	λ	i
1	175	7°0'	0,159	0,653	8	10	157	6°40'	0,151	8
2	173	7°50'	0,199	0,736	10	31	137	7°40'	0,196	10
4	171	8°50'	0,243	0,792	5	86	117	8°40'	0,241	5
13	153	9°40'	0,320	0,955	5	33	135	10°0'	0,330	5
15	151	11°0'	0,416	1,090	11	88	115	11°10'	0,420	11
39	131	17°40'	1,033	1,701	1	105	113	17°40'	1,033	1
42	391	18°30'	0,342	0,512	4	97	319	18°30'	0,342	4
51	3. 11. 3	14°50'	0,245	0,479	3	91	3. 3. 11	15°0'	0,248	3
52	3. 11. 5	14°0'	0,219	0,452	4	83	3. 5. 11	14°0'	0,219	4
36*	133	13°20'	0,599	1,300	8	—	—	—	—	—
68*	377	17°0'	0,318	0,544	5	—	—	—	—	—

Tabelle 2.
Zwei gleiche Indices:

Nr.	Index	α	λ	d	i	Nr.	Index	α	λ	i
4	171	8°50'	0,243	0,792	5	86	117	8°40'	0,234	5
6	161	9°40'	0,307	0,917	11	87	116	9°40'	0,307	11
15	151	11°0'	0,416	1,090	11	88	115	11°10'	0,420	11
28	141	13°40'	0,627	1,330	8	90	114	13°40'	0,627	8
39	131	17°40'	1,033	1,701	1	105	113	17°40'	1,033	1
51	3. 11. 3	14°50'	0,245	0,479	3	91	3. 3. 11	15°0'	0,248	3
55	3. 10. 3	16°0'	0,287	0,519	4	92	3. 3. 10	16°10'	0,289	4
20	292	12°50'	0,266	0,601	3	89	229	12°40'	0,263	3
33*	144	10°0'	0,342	0,983	6	—	—	—	—	—
36*	133	13°20'	0,599	1,301	8	—	—	—	—	—
45*	277	11°30'	0,222	0,560	5	—	—	—	—	—
67*	255	16°0'	0,425	0,769	2	—	—	—	—	—
68*	377	17°0'	0,318	0,544	5	—	—	—	—	—
80*	122	21°30'	0,302	0,413	5	—	—	—	—	—

* Auf den Spuren der Rhombendodekaederebenen liegende Punkte können in einem Quadranten nur einmal auftreten.

Tabelle 3.

Flächen mit einem Index = 0.

Nr.	Index	α	λ	d	i	Nr.	Index	α	λ	i
—	—	—	—	—	—	98	107	8°20'	0,230	4
5	160	9°50'	0,316	0,929	12	—	—	—	—	—
17	150	11°30'	0,441	1,110	5	100	105	11°30'	0,441	7
30	140	14°0'	0,663	1,370	8	102	104	14°0'	0,663	7
43	130	18°30'	1,134	1,790	5	104	103	18°30'	1,134	6
49	270	16°0'	0,427	0,776	4	103	207	16°0'	0,427	7
57*	310	16°50'	0,315	0,544	4	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	101	209	12°40'	0,269	6
—	—	—	—	—	—	99	2. 0. 11	10°30'	0,163	7

Tabelle 4.

Gemischte Indices:

Nr.	Index	α	λ	d	i	Nr.	Index	α	λ	i
3	172	8°10'	0,218	0,769	9	70	127	8°0'	0,214	11
7	163	8°30'	0,245	0,833	11	32	136	8°40'	0,250	10
8	164	7°50'	0,210	0,776	12	—	—	—	—	—
9	165	7°10'	0,178	0,718	6	11	156	7°20'	0,183	9
12	154	8°30'	0,267	0,872	3	—	—	—	—	—
14	152	10°30'	0,374	1,030	10	73	125	10°40'	0,381	9
16	2. 10. 1	11°20'	0,216	0,554	3	—	—	—	—	—
18	2. 11. 1	10°20'	0,181	0,505	4	—	—	—	—	—
19	291	12°30'	0,261	0,607	4	93	219	12°30'	0,261	8
21	295	11°10'	0,208	0,538	3	64	259	11°10'	0,208	6
23	287	10°50'	0,197	0,524	6	—	—	—	—	—
24	143	11°30'	0,441	1,110	6	34	134	11°30'	0,441	6
25	285	12°0'	0,243	0,586	7	—	—	—	—	—
26	142	12°40'	0,540	1,235	5	75	124	12°40'	0,540	7
27	283	13°10'	0,291	0,643	9	—	—	—	—	—
29	281	14°0'	0,329	0,680	8	—	—	—	—	—
35	267	12°30'	0,259	0,599	3	—	—	—	—	—
37	265	14°50'	0,358	0,701	6	66	256	15°0'	0,368	6
38	132	15°40'	0,815	1,510	8	77	123	15°30'	0,806	5
40	392	18°0'	0,358	0,582	4	—	—	—	—	—
41	261	18°20'	0,554	0,883	2	—	—	—	—	—
44	279	10°0'	0,169	0,487	5	—	—	—	—	—
46	275	13°10'	0,291	0,640	9	65	257	13°20'	0,295	4
47	273	14°50'	0,368	0,718	6	84	237	14°50'	0,368	5
48	271	15°50'	0,420	0,769	4	—	—	—	—	—
53	3. 10. 5	14°0'	0,236	0,487	3	—	—	—	—	—
54	3. 10. 4	15°30'	0,269	0,505	4	—	—	—	—	—
56	3. 10. 1	16°40'	0,309	0,539	2	96	3. 1. 10	16°50'	0,312	3
59	251	20°40'	0,723	1,027	2	—	—	—	—	—
63	253	19°0'	0,596	0,917	3	81	235	18°40'	0,584	5
69	128	7°0'	0,165	0,680	8	—	—	—	—	—
71	126	9°10'	0,281	0,883	5	—	—	—	—	—
72	2. 4. 11	10°0'	0,165	0,475	4	—	—	—	—	—
74	249	11°40'	0,226	0,560	4	—	—	—	—	—
76	247	14°0'	0,329	0,680	10	—	—	—	—	—
85	239	12°0'	0,241	0,583	8	—	—	—	—	—

* Vergl. Anmerkung Seite 40.

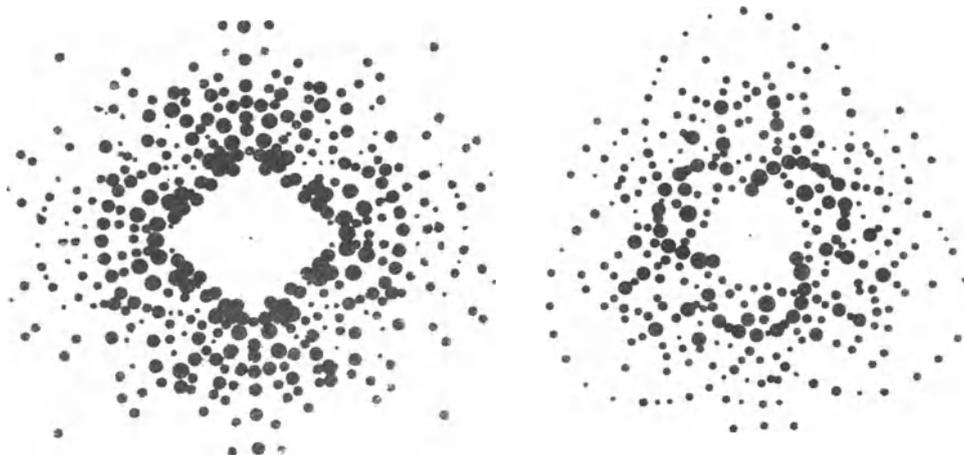


Fig. 1.
Kobaltglanz. Lauediagramm von $\{001\}$

Fig. 2.
Kobaltglanz. Lauediagramm von $\{111\}$

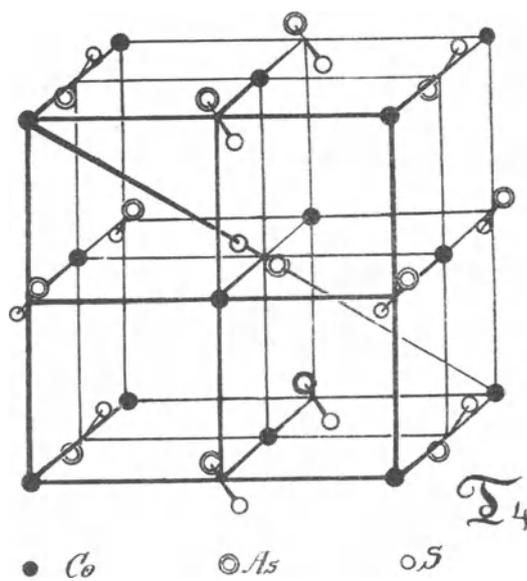


Fig. 3.
Elementarkörper des Kobaltglanzes.

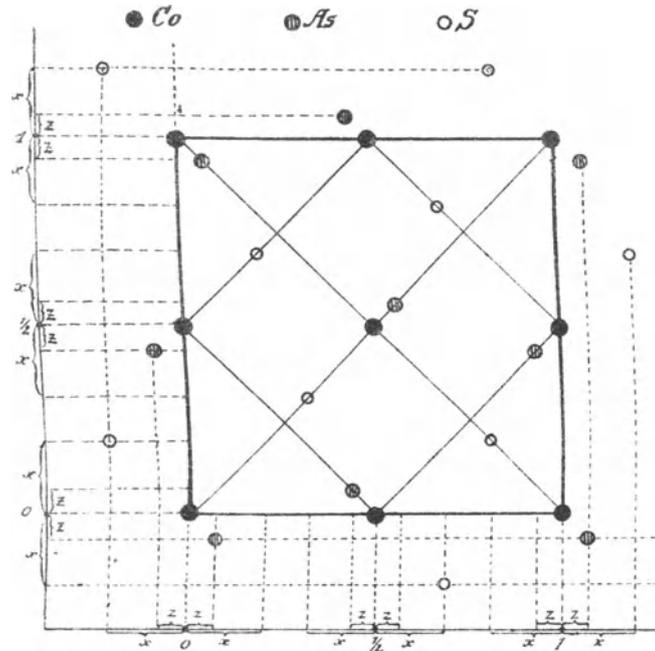


Fig. 4.
Schema der Atomverteilung im Kobaltglanz.

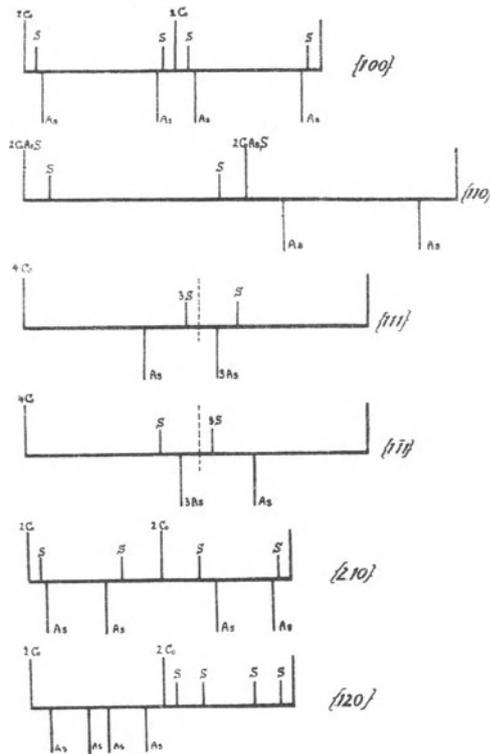


Fig. 5.
Belastungsschemata wichtiger Ebenen im Kobaltglanz.

Das Lauediagramm $\{111\}$ Fig. 2 zeigt das Fehlen von Symmetrieebenen, dafür aber die jedem isometrischen Körper zukommende Trigyre, entspricht also den Symmetriebedingungen beider Kristallklassen, die für den Kobaltglanz in Frage kommen. Die Indices wurden bestimmt nach der Formel (Lit. 14).

$$h:k:l = \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} + \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\sqrt{2}} - \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \right) : \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \right) : \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} - \sqrt{2} \operatorname{tg} \alpha \right)$$

Tabelle 5.
Ungerade Indices:

Nr.	Index	α	λ	d	i	Nr.	Index	α	λ	i
1	$\overline{335}$	$5^{\circ}20'$	0,159	0,861	11	16	$\overline{353}$	$5^{\circ}20'$	0,159	11
3	$\overline{313}$	$7^{\circ}40'$	0,345	1,301	10	14	$\overline{331}$	$7^{\circ}40'$	0,345	10
6	$\overline{915}$	$9^{\circ}30'$	0,180	0,549	7	11	$\overline{951}$	$9^{\circ}20'$	0,178	7
17	$\overline{513}$	$5^{\circ}30'$	0,183	0,955	3	32	$\overline{531}$	$5^{\circ}20'$	0,935	3
19	11. $\overline{3. 5}$	$8^{\circ}20'$	0,396	0,452	8	34	11. $\overline{5. 3}$	$8^{\circ}10'$	0,392	8
22	$\overline{731}$	$13^{\circ}0'$	0,330	0,736	7	36	$\overline{713}$	$13^{\circ}0'$	0,330	7
29	$\overline{753}$	$18^{\circ}50'$	0,393	0,620	2	42	$\overline{735}$	$19^{\circ}0'$	0,401	2
31	$\overline{111}$	$19^{\circ}30'$	2,125	3,270	4	44	$\overline{111}$	$20^{\circ}0'$	2,136	4
40	$\overline{513}$	$17^{\circ}0'$	0,553	0,954	2	26	$\overline{531}$	$16^{\circ}40'$	0,545	2
47	$\overline{535}$	$13^{\circ}20'$	0,339	0,736	9	61	$\overline{553}$	$13^{\circ}0'$	0,331	9
50	$\overline{737}$	$9^{\circ}50'$	0,184	0,544	4	59	$\overline{773}$	$9^{\circ}30'$	0,178	4
79	$\overline{931}$	$17^{\circ}30'$	0,355	0,592	4	86	$\overline{913}$	$17^{\circ}30'$	0,355	4
91	$\overline{751}$	$11^{\circ}20'$	0,256	0,652	9	106	$\overline{715}$	$11^{\circ}30'$	0,258	9
98	$\overline{973}$	$14^{\circ}0'$	0,232	0,479	3	108	$\overline{937}$	$14^{\circ}0'$	0,232	3
9	$\overline{311}$	$9^{\circ}50'$	0,581	1,701	9	—	—	—	—	—

Tabelle 6.
2 gleiche Indices:

Nr.	Index	α	λ	d	i	Nr.	Index	α	λ	i
1	$\overline{335}$	$5^{\circ}20'$	0,159	0,861	11	16	$\overline{353}$	$5^{\circ}20'$	0,159	11
44	$\overline{111}$	$20^{\circ}0'$	2,136	3,270	4	31	$\overline{111}$	$19^{\circ}50'$	2,125	4
55	$\overline{554}$	$13^{\circ}30'$	0,323	0,696	3	68	$\overline{545}$	$13^{\circ}10'$	0,312	3
56	$\overline{223}$	$8^{\circ}0'$	0,380	1,370	5	70	$\overline{232}$	$7^{\circ}50'$	0,374	5
112	$\overline{334}$	$11^{\circ}20'$	0,382	0,969	3	69	$\overline{343}$	$11^{\circ}10'$	0,378	3
9*	$\overline{311}$	$9^{\circ}50'$	0,581	1,701	9	—	—	—	—	—
74*	$\overline{522}$	$5^{\circ}30'$	0,189	0,983	4	—	—	—	—	—
75*	10. $\overline{3. 3}$	$12^{\circ}0'$	0,214	0,519	3	—	—	—	—	—
76*	$\overline{722}$	$14^{\circ}0'$	0,360	0,748	4	—	—	—	—	—
77*	$\overline{411}$	$15^{\circ}40'$	0,718	1,330	4	—	—	—	—	—

Tabelle 7.
Flächen mit einem Index = 0.

Nr.	Index	α	λ	d	i	Nr.	Index	α	λ	i
5	$\overline{302}$	$9^{\circ}10'$	0,499	1,570	9	12	$\overline{320}$	$9^{\circ}0'$	0,489	11
38	$\overline{201}$	$15^{\circ}0'$	1,298	2,520	6	24	$\overline{210}$	$14^{\circ}40'$	1,275	4
72	$\overline{403}$	$6^{\circ}30'$	0,255	1,130	8	71	$\overline{430}$	$6^{\circ}20'$	0,249	6
102	$\overline{503}$	$11^{\circ}30'$	0,389	0,969	4	90	$\overline{530}$	$11^{\circ}40'$	0,398	2

* Vergl. Anmerkung Seite 4.

Tabelle 8.
Gemischte Indices:

Nr.	Index	α	λ	d	i	Nr.	Index	α	λ	i
2	324	6°20'	0,231	1,050	14	15	342	6°0'	0,226	3
4	615	8°30'	0,211	0,718	8	13	651	8°10'	0,209	8
7	613	9°50'	0,283	0,833	9	10	631	9°30'	0,273	11
18	412	7°0'	0,299	1,230	13	33	421	7°0'	0,299	3
20*	832	11°10'	0,248	0,644	8	—	—	—	—	—
21	521	12°0'	0,427	1,030	4	35	512	12°0'	0,427	3
23	941	13°30'	0,571	0,265	1	37	914	13°40'	0,269	2
25	741	16°0'	0,383	0,696	5	39	714	16°10'	0,386	6
27	852	17°10'	0,345	0,586	1	—	—	—	—	—
28	321	17°40'	0,918	3,020	4	41	312	18°0'	0,925	3
30	543	19°0'	0,518	0,799	2	43	534	19°10'	0,525	3
45	434	15°20'	0,462	0,883	5	63	443	15°0'	0,451	4
46	323	14°20'	0,592	1,210	5	62	332	14°0'	0,585	4
48	747	12°20'	0,224	0,528	3	—	—	—	—	—
49	212	11°0'	0,720	1,883	9	60	221	10°50'	0,712	8
51	525	9°0'	0,234	0,769	8	58	552	8°50'	0,231	9
52	536	8°0'	0,190	0,675	4	64	563	7°50'	0,186	8
53	435	10°0'	0,276	0,799	6	—	—	—	—	—
57	441	5°30'	0,983	0,189	4	—	—	—	—	—
65	456	11°0'	0,244	0,643	7	—	—	—	—	—
66	567	12°30'	0,233	0,539	7	—	—	—	—	—
73	716	7°20'	0,156	0,610	3	—	—	—	—	—
80	621	15°30'	0,469	0,883	2	84	612	15°30'	0,469	3
82	932	13°30'	0,272	0,583	4	83	923	13°30'	0,272	2
85	10. 1 4	15°0'	0,282	0,549	4	—	—	—	—	—
92	541	10°0'	0,302	0,872	2	104	514	9°50'	0,297	6
94	614	13°30'	0,361	0,776	4	—	—	—	—	—
95	431	12°40'	0,486	1,110	3	107	413	13°0'	0,499	2
97	725	15°0'	0,331	0,640	4	—	—	—	—	—
100	476	16°30'	0,318	0,560	4	—	—	—	—	—
110	563	16°0'	0,372	0,675	4	—	—	—	—	—
111	452	16°0'	0,463	0,842	3	—	—	—	—	—

Indicesfeld.

Auf Grund der Lauediagramme wurden die Indicesfelder für {100} und {111} in der üblichen Weise berechnet (Lit. 1), und zwar aus der minimalen Wellenlänge, dem maximalen Glanzwinkel und dem Lorentzfaktor. Sie bestätigen die Ergebnisse der weiteren Strukturanalyse. An geeigneter Stelle wird darauf hingewiesen werden.

Für {100} gelten die Beziehungen:

$$\sin 7^\circ < \sin \alpha = \frac{1}{J}; \quad < \sin 2^\circ 130'; \quad 0,151 < \lambda = \frac{2a}{J^2}; \quad J^2 \max = 155$$

Für {111} sind die entsprechenden Beziehungen:

$$\sin 5^\circ 20' < \sin \alpha = \frac{h+k+1}{J\sqrt{3}} < 20^\circ 0'; \quad 0,159 < \lambda = \frac{2a}{J^2} \cdot \frac{h+k+1}{\sqrt{3}}; \quad J^2 \max = 150.$$

* Vergl. Anmerkung Seite 4.

Gitterkonstante.

Um über die absoluten Dimensionen des dem Kobaltglanz zu Grunde liegenden Gitters etwas aussagen zu können, wurden mehrere Spektralaufnahmen in dichromatischer Röntgenstrahlung angefertigt, zunächst nach {100}. Auf Grund der Bragg'schen Gleichung $n \cdot \lambda = 2 r \sin \alpha$ und der bekannten Wellenlänge λ der k_{α} — u. k_{β} — Strahlung einer Molybdänantikathode ($\lambda_{\alpha} = 0,713 \cdot 10^{-8}$ cm) ($\lambda_{\beta} = 0,633 \cdot 10^{-8}$) ergab sich als Mittel aus mehreren Aufnahmen die Gitterkonstante parallel {100} zu $a = 5,65 \cdot 10^{-8} \pm 0,02$ cm. Dieser Wert wird durch das Indicesfeld bestätigt, indem tatsächlich alle gefundenen Gitterebenen innerhalb des durch diesen Wert angegebenen Bereichs fallen.

Anzahl der Moleküle im Elementarwürfel.

Aus der bekannten Gitterkonstanten a berechnet sich die Anzahl der Moleküle im Elementarwürfel wie folgt. Wenn bedeuten:

n = Anzahl der Moleküle, Co As S = Molekulargewicht von Kobaltglanz, $1,64 \cdot 10^{-24}$ g = absolutes Gewicht eines Wasserstoffatoms, 6,0 = spezifisches Gewicht von Kobaltglanz, so besteht die Beziehung:

$$a^3 = \frac{n \cdot \text{Co As S} \cdot 1,64 \cdot 10^{-24}}{6,0} \text{ cm}^3$$

Hieraus folgt der Wert $n = 3,97$. Im Elementarwürfel sind also 4 Moleküle enthalten. Der genaue Wert der Gitterkonstanten a' bei genau 4 Molekülen berechnet sich dann zu $a' = 5,66 \times 10^{-8}$ cm.

Röntgenperioden.

Zur Bestimmung der Raumgruppe, welcher der Kobaltglanz angehört, wurden weitere Spektralaufnahmen nach den kristallographischen Hauptebenen angefertigt. Aus ihnen konnten die Röntgenperioden nach (100), (110) und (111) berechnet werden. Die Messungen und Berechnungen ergaben das in folgender Tabelle zusammengefasste Resultat.

Röntgenperioden an Co As S (Molybdän-K-Strahlung.)

Ebene	I. Spektrum		II. Spektrum		r. gem.	d. ber.	Intensität	gem. Verh.	ber. Ver.
	k_{α}	k_{β}	k_{α}	k_{β}					
100	7°16'	6°26'	14°38'	12°58'	2,821	2,830	1. Spekt. stark 2. „ schwach	1	1
110	4°58'	4°25'	9°55'	8°50'	4,117	4,002	1. Sp. sehr schw. 2. Spekt. stark	: 1,459	: $\sqrt{2}$
111	6°10'	5°19'	12°30'	11°6'	3,286	3,271	1. Spekt. stark 2. „ schwach	: 1,164	: $\frac{2}{\sqrt{3}}$

Die Uebereinstimmung zwischen den berechneten und den gemessenen Werten ist genügend, um das Verhältniß der Röntgenperioden als eindeutig festliegend anzunehmen.

Raumgruppe.

Dem gefundenen Verhältnis der Röntgenperioden entsprechen folgende Raumgruppen: In der dyakisdodekaedrischen Klasse \mathfrak{X}_h^2 und in der tetraedrisch pentagondodekaedrischen Klasse \mathfrak{X}^4 .

Die Raumgruppe \mathfrak{X}_h^2 muss aber aus folgenden Gründen ausscheiden.

\mathfrak{X}_h^2 enthält nach Niggli (Lit. 11, Seite 363 und 410) nur 2 vierzählige Punktlagen ohne Freiheitsgrad, das sind

$$\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}; \frac{3}{4} \frac{3}{4} \frac{1}{4}; \frac{3}{4} \frac{1}{4} \frac{3}{4}; \frac{1}{4} \frac{3}{4} \frac{3}{4}, \frac{3}{4} \frac{3}{4} \frac{3}{4}; \frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{3}{4}; \frac{1}{4} \frac{3}{4} \frac{1}{4}; \frac{3}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}$$

mit der Symmetriebedingung C_{3i} .

Ausserdem besitzt diese Gruppe noch eine 2zählige Punktlage, nämlich $000 \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$ mit der Symmetriebedingung T, schliesslich eine sechszählige Punktlage

$$\frac{1}{2} \frac{1}{2} 0; \frac{1}{2} 0 \frac{1}{2}; 0 \frac{1}{2} \frac{1}{2}; \frac{1}{2} 0 0; 0 \frac{1}{2} 0; 0 0 \frac{1}{2}$$

mit der Symmetriebedingung V.

Da wir nach dem Vorhergehenden 4 Moleküle Co As S im Elementarwürfel unterzubringen haben, werden also 3 vierzählige Punktlagen gefordert, diese sind aber in der Gruppe \mathfrak{X}_h^2 nicht möglich.

Mithin bleibt für den Kobaltglanz als einzig mögliche Raumgruppe \mathfrak{X}^4 übrig.

Die Raumgruppe \mathfrak{X}^4 besitzt vierlei Scharen sich nicht schneidender (windschiefer) gleichwertiger trigonaler Drehungsachsen $[111]^{00}$ $[\bar{1}\bar{1}1]^{\frac{1}{2}\frac{1}{2}}$ $[11\bar{1}]^{\frac{1}{2}0}$ $[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]^{0\frac{1}{2}}$, sowie 8 trigonale Schraubenachsen und 12 digonale Schraubenachsen parallel den Würfelkanten:

$$[100]^{\frac{1}{4}0} [100]^{\frac{3}{4}\frac{1}{2}} 0^{\frac{1}{4}}[010] \frac{1}{2}\frac{3}{4}[010] [001]_{\frac{1}{4}0} [001]_{\frac{3}{4}\frac{1}{2}} [100]^{\frac{3}{4}0} [100]^{\frac{1}{4}\frac{1}{2}} 0^{\frac{3}{4}}[\bar{0}\bar{1}0] \\ \frac{1}{2}\frac{1}{4}[010] [001]_{\frac{3}{4}0} [001]_{\frac{1}{4}\frac{1}{2}}$$

Punktlagen ohne Freiheitsgrad sind nicht vorhanden, solche mit einem Freiheitsgrad liegen auf den trigonalen Achsen. Ihre Zähligkeit ist gleich 4 mit der Symmetriebedingung C_3 . Die Ausgangslage kann beliebig gewählt werden.

Es ist in Analogie mit Eisenkies zu vermuten, dass die Kobaltatome ein flächenzentriertes Gitter bilden, während die Arsen- und Schwefelatome hantelartig paarweise auf den trigonalen Achsen liegen, welche jetzt im Gegensatz zu Eisenkies durch die Verschiedenheit von Arsen und Schwefel polar sind. Die Struktur des Kobaltglanzes würde demnach aus der des Eisenkieses hervorgehen, wenn man die Hälfte der Schwefelatome durch Arsenatome ersetzt. An sich ist in dieser Raumgruppe auch die Möglichkeit vorhanden, dass die Kobaltatome selbst eine geringe Abweichung von der Null-Lage zeigen, also nicht genau ein flächenzentriertes Gitter bilden, wie das bereits R. Gross bei dem von ihm theoretisch aufgestellten Fall des Ni SbS erörtert hat (Lit. 6). Auch dann noch würden die Symmetriebedingungen von \mathfrak{X}^4 erfüllt sein. Diese Abweichung wäre dadurch zu erklären, dass die Kobaltatome im Gegensatz zum Eisenkies abwechselnd von je 3 Schwefel- und 3 Arsenatomen umgeben sind, welche verschiedene Anziehungskraft auf sie ausüben. Es wurde bei der Berechnung des Strukturfaktors auf diese Möglichkeit Rücksicht genommen. Indessen darf man wohl aus der nach $\{100\}$ vollkommenen Spaltbarkeit schliessen, dass die Kobaltatome sehr nahe ein flächenzentriertes Gitter bilden müssen. Auch das röntgenometrische Verhalten bestätigt diese Annahme (vergl. die Indicesfelder, wo ungerade Indices häufig auftreten).

Strukturfaktor.

Nachdem nunmehr die Raumgruppe für Kobaltglanz bestimmt ist, lassen sich die Koordinaten der einzelnen Atome wie folgt festlegen. Eine von den flächenzentrierten Punktlagen wählen wir dabei als Koordinatenursprung 000. Dann haben die Co-, S- und As-Atome folgende Lagen:

$$\begin{array}{lll}
 \text{Co:} & \begin{array}{ccc} s & s & s \\ \frac{1}{2} + s, \frac{1}{2} - s, -s \\ -s, \frac{1}{2} + s, \frac{1}{2} - s \\ \frac{1}{2} - s, -s, \frac{1}{2} + s \end{array} & \begin{array}{ccc} \text{S: } \frac{1}{2} + x, \frac{1}{2} + x, \frac{1}{2} + x & & \text{As: } \frac{1}{2} + z, \frac{1}{2} + z, \frac{1}{2} + z \\ x, -x, \frac{1}{2} - x & & z, -z, \frac{1}{2} - z \\ \frac{1}{2} - x, x, -x & & \frac{1}{2} - z, z, -z \\ -x, \frac{1}{2} - x, x & & -z, \frac{1}{2} - z, z \end{array}
 \end{array}$$

Hierbei ist z in Analogie mit Eisenkies als negativer Wert aufzufassen.

Der lineare Abstand der Atome von bestimmten Fixpunkten ist dann z. B. folgender:

$$\begin{array}{l}
 s \sqrt{3} = \text{Abstand eines Co-Atoms vom Nullpunkt} \\
 (\frac{1}{2} + x) \sqrt{3} = \text{ " " S- " " " " } x > 0 \\
 (\frac{1}{2} + z) \sqrt{3} = \text{ " " As- " " " " } z < 0
 \end{array}$$

Die Werte sind alle bezogen auf die Kantenlänge a des Elementarwürfels ($a = 5,65 \cdot 10^{-3}$ cm) als Einheit.

Der Strukturfaktor einer Gitterebene (hkl) besteht in einem System ineinander gestellter (im vorliegenden Falle 12) einfacher Gitter aus einer Summe von Cosinus- und einer Summe von Sinus-Gliedern. Die Intensität ist der Summe der Quadrate beider Ausdrücke proportional.

$$J = C_n^2 + S_n^2, \text{ wobei } C_n = \sum_1^m a_i \cos 2\pi n \frac{x}{d} \quad S_n = \sum_1^m a_i \sin 2\pi n \frac{x}{d}$$

d = Abstand zweier identischer Gitterebenen der Schar (hkl)

a_i = Belastung der i -ten Ebene einer Ebenenserie ($i = 0, 1, 2, 3 \dots$)

m = Anzahl aller Ebenen einer Ebenenserie

$\frac{x}{d}$ = Abstand einer Zwischenebene von der Nullebene (Ebene $i = 0$)

n = Ordnungszahl der Interferenz.

Setzt man der Reihe nach die Koordinatenwerte der Atome in obige Formeln ein, so nehmen die Summen folgende Werte an:

$$\begin{aligned}
 C_n &= \text{Co} (\cos 2\pi n s x_1 + \cos \pi n (h+k) \cos 2\pi n s x_2 + \cos \pi n (k+l) \cos 2\pi n s x_3 + \cos \pi n (l+h) \cos 2\pi n s x_4) \\
 &+ \text{S} (\cos \pi n (h+k+l) \cos 2\pi n x x_1 + \cos \pi n l \cos 2\pi n x x_2 + \cos \pi n h \cos 2\pi n x x_3 + \cos \pi n k \cos 2\pi n x x_4) \\
 &+ \text{As} (\cos \pi n (h+k+l) \cos 2\pi n z x_1 + \cos \pi n l \cos 2\pi n z x_2 + \cos \pi n h \cos 2\pi n z x_3 + \cos \pi n k \cos 2\pi n z x_4) \\
 S_n &= \text{Co} (\sin 2\pi n s x_1 + \cos \pi n (h+k) \sin 2\pi n s x_2 + \cos \pi n (k+l) \sin 2\pi n s x_3 + \cos \pi n (l+h) \sin 2\pi n s x_4) \\
 &+ \text{S} (\cos \pi n (h+k+l) \sin 2\pi n x x_1 + \cos \pi n l \sin 2\pi n x x_2 + \cos \pi n h \sin 2\pi n x x_3 + \cos \pi n k \sin 2\pi n x x_4) \\
 &+ \text{As} (\cos \pi n (h+k+l) \sin 2\pi n z x_1 + \cos \pi n l \sin 2\pi n z x_2 + \cos \pi n h \sin 2\pi n z x_3 + \cos \pi n k \sin 2\pi n z x_4).
 \end{aligned}$$

Hierbei sind folgende Abkürzungen gemacht worden:

$$x_1 = h + k + l; \quad x_2 = h - k - l; \quad x_3 = k - l - h; \quad x_4 = l - h - k$$

Eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Diskussion des Strukturfaktors ergibt folgende einfachen Kriterien für das angenommene Strukturmodell.

1. Bei korrelaten Formen mit nur ungeraden Indices treten keine Intensitätsunterschiede auf, vgl. Tabelle I und V.
2. Ebenen mit 2 gleichen Indices verhalten sich ebenso, vgl. Tabelle II und VI.
3. Ebenen mit einem Index = 0 treten mit von Null verschiedener Intensität auf, korrele Formen zeigen Schwärzungsunterschiede, vgl. Tabelle III und VII.
4. Ebenen mit gemischten Indices zeigen im allgemeinen Schwärzungsunterschiede, vgl. Tabelle IV und VIII.

Dass diese Kriterien am Kobaltglanz tatsächlich erfüllt sind, zeigen die Intensitätsmessungen, deren Ergebnis für jeden Interferenzpunkt in den Indicestabellen der Lauediagramme aufgeführt wurde.

Somit ist auch aus dem Strukturfaktor der Beweis erbracht, dass der Kobaltglanz der Raumgruppe \mathfrak{T}^4 angehört, dass er also aus der dyakisdodekaedrischen Klasse in die tetraedrisch-pentagondodekaedrische Klasse zu versetzen ist.

Belastung der wichtigsten Gitterebenen.

Eine Ebene (hkl) enthält das Atom mit den allgemeinen Koordinaten m, n, p wenn folgende Gleichung erfüllt ist:

$$hm + kn + lp = N \quad (N = 1, 2, 3 \dots \dots \dots), \text{ ist } N \text{ aber } \frac{x}{d} \text{ so liegt}$$

das Atom in $\frac{x}{d}$ des primitiven Abstandes (Lit. 11) vgl. S. 10.

Setzt man für (hkl) die Indices der im Eingang der Arbeit aufgeführten wichtigsten Wachstumsflächen des Kobaltglanzes ein, so erhält man die in der beigegebenen Figur aufgestellten Belastungsschemata. Ihre Betrachtung erklärt — auch schon ohne weiteres Eingehen auf die speziellen Koordinatenwerte der S- und As-Atome — einige Eigentümlichkeiten des Kobaltglanzes.

1. Die auffallende Schwächung des 1. Spektrums von {110}. Die Co As S in 0 und $\frac{1}{2}$ heben sich auf, die übrig bleibenden S- und As-Atome wirken gegeneinander, schwächen sich also.
2. Die scheinbare Oktantengleichheit von Kobaltglanz. Die Verteilung der Zwischenebenen beim positiven und negativen Tetraeder ist die gleiche nur in umgekehrter Reihenfolge. Beide Formen haben also die gleiche Möglichkeit der Ausbildung.
3. Die Formen {210}, {230}, {410} mit gemischten vorderen Indices besitzen eine symmetrische Anordnung ihrer Zwischenebenen. In der dyakisdodekaedrischen Klasse müsste das aber ganz allgemein für die Pentagondodekaeder der Fall sein. Auch hieraus erhellt die scheinbare zentrische Symmetrie des Kobaltglanzes, seine korrelaten Formen zeigen diese Symmetrie nur in bezug auf den halben d-Wert. Infolgedessen tritt verschiedene Intensität bei solchen Formen auf.

4. Die korrelierten tetraedrischen Pentagondodekaeder $\{321\}$ und $\{231\}$ zeigen eine verschiedene Anordnung der Zwischenebenen, müssen also auch beim Röntgen-Effekt eine verschiedene Intensität liefern. Vgl. Strukturfaktor. Ihr häufigeres Auftreten könnte daran liegen, dass sie Zwischenebenen mit relativ starker Belastung besitzen.
5. Die Formen mit zwei gleichen Indices finden sich häufig, können indessen nicht zur Bestimmung der Kristallklasse benützt werden, da sie in beiden Klassen — wenn auch mit verschiedener Flächensymmetrie — mit gleichwertiger Flächenzahl auftreten.

Literaturverzeichnis.

1. G. Aminoff Die Struktur des Pyrochroit. 1919.
2. W. H. Bragg u. W. L. Bragg X-Rays and Crystal structure, London 1915.
3. P. P. Ewald Ann. d. Physik 44, 1183, 1914.
4. „ Phys. Zeitschrift XIV 465, 1913.
5. „ Ann. d. Physik 44, 257, 1914.
6. R. Gross Jahrbuch der Radioakt. u. Elektronik Bd. XV, Heft 4.
7. E. Hintze Handbuch der Mineralogie, 1912.
8. E. Hupka Interferenz der Röntgenstrahlen, 1914.
9. Th. Liebisch Grundriss der phys. Krist. Leipzig 1896.
10. E. Marx Handbuch der Radioaktivität Bd. V.
11. P. Niggli Geometr. Krist. des Diskontinuums, Leipzig 1919.
12. F. Rinne Leipz. Ber. 67, 303—340, 68, 11—45, 1915.
13. „ Neues Jahrbuch usw. 1916 II, 63, 68, 85.
14. E. Schiebold Die Verwendung der Lauediagramme zur Bestimmung der Struktur des Kalkspates, Leipz. Diss. 1919.
15. G. Tschermak Lehrbuch der Mineralogie 1915.
16. F. Rinne Einführung in die krist. Formenlehre usw. Leipzig 1919.
(Drehverfahren nach E. Schiebold, S. 199.)
17. „ Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie. Berlin, Gebr. Bornträger 1921.

3.
RÖNTGENOGRAPHISCHE
UNTERSUCHUNGEN
AM KARBORUND
VON
HERMANN ESPIG

MIT 11 FIGUREN

MITTEILUNG AUS DEM INSTITUT FÜR MINERALOGIE UND
PETROGRAPHIE DER UNIVERSITÄT LEIPZIG*)
N. FOLGE (SEIT 1909) NR. 134

*) Leitung der Arbeit durch F. RINNE und E. SCHIEBOLD.

Vorwort.

Das Karbid des Siliziums, das Karborund, ist aus mehreren Gründen ein interessantes Studienobjekt für den Kristallographen. Einmal ist es ein typisches Beispiel der Isotypie im Sinne F. Rinnes (Lit. 17 c). Die Annäherung an isometrische Winkelverhältnisse ist eine sehr grosse, insofern $\sphericalangle (10\bar{1}1) : (0001) = 70^{\circ}33'36''$ des Karborunds dem sehr nahe stehenden Werte des $\sphericalangle (111) : (111) = 70^{\circ}31'44''$ am Tetraeder entspricht. Sodann sei auf die merkwürdigen Beziehungen des Karborunds zum Diamant hingewiesen, die besonders deutlich im Röntgendiagramm zum Ausdruck kommen, wie es zuerst von F. Rinne festgestellt worden ist. (Lit. 17c, 106). Besonders bedeutsam ist ferner die am Karborund von H. Baumhauer aufgefundene Tatsache der Polytypie, insofern 3 „Typen“ oder Modifikationen des Karborunds existieren, die sich in einfacher Weise auf dasselbe Achsenverhältnis beziehen lassen, sich aber morphologisch voneinander unterscheiden. Jedem Typ kommt eine bestimmte primäre Formenreihe zu.

Diese Verhältnisse regten zu der vorliegenden röntgenographischen Untersuchung an. Es gelang die Struktur des beim vorliegenden Material häufigsten zweiten Typs vollständig zu bestimmen.

I. Flächenentwicklung und Ätzversuche.

Das Material der Untersuchung entstammt den Sammlungen der mineralogischen Institute in Leipzig und Hannover (Vorstand Prof. Erdmannsdoerffer), ferner aus dem Besitz von Prof. Baumhauer, von Geh. Rat Keilhack, sowie der Deutschen Karborundumwerke (Firma W. A. Derrick, Berlin). Den genannten Herren sei auch hier bestens gedankt.

Die Ausbildung der meisten Kristalle ist flach tafelförmig; eine Endfläche ist spiegelglatt und glänzend, während die entgegengesetzte weit weniger gut ausgebildet ist, und die sich ihr anschliessenden Flächen der Zone $(0001):(10\bar{1}0)$ meist treppenförmig oder verrundet und undeutlich sind. Die Polarität der Hauptachse zeigt sich weiter in dem Auftreten von Zwillingen nach (0001) , mit einspringenden Winkeln, wobei gewöhnlich die glänzenden Endflächen nach aussen gekehrt sind. Die von Becke (Lit. 3,537) beschriebenen Zwillinge, deren Endflächen Winkel von $70^{\circ}33'$ bilden, sind im vorliegenden Material nicht selten.

Es wurden 44 Kristalle nach ihrer äusseren Entwicklung untersucht. Sämtliche beobachteten Flächen gehörten der Zone $(0001):(10\bar{1}0)$ an. Die S. 3 erwähnte Einteilung der Karborundkristalle in 3 Typen (Lit. 2a, b) wurde völlig bestätigt. Dem I. oder trigonalen Typ gehörten 11 Kristalle zu. Nur 2 Kristalle erwiesen sich vom III., hexagonalen Typ, alle übrigen sind dem II., ebenfalls hexagonalen Typ zuzurechnen, der weitaus am häufigsten vorkommt. In einigen Fällen wurde Verwachsung von Typ I und II beobachtet, wobei gewöhnlich Typ II überwog.

Die hier verwendeten Bravais'schen Indices beziehen sich auf das Achsenverhältnis $a:c=1:2,4538$, welches zunächst zur Vergleichung mit den von Baumhauer angegebenen Flächen gewählt wurde, im Laufe der Untersuchung sich aber auch als das den absoluten Dimensionen des Elementarprismas vom Karborund entsprechende A.-V. erwies. Der Neigungswinkel der Grundform $(10\bar{1}1):(0001)$ wurde aus 98 Messungen zu $70^{\circ}33'36''$ gefunden. (Vergl. S. 1).

Kristall 1. sehr flächenreicher trigonaler blauschwarzer Kristall. Eine Unterscheidung von + und - Formen ist nicht ausgeführt, die Indices geben lediglich die Achsenschnitte an. Die mit ? versehenen Formen sind sehr schmal oder solche, die breite verschwommene Reflexe liefern, sich also nicht sicher bestimmen liessen.

Zone I. (0001) , $(50\bar{5}9)$?, $(50\bar{5}7)$, $(10\bar{1}1)$, $(50\bar{5}4)$, $(70\bar{7}4)$, $(70\bar{7}1)$, $(70\bar{7}2)$, $(70\bar{7}5)$, $(50\bar{5}8)$, $(10\bar{1}2)$, $(000\bar{1})$.

Zone II. (0001) , $(70\bar{7}5)$, (11. o. $\bar{1}\bar{1}$. 5), $(70\bar{7}2)$, $(50\bar{5}1)$, $(50\bar{5}4)$, $(10\bar{1}1)$, (7. o. $\bar{7}$. $\bar{1}0$), $(10\bar{1}4)$, $(000\bar{1})$.

Zone III. (0001) , $(50\bar{5}8)$, $(10\bar{1}1)$, $(70\bar{7}5)$, $(70\bar{7}2)$, $(10\bar{1}0)$?, $(70\bar{7}4)$, $(10\bar{1}1)$, $(70\bar{7}10)$, $(50\bar{5}9)$, $(000\bar{1})$.

Kristall 2. Typ II, hat die Flächen (0001) , $(10\bar{1}2)$, $(20\bar{2}3)$, $(10\bar{1}1)$, $(20\bar{2}1)$, $(10\bar{1}0)$ und die entsprechenden Gegenflächen am unteren Pol, dazu einmal $(50\bar{5}8)$, ist also äusserlich holödrisch. Diese Flächenanordnung ist fast an jedem Kristall des II. Typs anzutreffen; $(10\bar{1}2)$ ist weniger häufig. Daher sind im folgenden nur solche Kristalle ausführlicher beschrieben, die abweichende Kombinationen zeigen.

Kristall 3, Typ I und II. $(50\bar{5}1)$, $(50\bar{5}2)$, $(50\bar{5}4)$, $(50\bar{5}8)$, (5. o. $\bar{5}$. 11) und die Flächen des II. Typs.

Kristall 4, 5, 6, Typ II; Nr. 7 Typ I und II; Nr. 8 Typ II; Nr. 9 Typ II; Nr. 10 (Zwilling), Typ II mit $(50\bar{5}1)$; Nr. 12, ein sehr dünner hellgrüner Kristall, Typ I und II (0001) , $(50\bar{5}7)$, $(10\bar{1}1)$, $(20\bar{2}1)$, $(20\bar{2}3)$, $(000\bar{1})$; Nr. 13, vorwiegend Typ I, Nr. 14, 15, 16, Typ II, Nr. 17 und 18 Kristallbruchstücke mit interessanter Streifung, Typ I; Nr. 19, Typ I; Nr. 20, Typ II; Nr. 21, Typ I; Nr. 22, Typ II; Nr. 23, Typ II.

Nr. 24, Typ I und II; Nr. 25, Typ I; Nr. 26 bis 36, Typ II; Nr. 37, Typ I; Nr. 38 und 39, Typ II; Nr. 40, Kristallbruchstück mit Streifung Typ I; Nr. 41 bis 44, Typ I; grüne Kristalle vom Niagarawerk. Bei diesen Kristallen zeigt sich ein Einfluss der Färbung insofern, als die übrigen Kristalle derselben Stufe bläulichgrün gefärbt sind und dem II. Typ zugehören, die Kristalle des I. Typs aber gelblichgrün aussehen.

Nr. 41, Zwillling nach (0001) ; (0001) , $(50\bar{5}7)$, $(50\bar{5}4)$, $(50\bar{5}1)$, $(10\bar{1}0)$, $(50\bar{5}2)$, $(20\bar{2}1)$, $(10\bar{1}\bar{1})$, $(50\bar{5}8)$, $(000\bar{1})$.

Nr. 42: (0001) , $(50\bar{5}8)$, $(50\bar{5}7)$, $(10\bar{1}1)$, $(50\bar{5}4)$, $(50\bar{5}2)$, $(50\bar{5}1)$, $(50\bar{5}4)$, $(50\bar{5}8)$, $(10\bar{1}2)$.

Nr. 43: (0001) , $(7. o. \bar{7}. 10)$, $(10\bar{1}1)$, $(20\bar{2}1)$, $(10\bar{1}\bar{1})$, $(20\bar{2}3)$, $(50\bar{5}8)$, $(000\bar{1})$.

Nr. 44: (0001) , $(5. o. \bar{5}. 11)$, $(50\bar{5}8)$, $(10\bar{1}1)$, $(50\bar{5}2)$, $(10. o. \bar{1}0. 1) ?$, $(50\bar{5}7)$, $(20\bar{2}3)$, $(10\bar{1}2)$, $(000\bar{1})$; $(000\bar{1})$, $(50\bar{5}7)$, $(10\bar{1}1)$, $(50\bar{5}4)$, $(70\bar{7}4)$, $(50\bar{5}1)$, $(50\bar{5}2)$, $(10\bar{1}1)$, $(50\bar{5}8)$, $(000\bar{1})$.

Dazu kommen noch 10 von Baumhauer übermittelte Kristalle, von denen ein Kristall Typ I, 2 Kristalle Typ III und 7 Kristalle Typ II zeigten.

Kristall B, Typ III, kurzprismatischer Habitus. (0001) , $(20\bar{2}3)$, $(40\bar{4}3)$, $(10\bar{1}0)$, $(40\bar{4}3)$, $(20\bar{2}3)$; (0001) , $(20\bar{2}3)$, $(40\bar{4}3)$, $(10\bar{1}0)$, $(40\bar{4}3)$, $(20\bar{2}3)$; (0001) , $(20\bar{2}3)$, $(20\bar{2}3)$, $(40\bar{4}3)$.

Kristall C, Typ III, flachtafelförmig.

(0001) , $(20\bar{2}3)$, $(40\bar{4}3)$, $(10\bar{1}0)$, $(20\bar{2}3)$, $(40\bar{4}9)$, $(000\bar{1})$; (0001) , $(20\bar{2}3)$, $(40\bar{4}3)$, $(10\bar{1}0)$, $(20\bar{2}3)$, $(40\bar{4}9)$, $(000\bar{1})$.

Kristall A, Typ I, starke Streifung parallel der Kombinationskante mit (0001) . Kristall D bis K, Typ II.

Eine Tabelle diene zur Uebersicht über die auftretenden Flächen. Sie erstreckt sich auf 41 Kristalle.

	0001	$10\bar{1}2$	$20\bar{2}3$	$10\bar{1}1$	$20\bar{2}1$	$10\bar{1}0$	$50\bar{5}1$
Anzahl Krist. mit	41	26	36	38	35	32	10
% der Krist.	100	63,4	84,1	84,1	81,7	39	12,2

Um über die Zuordnung zu einer bestimmten Symmetrieklasse Aufschluss zu erhalten, wurden Aetzversuche angestellt. Am besten bewährte sich eine Schmelze aus Aetzkali, Natriumnitrat und Soda zur Rotglut erhitzt. Die Dauer der Einwirkung betrug ca. 5 Minuten. Dabei trat das schon mehrfach beobachtete verschiedene Verhalten von oberer und unterer Endfläche deutlich hervor, indem die spiegelglatte Fläche keine oder undeutliche Figuren lieferte, die Gegenfläche aber glänzende vertiefte Pyramiden, und zwar beim I. Typ sechseckige Vertiefungen mit je 3 langen und 3 kurzen Seiten, bei Typ II dagegen regelmässige Sechsecke, deren Umgrenzung in beiden Fällen parallel den Kanten der Endfläche war. (Lit. 3,537; 2, 250; 18). Es wurde versucht, die Indices der Aetzfiguren zu bestimmen. Zur Messung am Goniometer waren die Figuren zu klein, doch wurden unter dem Mikroskop mit Hilfe eines Drehapparates und Reflexion eines beleuchteten Spaltes Näherungswerte erhalten. So ergaben sich für die hexagonalen Figuren Neigungswinkel von $28,8^\circ$ gegen (0001) entsprechend $(10\bar{1}5)$, ferner $15^\circ 30'$ entsprechend $(1. o. \bar{1}. 10)$ und 21° entsprechend $(2. o. \bar{2}. 15)$. Die trigonalen Figuren scheinen die Kombination $(2. o. \bar{2}. 15)$ $(01\bar{1}5)$ zu bilden. Die beiden Kristalle von Typ III lieferten keine deutlichen Aetzfiguren.

Auf Grund der Aetzversuche konnte man also Typ I der ditrigonal-pyramidalen Klasse zurechnen, obwohl die Flächenverteilung durchaus ditrigonal-skale-

noedrisch ist, Typ II dagegen der dihexagonal-pyramidalen; doch hat Baumhauer in 2 Fällen an Typ II trigonale natürliche Wachstumsfiguren beobachtet. (Lit. 2b, 259). Näheres über seine Symmetrieverhältnisse wird weiter unten auf Grund der röntgenographischen Studien berichtet.

Auf eine Untersuchung der Pyroelektrizität wurde verzichtet, da Untersuchungen von Weigel (Lit. 19) zeigten, dass die gute Leitfähigkeit des Karborund das Auftreten entgegengesetzter Ladungen unmöglich macht.

II. Herstellung und Auswertung der Lauediagramme.

Für die Lauediagramme nach (0001) wurden dünne tafelförmige Kristalle unmittelbar benutzt. Von Hauer und Koller ist bereits festgestellt, dass jeder der 3 Typen ein anderes Röntgenogramm nach der Endfläche liefert (Lit. 11,260). An mehreren Kristallen des 2. Typs ist versucht worden, durch Dünnerschleifen trigonale Diagramme zu erhalten. Das war nicht der Fall. Eine Zwillingsbildung von trigonalen Lamellen kommt also für die Entstehung von Diagrammen des II. Typs nicht in Frage, vielmehr ergab eine Aufnahme des Zwillingskristalls Nr. 41 ein für den I. Typ charakteristisches Diagramm.

Von Typ III konnte wegen Mangel an Material kein weiterer Schliff studiert werden. Ferner wurde ein Kristall des II. Typs auf einem Drehapparat um eine a-Achse um je $19^{\circ}45'$ aus der Normalstellung der Endfläche nach beiden Seiten gedreht und zwei entsprechende Aufnahmen gemacht. Im ganzen standen mit Einrechnung einiger früher im Leipziger Mineralogischen Institut gemachten Aufnahmen 49 Diagramme zur Verfügung, von welchen 21 zur Deutung der Indices verwendet wurden.

Die Aufnahmen erfolgten mit einer Lilienfeldröhre mit Wolfram-Antikathode Belichtungszeit durchschnittlich 25—30 Minuten.

Diagramme nach (0001).

Die Berechnung der Indices aus den Polarkoordinaten erfolgte nach der Formel von E. Schiebold:

$$h : i : l = \frac{-\cos(120 - \varphi) \cotg \alpha}{c} ; \frac{-\cos \varphi \cdot \cotg \alpha}{c} ; 1$$

Die Diagramme wurden dabei so aufgestellt, dass eine Zwischenachse, auf welcher die Reflexe der Flächen (h. h. $\sqrt{2} h. l$) liegen, horizontal verläuft, und von dieser Achse aus wird φ im Uhrzeigersinn gezählt. Zur Herstellung der gnomonischen Projektion wurde ein „Winkelnetz der Reflexprojektion“ benutzt. (Lit. 17b).

Diagramme parallel (0001) Typ I.

Die Symmetrie ist ditrigonal, besonders ausgeprägt durch die Punkte (0551) und (5052), durch welche eine wichtige Zone verläuft. Die Mehrzahl aller Punkte verteilt sich auf 3 Zonen: [130], [120], [230]. Die „Rhomboederbedingung“ (Lit. 18,53) $h - i - l = 3p$ wird nur von ca. 30% der Flächen erfüllt.

Diagramme parallel (0001) Typ II.

Platte Nr. 7 ist als Kopie wiedergegeben. (Fig. 1). Die Symmetrie ist dihexagonal. Die Indices der auftretenden Flächen sind von denen des ersten Typs nicht sehr verschieden. Am auffälligsten ist das völlige Fehlen der Flächen $(50\bar{5}2)$ und $(50\bar{5}1)$, nur auf einem Diagramm trat $(50\bar{5}2)$ sehr schwach auf. Es machen sich hier die 3 Zonengeraden $[1\bar{3}0]$, $[1\bar{2}0]$, $[2\bar{3}0]$ stark bemerkbar. Die allgemeinen Flächen sind mit denen vom Typ I grösstenteils identisch.

Diagramme parallel (0001) Typ III.

Die Symmetrie ist hexagonal, jedoch sind die auftretenden Flächen wesentlich verschieden von denen des Typs II. Auffällig ist die schwache Besetzung der Zonenkurve durch $(22\bar{4}3)$ und $(101\bar{1})$, im Gegensatz zur Kurve durch $(22\bar{4}3)$ und $(40\bar{4}3)$, was beim II. Typ umgekehrt ist; merkwürdig ist das Fehlen von $(20\bar{2}1)$. Endlich ist das häufige Auftreten von durch 3 teilbaren Werten von 1 beachtenswert.

Diagramm parallel $(10\bar{1}0)$ (Fig. 2).

Diese Diagramme zeigen eine vertikale Symmetrieebene. Wider Erwarten tritt beim ersten Typ auch eine von rechts nach links verlaufende Symmetrieebene dazu. In der Annahme, das diese Erscheinung auf Zwillingsbildung beruhe, wurden 2 Präparate hergestellt, jedoch zeigten beide den gleichen Röntgeneffekt. Wir beschränken uns bei allen 4 Diagrammen auf einen Quadranten der Platte. In Fig. 2 ist eine Kopie eines Diagramms parallel $(10\bar{1}0)$ von Typ II wiedergegeben. Die Pyramiden erster Stellung liegen auf der Y-Achse sowie auf den beiden charakteristischen Zonenbögen von fast halbkreisförmiger Gestalt. Die beiden dichtbesetzten vollständigen Zonenellipsen enthalten die Flächen $(\bar{h} \cdot 4h \cdot 3\bar{h} l)$ und $(\bar{h} \cdot 3h \cdot 2\bar{h} \cdot l)$. Nur lückenhaft besetzt ist dagegen bei allen drei Typen die Zone der Flächen $(\bar{h} \cdot 5h \cdot 4\bar{h} \cdot l)$, wo 1 nur als durch 3 teilbare Zahl oder Null auftritt, eine Eigentümlichkeit, die in der Struktur des Karborunds ihre Erklärung findet. Die Berechnung der Indices geschah nach der Formel:

$$h : i : l = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} - \frac{1}{2} \right) : 1 : \left(\frac{-c}{a} \operatorname{tg} \varphi \right)$$

Es ist bemerkenswert, in wie hohem Masse sich die Diagramme der verschiedenen Typen hier gleichen, während die Diagramme nach (0001) so verschieden sind.

Diagramme parallel $(20\bar{2}3)$.

Auf beiden Diagrammen verläuft eine Symmetrieebene von oben nach unten. Die Koordinaten-Achsen legen wir parallel und senkrecht zur Symmetrieebene. Die Schiebolsche Formel zur Indices-Berechnung ist für eine allgemeine Fläche $h \ 0 \ \bar{h} \ l)$

$$h : i : l = \left(A_1 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} + B_1 \operatorname{tg} \varphi - \frac{1}{2} \right) : 1 : \left(A_3 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} - B_3 \operatorname{tg} \varphi \right)$$

Die Konstanten sind

$$A_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \omega_3 = 0,766 \quad B_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \omega_3 = 0,404$$

$$A_3 = \frac{c}{a} \cdot \cos \omega_3 = 1,144 \quad B_3 = \frac{c}{a} \cdot \sin \omega_3 = 2,165$$

* $\omega_3 = 62^\circ 6'$ ist gleich dem Neigungswinkel des Präparats zu (0001). In der

Symmetrieebene liegen die Reflexe von Flächen erster Stellung. Ausserdem tritt besonders hervor eine Zone, enthaltend die Flächen 2. Stellung, jedoch nur solche, deren letzter Index durch 3 teilbar ist. Die Zonen der gnomonischen Projektion bilden 2 Büschel mit den Scheitelpunkten (0001) , bezw. $(01\bar{1}\bar{1})$. Im übrigen ist die Anordnung nach den Zonen $[\bar{1}\bar{2}0]$, $[\bar{1}\bar{3}0]$, $[2\bar{3}0]$ wieder deutlich ausgeprägt.

Diagramme parallel $(10\bar{1}2)$.

Die ganze Anordnung ist der vorhergehend beschriebenen sehr ähnlich. Die Konstanten der Indicesformel lauten hier, da $\omega_3 = 54^\circ 46'$ ist:

$$A_1 = 0,7074 \sim \frac{1}{2} \sqrt{2} \quad B_1 = 0,4996, \quad A_3 = 1,416 \sim \sqrt{2} \quad B_3 = 2,004.$$

Diese Zahlen zeigen die Annäherung zum regulären System deutlich. Bei einem Würfel wäre $\sphericalangle \omega_3$, als Normalenwinkel zwischen (111) und (100) $54^\circ 44'9''$. Es macht sich die Zone $[\bar{2}11]$ deutlich bemerkbar.

Diagramme $20,21$ (Fig. 3).

Diese Aufnahmen wurden nach je einer Drehung eines Blättchens parallel $\{0001\}$ um eine a -Achse von $19^\circ 45'$ im entgegengesetzten Sinne hergestellt, verhielten sich also wie Diagramme nach $(h \ 0 \ \bar{h} \ 1)$ und $(0 \ h \ \bar{h} \ 1)$. Sie zeigen jedoch, wie zu erwarten war, keine verschiedene Ausbildung. Die Ausmessung geschah mittels eines Ablesemikroskops, daher ist die Berechnung der Indices besonders genau. Die Indexformel hat die Konstanten

$$A_1 = 0,293, \quad B_1 = 0,815, \quad \omega_3 = 19^\circ 45' \quad A_3 = 2,31, \quad B_3 = 0,829.$$

Auf der Aufnahme 20 (Fig. 3) treten 2 Zonenellipsen deutlich hervor, die grössere durch Punkt 9b gehend, enthält die Prismen, die kleinere durch 2 gehend, hat das Symbol $[\bar{2}11]$.

In der Tabelle Nr. 1 sind alle beobachteten verschiedenen Strukturflächen des Karborunds zusammengestellt. Spalte 2 enthält die zugehörigen d -Werte, das sind die primitiven Abstände, berechnet nach Voraussetzungen, die im nächsten Abschnitt behandelt werden. Dann folgen die Häufigkeiten auf insgesamt 20 Diagrammen.

Tabelle Nr. 1.

Zusammenstellung der in den Lauediagrammen auftretenden Formen.

Indices	d × 10 ⁸ cm	Häufigkeit			Indices	d × 10 ⁸ cm	Häufigkeit		
		Typ I	Typ II	Typ III			Typ I	Typ II	Typ III
Flächen I. Stellung.									
1. o. $\bar{1}$. $\bar{18}$	0,840	1	—	—	10 $\bar{11}$	5,1	4	7	3
1. o. $\bar{1}$. $\bar{16}$	0,924	1	—	—	16. o. $\bar{16}$. $\bar{15}$	0,320	4	—	3
1. o. $\bar{1}$. $\bar{14}$	1,07	2	—	—	10. o. $\bar{10}$. $\bar{9}$	0,515	3	4	3
1. o. $\bar{1}$. $\bar{13}$	1,15	1	2	1	8. o. $\bar{8}$. $\bar{7}$	0,573	2	3	—
1. o. $\bar{1}$. $\bar{12}$	1,24	2	2	1	70 $\bar{76}$	0,739	4	—	—
2. o. $\bar{2}$. $\bar{23}$	0,674	1	—	1	50 $\bar{54}$	1,04	4	3	—
1. o. $\bar{1}$. $\bar{11}$	1,35	4	3	1	40 $\bar{43}$	1,30	4	6	3
2. o. $\bar{2}$. $\bar{19}$	0,773	—	1	—	70 $\bar{75}$	0,749	4	2	—
10 $\bar{19}$	1,62	4	3	1	50 $\bar{53}$	1,06	—	2	—
2. o. $\bar{2}$. $\bar{17}$	0,854	3	1	1	30 $\bar{32}$	1,75	—	1	—
10 $\bar{18}$	1,81	4	3	1	70 $\bar{74}$	2,39	1	—	3
2. o. $\bar{2}$. $\bar{15}$	0,952	3	3	1	20 $\bar{21}$	2,66	4	4	—
10 $\bar{17}$	2,02	4	3	1	90 $\bar{94}$ (?)	0,592	—	1	—
2. o. $\bar{2}$. $\bar{13}$	1,08	4	3	1	80 $\bar{83}$	0,669	—	1	3
10 $\bar{16}$	2,31	2	1	1	50 $\bar{52}$	1,07	5	3	—
4. o. $\bar{4}$. $\bar{23}$	0,596	—	1	—	70 $\bar{72}$	0,767	1	—	—
2. o. $\bar{2}$. $\bar{11}$	1,24	4	3	1	40 $\bar{41}$	1,34	4	6	—
4. o. $\bar{4}$. $\bar{21}$	0,641	2	—	—	50 $\bar{51}$	1,08	4	2	—
10 $\bar{15}$	2,66	4	3	1	10. o. $\bar{10}$. $\bar{1}$	0,54	—	1	—
20 $\bar{29}$	1,44	4	4	1	Hexagonale Prismen.				
4. o. $\bar{4}$. $\bar{17}$	0,749	2	—	1	10 $\bar{10}$	5,40	1	1	—
10 $\bar{14}$	3,07	4	3	1	12 $\bar{30}$	2,04	2	—	1
4. o. $\bar{4}$. $\bar{15}$	0,813	4	3	1	13 $\bar{40}$	1,50	2	1	1
20 $\bar{27}$	1,70	4	3	1	14 $\bar{50}$	1,18	4	3	1
4. o. $\bar{4}$. $\bar{13}$	0,886	2	2	—	25 $\bar{70}$	0,87	—	1	—
10 $\bar{13}$	3,70	4	3	1	2. $\bar{15}$. $\bar{13}$. $\bar{0}$ (?)	0,33	—	—	1
4. o. $\bar{4}$. $\bar{11}$	0,970	—	2	1	11 $\bar{20}$	3,1	—	1	—
20 $\bar{25}$	2,02	3	3	1	Flächen II. Stellung.				
40 $\bar{49}$	1,05	1	1	1	1. $\bar{1}$. $\bar{2}$. $\bar{15}$	0,962	2	2	1
10 $\bar{12}$	4,47	3	3	1	1. $\bar{1}$. $\bar{2}$. $\bar{12}$	1,18	4	4	1
16. o. $\bar{16}$. $\bar{31}$	0,278	—	1	—	11 $\bar{29}$	1,49	3	2	1
8. o. $\bar{8}$. $\bar{17}$	0,540	—	—	1	2. $\bar{2}$. $\bar{4}$. $\bar{15}$	0,85	—	—	1
8. o. $\bar{8}$. $\bar{15}$	0,562	—	2	1	11 $\bar{26}$	1,97	3	3	—
40 $\bar{47}$	1,15	3	3	—	22 $\bar{49}$	1,15	3	3	—
30 $\bar{35}$	1,55	—	—	1	11 $\bar{24}$	2,00	—	1	—
8. o. $\bar{8}$. $\bar{13}$	0,585	1	—	—	11 $\bar{23}$	2,66	2	4	—
20 $\bar{23}$	2,39	2	4	1	11 $\bar{22}$	2,88	1	2	1
8. o. $\bar{8}$. $\bar{11}$	0,607	—	1	—	22 $\bar{43}$	1,49	6	6	3
40 $\bar{45}$	1,24	2	3	—	11 $\bar{21}$	3,05	2	2	3
30 $\bar{34}$	1,62	2	1	—	22 $\bar{41}$ (?)	1,55	—	1	—
50 $\bar{56}$	1,00	—	1	—	Allgemeine Flächen.				
50 $\bar{57}$	0,968	1	—	—	2. $\bar{1}$. $\bar{3}$. $\bar{18}$	0,784	—	—	1
70 $\bar{78}$	0,715	2	4	—	2. $\bar{1}$. $\bar{3}$. $\bar{17}$	0,820	—	—	1
80 $\bar{89}$	0,627	4	—	3	2. $\bar{1}$. $\bar{3}$. $\bar{16}$	0,865	—	—	1
10. o. $\bar{10}$. $\bar{11}$	0,505	—	2	—	2. $\bar{1}$. $\bar{3}$. $\bar{14}$	0,963	1	1	1
					2. $\bar{1}$. $\bar{3}$. $\bar{13}$	1,02	1	1	1

Indices	d × 10 ⁸ cm	Häufigkeit			Indices	d × 10 ⁸ cm	Häufigkeit		
		Typ I	Typ II	Typ III			Typ I	Typ II	Typ III
2. 1. 3. 12	1,08	1	—	1	3144	1,39	6	7	1
4. 2. 6. 23	0,576	—	—	1	12. 4. 16. 15	0,351	3	—	3
2. 1. 3. 11	1,15	2	2	1	6287	0,709	6	7	—
4. 2. 6. 21	0,593	1	2	—	3143	1,44	—	—	4
2. 1. 3. 10*	1,22	—	2	1	6285	0,728	3	4	—
2139	1,31	1	1	—	3142	1,46	6	6	1
4. 2. 6. 17	0,675	—	2	—	6283	0,741	5	6	4
2138	1,35	2	2	1	3141	1,49	7	5	—
4. 2. 6. 15	0,721	1	2	—	12. 4. 16. 3	0,373	—	1	1
2137	1,49	3	2	1	6281	0,748	3	4	—
4. 2. 6. 13	0,763	1	1	—	12. 4. 16. 13	0,22	2	—	—
4. 2. 6. 11	0,823	1	3	1	12. 4. 16. 9	0,365	4	—	3
4269	0,875	4	4	1	3259	1,03	—	1	—
8. 4. 12. 15	0,458	1	2	1	3258	1,04	—	1	—
4267	0,924	4	3	—	3257	1,08	1	1	—
4265	0,968	3	8	—	6. 4. 10. 15	0,53	1	2	—
2134	1,79	5	3	—	12. 8. 20. 21	0,268	1	1	—
4. 8. 12. 9	0,487	6	5	4	6. 4. 10. 9	0,575	5	6	3
4. 8. 12. 7	0,496	4	1	—	3255	1,15	4	7	1
2133	1,90	2	—	1	3254	1,18	5	7	3
8. 4. 12. 5	0,505	6	—	—	6. 4. 10. 7	0,596	4	5	—
4263	1,00	6	8	4	3253	1,20	—	1	3
2132	1,93	8	8	3	3252	1,22	—	—	3
2131	2,02	8	8	—	3251	1,24	—	2	—
8. 4. 12. 3	0,510	1	—	1	6. 4. 10. 1	0,60	—	1	—
4261	1,02	4	4	—	4. 1. 5. 15	0,771	—	—	1
3. 1. 4. 16	0,808	—	—	1	4. 1. 5. 12	0,864	—	—	1
6. 2. 8. 33	0,394	—	—	1	4159	0,968	—	2	1
6. 2. 8. 27	0,450	—	—	1	4156	1,07	1	1	1
3. 1. 4. 13	0,925	—	—	1	4153	1,15	4	7	4
3. 1. 4. 11	1,02	—	—	1	5168	0,866	1	1	—
3. 1. 4. 10	1,07	—	—	1	10. 2. 12. 15	0,439	—	—	1
3148	1,18	2	3	1	5165	0,925	—	2	1
6. 2. 8. 15	0,603	2	3	1	10. 2. 12. 9	0,466	1	3	—
3147	1,23	1	3	—	5164	0,940	—	—	1
3145	1,35	3	3	—	10. 2. 12. 3	0,483	—	—	1
6. 2. 8. 11	0,659	—	—	1	5161	0,967	—	—	1
6289	0,694	8	6	3	12. 2. 14. 9	0,351	—	—	1

III. Die Dimensionen des Elementarparallelepipeds.

Diese wurden aus Spektralaufnahmen nach der Drehmethode ermittelt unter Benutzung der K-Strahlung des Molybdäns ($K_{\alpha} = 0,713 \times 10^{-8}$ cm $K_{\beta} = 0,633 \times 10^{-8}$ cm).*) (Lit. 17 f.)

*) K_{α} und K_{β} wurden als einfache Linien betrachtet, da die Auflösung des Spektrographen nicht gross genug war, um sie in ihre Komponenten zu trennen.

Es ergaben sich als Röntgenperioden im Mittel $r_{0001} = 2,55 \times 10^{-8}$ cm*) $r_{10\bar{1}0} = 2,68 \times 10^{-8}$ cm, $r_{11\bar{2}0} = 1,55 \times 10^{-8}$ cm. Letztere Werte verhalten sich nahe wie $\sqrt{3}:1$.

Als kleinstmögliches Elementarparallelepiped ergibt sich hieraus eine Säule, deren Basisfläche ein Rhombus mit der Kantenlänge $a = 2 \times 1,55 = 3,10 \times 10^{-8}$ cm ist, deren Höhe $c = 2,55 \times 10^{-8}$ cm beträgt. Als Achsenverhältnis folgt somit $a:c = 1:0,82$ d. i. $\frac{1}{8}$ des aus der äusseren Flächenausbildung angenommenen A.-V.

Das Volumen des E. P. ist $V = \frac{a^3 \sqrt{3}}{2} c \sim 21,24 \times 10^{-24}$ ccm, entspricht genau einem Molekül Karborund C Si, da

$$V = \frac{\text{Molekulargew.}}{\text{Dichte}} = \frac{40,4 \cdot 1,64 \cdot 10^{-24}}{3,12} = 21,24 \times 10^{-24} \text{ ccm}$$

Berechnet man indessen mit diesen Dimensionen die Wellenlängen der Interferenzpunkte der Lauediagramme, so sind die kürzesten λ -Werte niedriger als die untere Spektralgrenze.

Erst die Annahme eines primitiven Gitters mit den Kanten $a = 6,2 \times 10^{-8}$ cm und $c = 15,3 \times 10^{-8}$ cm, das 24 Moleküle C Si enthält, führt zu völliger Uebereinstimmung mit den Beobachtungen. Dies geht aus dem Folgenden hervor.

Nach P. Niggli kann die Länge der c -Achse aus den Lauediagrammen parallel (0001) nach der Formel $c = \frac{\lambda_{\min} \cdot l_{\max}}{2 \sin^2 \alpha}$ berechnet werden (Lit. 16), wobei

λ_{\min} = Kürzeste Wellenlänge des kontinuierlichen Spektrums, l_{\max} = grösster Index einer Fläche $\{h\bar{i}k\bar{l}\}$ bezüglich der c -Achse, α = Glanzwinkel.

Es ergab sich für die Flächen $\bar{1}\bar{2}\bar{4}.16.9$ ($\lambda = 0,157$) $\bar{6}\bar{2}.8.3$ ($\lambda = 0,210$) $05\bar{5}1$ ($\lambda = 0,152$) als kleinster Wert $c = 15 \times 10^{-8}$ cm.

Nachdem mit diesen Grundwerten jedem Reflexpunkt seine Wellenlänge zugeordnet worden war, zeigte sich tabellarisch der charakteristische Anstieg der Häufigkeiten von $0,15 \times 10^{-8}$ cm an. (Vgl. Lit. 17 S. 87.)

IV. Die Raumgruppe.

Wie berichtet, verhalten sich die Röntgenperioden nach (0001) : (10 $\bar{1}$ 0) : (11 $\bar{2}$ 0) wie $\frac{d}{6} : \frac{d}{2} : \frac{d}{2}$. Es fragt sich nun, in welcher Raumgruppe diese Anordnung möglich ist (Lit. 16). Es wurden für \mathfrak{D}_6^{1-4} , \mathfrak{C}_6^{1-4} sowie für \mathfrak{D}_6^2 (hexagonal trapezoedrisch und \mathfrak{C}_6^2 (hexagonal pyramidal) die Röntgenperioden im Verhältnis zu den Elementarperioden ausgerechnet; bei den letzten beiden Raumsystemen ist zwar $\frac{d}{6}$ möglich, aber die sonstige Symmetrie spricht dagegen. In \mathfrak{C}_6^4 fand sich aber keine Möglichkeit, die gefundenen Röntgenperioden ohne weiteres einzuordnen. Es liegt dies daran, dass den C- und Si-Atomen ganz spezielle Lagen zukommen. Am geeignetsten erscheint \mathfrak{C}_6^4 (Fig. 4) um eine Struktur aufzustellen, die allen drei Bedingungen gleichzeitig genügt. In der Tat liess sich eine solche Struktur ausfindig machen. Die Symmetrie-Elemente von \mathfrak{C}_6^4 sind, auf gewöhnlich hexagonales Elementarparallelepiped bezogen:

*) Die gleiche Röntgenperiode r_{0001} wurde auch bei den beiden anderen Typen gefunden.

Hexagonale Schraubenachsen: $[001]_{00}$
 Trigonale Drehachsen: $[001]_{2/3 \ 1/3}$ $[001]_{1/3 \ 2/3}$
 Digonale Schraubenachsen: $[001]_{1/2 \ 0}$ $[001]_{0 \ 1/2}$ $[001]_{1/2 \ 1/2}$
 Spiegelebenen: $(110)_0$
 Gleitspiegelebenen: $(110)_{1/2}$; $(100)_{1/2}$.

Punktlagen mit einem Freiheitsgrad: Auf den trigonalen Drehachsen ist die Zähligkeit 4, gemäss der Symmetriebedingung $C_3 v$.

Die aufgestellte Struktur sei im folgenden kurz beschrieben. In Richtung der Hauptachse folgen sich in sechsfacher Wiederholung je zwei Ebenen, von denen die erste 4 C-Atome, die zweite 4 Si-Atome enthält; der Abstand beider Ebenen sei p.

Relative Koordinatenwerte (Figur 6 u. 8) (hexagonal).

$$\begin{aligned}
 \text{C I. } & 000, \frac{1}{3} 00, 0 \frac{1}{2} 0, \frac{1}{2} \frac{1}{2} 0, \\
 \text{II. } & \frac{1}{6} \frac{1}{3} \frac{1}{6}, \frac{1}{6} \frac{5}{6} \frac{1}{6}, \frac{2}{3} \frac{5}{6} \frac{1}{6}, \frac{2}{3} \frac{1}{2} \frac{1}{6}, \\
 \text{III. } & \frac{1}{3} \frac{1}{6} \frac{1}{6}, \frac{1}{3} \frac{2}{3} \frac{1}{6}, \frac{5}{6} \frac{1}{3} \frac{1}{6}, \frac{5}{6} \frac{2}{3} \frac{1}{6}, \\
 \text{IV. } & 00 \frac{1}{2}, \frac{1}{2} 0 \frac{1}{2}, 0 \frac{1}{2} \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}, \\
 \text{V. } & \frac{1}{3} \frac{1}{6} \frac{2}{3}, \frac{1}{3} \frac{2}{3} \frac{2}{3}, \frac{5}{6} \frac{1}{6} \frac{2}{3}, \frac{5}{6} \frac{2}{3} \frac{2}{3}, \\
 \text{VI. } & \frac{1}{6} \frac{1}{3} \frac{5}{6}, \frac{1}{6} \frac{5}{6} \frac{5}{6}, \frac{2}{3} \frac{1}{3} \frac{5}{6}, \frac{2}{3} \frac{5}{6} \frac{5}{6}. \\
 \text{Si I' } & \frac{1}{3} \frac{1}{6} \cdot p, \frac{5}{6} \frac{1}{6} \cdot p, \frac{1}{3} \frac{2}{3} \cdot p, \frac{5}{6} \frac{2}{3} \cdot p, \\
 \text{II' } & 0 \cdot 0 \cdot p + \frac{1}{6}, \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot p + \frac{1}{6}, 0 \cdot \frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{6}, \frac{1}{2} \frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{6}, \\
 \text{III' } & 0 \cdot 0 \cdot p + \frac{1}{3}, \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot p + \frac{1}{3}, 0 \cdot \frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{3}, \frac{1}{2} \frac{1}{2} \cdot p + \frac{1}{3} \\
 \text{IV' } & \frac{1}{6} \frac{1}{3} \cdot p + \frac{1}{2}, \frac{2}{3} \frac{1}{3} \cdot p + \frac{1}{2}, \frac{1}{6} \frac{5}{6} \cdot p + \frac{1}{2}, \frac{2}{3} \frac{5}{6} \cdot p + \frac{1}{2} \\
 \text{V' } & 0 \cdot 0 \cdot p + \frac{2}{3}, \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot p + \frac{2}{3}, 0 \cdot \frac{1}{2} \cdot p + \frac{2}{3}, \frac{1}{2} \frac{1}{2} \cdot p + \frac{2}{3} \\
 \text{VI' } & 0 \cdot 0 \cdot p + \frac{5}{6}, \frac{1}{2} \cdot 0 \cdot p + \frac{5}{6}, 0 \cdot \frac{1}{2} \cdot p + \frac{5}{6}, \frac{1}{2} \frac{1}{2} \cdot p + \frac{5}{6}.
 \end{aligned}$$

Dieselbe Struktur lässt sich auch der Raumgruppe $C_3^4 v$ (Fig. 5) einordnen. Deren Symmetrieelemente sind:

Trigonale Drehachsen: $[001]_{00}$ $[001]_{1/3 \ 2/3}$ $[001]_{2/3 \ 1/3}$
 Gleitspiegelebenen: $(100)_0$; $(100)_{1/2}$.

Der Abstand zwischen zwei C-Ebenen oder 2 Si-Ebenen ist $\frac{d}{6} = 2,55 \times 10^{-8}$ cm,

der Abstand $p = \frac{d}{9} = 1,70 \times 10^{-8}$ cm. Das Prinzip der Anordnung ist trotz des scheinbar verwickelten Aufbaues höchst einfach; sowohl C- als Si-Atome besetzen die Ecken eines Netzes von gleichseitigen Dreiecken mit der Seite $\frac{a}{2} = 3,1 \times 10^{-8}$ cm, bzw. zentrierte Sechseckringe, deren Seiten parallel zu den Kanten der Endfläche sind. Die aufeinander folgenden C-Ebenen sind gegeneinander in der Richtung der langen Diagonale der rhombischen Grundfläche um $\frac{1}{3}$ dieser Diagonale verschoben. Die $\frac{1}{2}$ -Ebene ist mit der Null-Ebene identisch. Dieser Aufbau wiederholt sich, mit Verschiebung in entgegengesetzter Richtung. Auf diese Weise bilden die C-Atome ein Gitter, das man sich veranschaulicht (Fig. 6), indem man je ein flächenzentriertes würfelnähnliches (+) und (—) Rhomboeder $(10\bar{1}2)$ so aufeinander setzt, dass ihre Polecken von Atomen der Ebenen $(001)_0$, $(001)_{1/2}$ und $(001)_1$ gebildet werden. Die Flächenzentren für sich bilden mit den Poleckenatomen die steileren

Rhomboeder ($10\bar{1}1$). Der Kohlenstoff bildet trotzdem kein rhomboedrisches Gitter, da man nur die in der Null-Ebene und $\frac{1}{2}$ -Ebene liegenden Atome zu Polecken von Rhomboedern machen kann (Fig. 6).

Am ungezwungensten hebt sich die Anordnung der C-Atome hervor, wenn man berücksichtigt, dass sie lauter pseudoreguläre Tetraeder bilden, so dass stets ein Eckpunkt der Ausgangspunkt von drei weiteren Tetraedern ist. Diese Anordnung ist durch Fig. 7 dargestellt. Die Abweichung der Pseudotetraeder von regulären Tetraedern ist sehr gering (vergl. S. 3). Die reguläre Anordnung wird durch die eingelagerten Si-Atome gestört. Diese bilden trigonale Pyramiden ($20\bar{2}1$), die in der in Fig. 8 gezeichneten Weise ineinander gestellt sind. Man kann auch stets je 4 Si-Atome einander so zuordnen, dass sie die Ecken eines Pseudotetraeders bilden. In Fig. 9 ist die Belastung und Anordnung der wichtigsten Wachstumsflächen graphisch dargestellt.

V. Ermittlung der Struktur des II. Typs.

Die Intensität i eines Sekundärstrahles wird durch die Formel dargestellt (Lit. 18, 29):

$$i = z \cdot \frac{1 + \cos^2 2\alpha}{2} \sum_1^n \frac{\text{Int } \frac{\lambda}{n} \cdot S^2(h, k, l)}{n^2 \cdot J^2(h, k, l)} \times \text{Absorptionsfaktor} \times \text{Wärmefaktor.}$$

wo z = Gesamtzahl der bestrahlten Atome, $\frac{1 + \cos^2 2\alpha}{2}$ proportional dem Laue- oder Zerstreuungsfaktor, $\text{Int } \frac{\lambda}{n}$ = spektrale Intensität in 1., 2., 3. Ordnung, n = Ordnungszahl des Spektrums, $J^2 = a^2 c^2 (h^2 + i^2 + ih + l^2 F^2)$, $S^2(h, k, l)$ = dem sogenannten Strukturfaktor, einer Funktion der räumlichen Anordnung der Atome. Es wurden erstens aus allen Diagrammen die Punkte $\lambda < 0,40 \times 10^{-8}$ cm. herausgesucht und Kombinationen mit ähnlicher Wellenlänge und Glanzwinkel miteinander verglichen*), zweitens wurden die Schwärzungen aller Punkte der Diagramme nach der Endfläche und der Platte Nr. 20 unter Zugrundelegung der bekannten Intensitätsverteilung des kontinuierlichen Spektrums berechnet (vgl. G. Aminoff, Lit. 1) und dabei eine gute Uebereinstimmung mit der Beobachtung erzielt.

2) Formel für den Strukturfaktor.

Diese Formel setzt sich zusammen aus dem Anteil der Kohlenstoffatome und dem Anteil der Si-Atome, und zwar zerfällt jede Hälfte in 24 Cosinusglieder und 24 Sinusglieder, so dass die ganze Formel aus 96 Gliedern besteht**).

Die endgültige Formel des Strukturfaktors für Typ II lautet:

$$A = u_1 \left[C(1 + \cos \pi nl) \left(1 + 2 \cos \frac{\pi n}{3} (h-k) \cos \frac{\pi n}{3} l \right) + Si \left[(1 + \cos \pi nl) \cos 2 \pi npl \left(2 \cos \frac{\pi n}{3} l + \cos \frac{\pi n}{3} (h-k) \right) - (1 - \cos \pi nl) \sin \frac{\pi n}{3} (h-k) \sin 2 \pi npl \right] \right]$$

*) Bezüglich der Kombinationsmethode von Schiebold, die im folgenden angewendet werden soll, verweise ich auf seine Abhandlung über die Calcitstruktur (Lit. 18, 33).

**) Ihre Herleitung kann infolge Druckschwierigkeiten hier nicht wiedergegeben werden.

$$\begin{aligned}
 B &= u_1 \left[C (1 - \cos \pi nl) 2 \sin \frac{\pi n}{3} (h-k) \cos \frac{\pi n}{3} l \right) \\
 &+ \text{Si} \left((1 + \cos \pi nl) \sin 2 \pi npl \left(2 \cos \frac{\pi n}{3} l + \cos \frac{\pi n}{3} (h-k) \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. - (1 - \cos \pi nl) \sin \frac{\pi n}{3} (h-k) \cos 2 \pi npl \right) \right] \\
 u_1 &= (1 + \cos \pi nh + \cos \pi nk + \cos \pi n (h + k)) \\
 S^2 &= A^2 + B^2
 \end{aligned}$$

Diskussion der Formel.

Man erkennt die Wichtigkeit der Grösse u_1 . Bei Beschränkung auf die Reflexion erster Ordnung ist ersichtlich, dass u_1 und damit die Intensität der Reflexion stets Null wird, ausser wenn h und k gleichzeitig gerade Zahlen sind. Das zeigt mit grösster Deutlichkeit eine Tabelle, welche 109 Flächen aus den Diagrammen des II. Typs enthält, deren $\lambda < 0,40 \times 10^{-8}$ cm ist. Von diesen erfüllen 97% die Bedingung: h und k gerade. Diese Verhältnisse wurden auch durch andere Diagramme in speziellen Lagen aufs beste bestätigt gefunden, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll.

Wir beschränken uns bei der weiteren Diskussion im wesentlichen auf die

Strukturfaktoren für Reflexion in 1. Ordnung.

In Betracht kommen nur Indices mit h und k gerade, dann muss l ungerade sein.

$$S^2 = 64 \sin^2 \frac{\pi n}{3} (h-k) \left\{ \text{Si}^2 + 4 C^2 \cos^2 \frac{\pi n}{3} l - 4 \text{Si} C \cos \frac{\pi n}{3} l \cdot \cos 2 \pi npl \right\}$$

Für $h - k$ durch 3 teilbar oder $= 0$ verschwindet die Reflexion 1. Ordnung.

1. l durch 3 teilbar (3, 9, 15, 21). Wir setzen der Reihe nach für p die wahrscheinlichen Werte $p = 1/9 c$, $1/18 c$, $1/24 c$.

$p = 1/9 c$ $\sin^2 \frac{\pi}{3} (h - k)$ ist stets $3/4$, $l = 9$: $48 (1360 + 1344) = 48 \cdot 2704 = 129772$
 $= 3, 15, 21$: $48 (1360 - 1/2 \cdot 1344) = 48 \cdot 688$, also hat $l = 9$ den grössten Strukturfaktor.

$$\begin{aligned}
 p = 1/18 c \quad l = 9; \quad 48 (1360 - 1344) &= 48 \cdot 16 \\
 l = 3, 15, 21; \quad 48 (1360 + 672) &= 48 \cdot 2032;
 \end{aligned}$$

hier ist also das Verhältnis gerade umgekehrt, $l = 9$ hat einen viel zu kleinen Strukturfaktor, was den beobachteten Schwärzungen widerspricht.

$$\begin{aligned}
 p = 1/24 c \quad l = 3, 21, \dots \quad 48 (1360 + 1344 \frac{\sqrt{2}}{2}) \\
 = 48 \cdot 2310
 \end{aligned}$$

$$l = 9, 15, \dots \quad 48 (1360 - 1344 \frac{\sqrt{2}}{2}) = 48 \cdot 410,$$

auch hier ist für $l = 9$ der Strukturfaktor zu klein.

2. Falls l nicht durch 3 teilbar ist, gibt es verschiedene Möglichkeiten.

$$S^2 = 48 (\text{Si}^2 + C^2 - 2 C \text{Si} \cos 2 \pi p l)$$

$$\text{für } l = 1, 17, 19 \dots S^2 = 19870$$

$$\text{,, } l = 5, 13, 23, 31, \dots S^2 = 74880$$

$$\text{,, } l = 7, 11 \dots S^2 = 38928$$

Eine Vertauschung von C mit Si würde nur an den Werten mit l durch 3 teilbar etwas ändern; sie würden alle wachsen, da $C^2 + 4 \text{Si}^2 = 3280$, $\text{Si}^2 + 4 C^2$ aber nur 1360 ist. Dann würde aber für $(10\bar{1}0)$ ein zu niedriger Wert im Vergleich zu $(11\bar{2}0)$ erfolgen.

Man könnte vermuten, dass der Wert für $p = 1/9 c$ nur ein Näherungswert sei. Jedoch spricht die Tatsache, dass die Fläche $(20\bar{2}3)$ mit dem Neigungswinkel $62^\circ 6'$ ebenso häufig makroskopisch auftritt wie $(10\bar{1}1)$ (vgl. Tabelle Nr. 2), so dass man sie auch als Einheitsfläche gewählt hat, dafür, dass eine innere Begründung aus der Struktur vorhanden ist. Tatsächlich erhält man, wenn man je 3 C-Atome einer (0001) Ebene mit einem Si-Atom der nächsthöheren Ebene verbindet eine trigonale Pyramide $\{20\bar{2}3\}$, so dass also die Annahme für p genau gleich $2/3$ der Röntgenperiode nach (0001) hierdurch eine starke Stütze erfährt.

Die Strukturaktoren höherer Ordnung wurden ebenfalls berechnet (vgl. Tabelle 3), sollen indess hier nicht wiedergegeben werden.

Tabelle 2.

Indices	Nr.	λ	α	s	$1000 \cdot \frac{S^2}{J^2}$	Indices	Nr.	λ	α	s	$1000 \cdot \frac{S^2}{J^2}$
$40\bar{4}3$	5	0,228	$5^\circ 00'$	7	215	$8. 2. 6. 15$	11	0,347	16 45	3	46
4403	25b	0,205	$4^\circ 30'$	3,5	215	$\bar{2}863$	42	0,351	13 45	5	69
4623	32	0,244	7 —	6	126	$\bar{6}249$	15	0,362	11 55	13,5	378
2641	40	0,260	7 20	5	79	$\bar{2}641$	40	0,260	7 20	5	79
0441	44	0,243	5 10	7,5	137	$42\bar{6}3$	55	0,266	7 40	7,5	126
$8. 0. 8. 15$	2b	0,262	13 30	1,5	40	$10. 0. 10. 1$	9	0,313	17 10	2	22
$80\bar{8}3$	7	0,282	12 12	3	72	$8. 2. 6. 15$	11	0,347	16 45	3	46
$10. 6. 4. 15$	17b	0,270	14 30	1,5	35	$\bar{6}8\bar{2}9$	31	0,392	16 40	6	233
$26\bar{8}1$	50	0,285	11 —	2	42	$24\bar{6}1$	54b	0,398	18 35	2	79
$80\bar{8}3$	7	0,282	12 12	3	72	$\bar{6}8\bar{2}9$	31	0,392	16 40	6	233
$62\bar{8}3$	66	0,284	11 5	2,5	69	$26\bar{8}1$	53	0,411	16 20	4	42
$62\bar{8}3$	66	0,284	11 5	2,5	69	$6. 10. 4. 9$	36	0,33	16 30	4,5	167
$\bar{6}8\bar{2}7$	29	0,302	12 20	3	74	$8. 2. 6. 15$	11	0,347	16 45	3	46
$\bar{6}427$	25	0,302	9 25	7,5	127	$24\bar{6}1$	54b	0,398	18 35	2	79
$10. 0. 10. 1$	9	0,313	17 10	2	22	$4. 6. 10. 1$	58b	0,390	18 20	1,5	29
$6. 10. 4. 9$	36	0,33	16 30	4,5	167						

Ein interessantes Verhalten zeigen die Flächen, für welche $(h-k)$ durch 3 teilbar ist. Sofern nämlich gleichzeitig l durch 3 teilbar ist, reflektieren sie von der 2. Ordnung an, ist l nicht durch 3 teilbar, erst von der 6. Ordnung an. Auf diese Weise werden die Flächen mit durch 3 teilbarem letzten Index besonders bevorzugt. Man vergleiche hiermit die Flächen des allgemeinen Symbols $(4 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 1)$, wo die Bestätigung bei allen 3 Typen höchst auffallend ist. Auch bei den Flächen $(11\bar{2}1)$ bekundet sich dieses Verhalten sehr deutlich. Sehr gut zeigt sich das Verschwinden der Flächen mit $h - k = 3n$, $1 \leq 3n$ daran, dass die wichtigen Flächen $(30\bar{3}1)$ und $(30\bar{3}2)$ auf den Basisdiagrammen fehlen, obwohl die Reihe der reflektierenden Pyramiden erster Stellung von $(10\bar{1}1)$ bis $(40\bar{4}1)$ geht und für die zweite Ordnung noch eine passende Wellenlänge vorhanden wäre. Das Spektrum dritter Ordnung fällt stets weg. Die Prüfung der Struktur nach der Kombinationsmethode ist in Tabelle 2 (nach Platte 20) erfolgt.

Eine weitere Bestätigung der Struktur erhalten wir unter Heranziehung der Reflexionen höherer Ordnung in den Tabellen 3.

Die Figur 10 ist die graphische Darstellung der gemessenen und berechneten Intensitäten (Ordinaten) in leicht zu übersehender Anordnung.

Tabelle Nr. 3.

Vergleich zwischen berechneter Intensität

Indices	α	s	Intens. × Ab- sorptionen- faktor	berechn. Intens.	λ	I. Ordnung.		
						Int. λ	$\frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$	Int. $\lambda \frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$
$\bar{1}012$	15° 13'	12	222 000	ca. 1000	3,32	?	0	—
$\bar{4}047$	11 45	11	7 490	497	0,47	1,1	195	214
$\bar{8}$. o. 8. 15	13 30	1,5	181	50	0,26	1,25	40	50
$\bar{2}023$	7 55	9	81 800	1257	0,66	0,8	716	573
$\bar{4}04\bar{3}$	5	7	5 220	268	0,23	1,25	215	268
$\bar{2}02\bar{1}$	9 45	13	94 800	1173	0,90	0,6	536	322
$\bar{8}0\bar{8}3$	12 12	3	3 690	72	0,28	1,3	56	72
$\bar{5}0\bar{5}1$	14 45	5	1 340	130	0,53	1,0	0	—
$\bar{1}0$. o. $\bar{1}0$. 1	17 10	2	89,9	27	0,31	1,25	22	27
$\bar{1}0\bar{1}0$	19 45	5	682 000	> 200	3,65	?	0	—
$\bar{4}138$	18 48	3	2 510	158	0,76	0,8	0	—
$\bar{8}$. 2. 6. 15	16 45	3,5	3 450	91	0,35	1,25	46	57
$\bar{4}137$	14 50	4	5 900	338	0,63	0,9	0	—
$\bar{6}$. 2. 4. 11	17 10	2	1 900	245	0,48	1	100	100
$\bar{3}125$	14 35	6	6 230	189	0,85	0,6	0	—
$\bar{6}249$	11 55	13,5	4 760	549	0,36	1,25	378	472
$\bar{3}124$	9 5	9	24 200	662	0,54	1	0	—
$\bar{2}113$	14 5	8,5	146 000	1807	1,29	?	0	—
$\bar{1}0$. 6. 4. 15	14 30	1,5	144	45	0,27	1,3	35	45
$\bar{5}329$	19 15	2	1 370	120	0,65	0,8	0	—
$\bar{3}215$	17 45	7	5 870	178	1,06	0,5	0	—
$\bar{6}429$	15 10	11	4 290	497	0,46	1,1	378	415
$\bar{3}214$	12 25	13	25 200	688	0,77	0,7	0	—
$\bar{6}427$	9 25	7,5	1 540	158	0,30	1,25	127	158
$\bar{8}$. 6. 2. 15	21 30	2,5	3 620	87	0,44	1,1	46	50
$\bar{4}317$	19 20	4	5 810	327	0,82	0,7	0	—
$\bar{4}314$	7 15	4,5	10 600	482	0,35	1,25	0	—
$\bar{5}419$	20 30	3	9 960	892	0,68	—	0	—
$\bar{2}205$	20 35	1	10 130	216	1,42	?	1170	218
$\bar{4}405$	12 50	9	5 300	304	0,53	1,0	218	39
$\bar{1}0$. 10. 0. 11	10 45	2	113	39	0,19	1,2	33	—
$\bar{1}101$	8 45	15	954 000	3144	1,55	?	0	—
$\bar{4}403$	4 30	3,5	5 020	258	0,21	1,2	215	258
$\bar{6}827$	12 20	3	528	92	0,30	1,25	74	92
$\bar{3}417$	14 40	8	7 490	339	0,70	0,80	0	—
$\bar{6}829$	16 40	6	1 760	328	0,39	1,2	233	279

Tabelle Nr. 3.
und Schwärzung auf Platte Nr. 20.

II. Ordnung.				IV. Ordnung.			
$\frac{\lambda}{2}$	Int. $\frac{\lambda}{2}$	$\frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$	Int. $\frac{\lambda}{2} \cdot \frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$	$\frac{\lambda}{4}$	Int. $\frac{\lambda}{4}$	$\frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$	Int. $\frac{\lambda}{4} \cdot \frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$
1,66	?	3452	—	0,83	0,7	132	92,4
0,23	1,25	227	283	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
0,33	1,25	490	612	0,16	1	72	72
—	—	—	—	—	—	—	—
0,45	1,1	631	694	0,22	1,20	181	217
—	—	—	—	—	—	—	—
0,26	1,25	104	130	—	—	—	—
0,155	?	26	—	—	—	—	—
1,82	?	2510	—	0,91	0,56	375	210
0,38	1,2	118	141	0,19	1,2	34	40
0,175	1,1	31	34	—	—	—	—
0,315	1,25	263	328	0,16	1	10	10
0,24	1,25	116	145	—	—	—	—
0,42	1,1	131	144	0,21	1,2	38	45
0,18	1,1	66	72	—	—	—	—
0,27	1,20	552	662	—	—	—	—
0,64	0,8	1830	1464	0,32	1,25	275	343
—	—	—	—	—	—	—	—
0,32	1,25	86	107	0,16	1	13	13
0,53	1,0	131	131	0,26	1,25	38	47
0,23	1,25	66	82	—	—	—	—
0,38	1,2	552	662	0,19	1,20	22	26
—	—	—	—	—	—	—	—
0,22	1,2	31	37	—	—	—	—
0,41	1,2	263	315	0,205	1,2	10	12
0,175	1,1	439	482	—	—	—	—
0,34	1,2	660	792	0,17	1,1	99	108
0,71	0,8	186	149	0,35	1,25	54	67
0,26	1,25	69	86	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
0,77	0,7	2340	1638	0,39	1,2	670	804
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
0,35	1,25	263	328	0,17	1,1	10	11
0,18	1,1	45	49	—	—	—	—

Tabelle Nr. 3.
(Fortsetzung.)

Indices	α	s	Intens. \times Ab- sorptionen- faktor	berechn. Intens.	λ	I. Ordnung.		
						Int. λ	$\frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$	Int. $\lambda \frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$
$\overline{4623}$	7°	6	1 800	157	0,24	1,25	126	157
$\overline{2312}$	10 20'	11	38 600	867	0,71	0,8	0	—
$\overline{4625}$	13 35	6	3 860	359	0,45	1,1	280	308
$\overline{3524}$	14 35	4	4 860	307	0,59	0,9	0	0
6. 10. 4. 9	16 30	4,5	1 870	482	0,33	1,25	363	453
$\overline{2423}$	15 50	11	18 600	734	0,81	0,7	0	0
$\overline{2643}$	14 10	7	2 670	233	0,49	1	126	126
$\overline{1321}$	10 50	10	17 800	380	0,73	0,8	0	—
$\overline{2641}$	7 20	5	1 150	97	0,26	1,25	78	97
$\overline{1431}$	10 40	4,5	1 045	259	0,55	1	0	—
$\overline{2863}$	13 45	4,5	860	137	0,35	1,25	69	86
$\overline{1432}$	15 50	5	9 600	389	0,80	0,7	0	—
$\overline{0441}$	5 10	7,5	3 540	171	0,24	1,25	137	171
$\overline{0110}$	9 55	12	973 000	2922	1,86	?	0	—
$\overline{0551}$	13 50	5	1 730	130	0,52	1,0	0	—
$\overline{0552}$	17	4 5	3 220	246	0,62	0,9	0	—
$\overline{2681}$	11	2	345	54	0,28	1,3	42	54
$\overline{1340}$	12 55	6	7 130	221	0,66	0,8	0	—
$\overline{2681}$	16 20	4	628	96	0,41	1,1	42	46
$\overline{1341}$	19	3	6 860	270	0,97	0,5	0	—
$\overline{1231}$	7 40	9	17 700	475	0,54	1	0	—
$\overline{2461}$	11 15	5	2 420	204	0,39	1,2	78	93
$\overline{2461}$	18 35	2,5	2 420	204	0,65	0,8	78	62
4. 6. 10. 1	18 20	1,5	324	74	0,39	1,2	29	34
$\overline{2351}$	11 15	3	3 400	195	0,85	0,6	0	—
$\overline{1120}$	17 10	11	880 000	7920	1,85	?	0	—
$\overline{3251}$	13 35	3	2 960	170	0,58	0,9	0	—
6. 4. 10. 1	15 55	2	319	73	0,34	1,25	29	36
$\overline{4263}$	7 40	7,5	1 800	157	0,26	1,25	126	157
$\overline{2131}$	11 15	11	17 200	366	0,79	0,7	0	—
$\overline{4261}$	15	4	2 300	194	0,52	1	78	78
$\overline{6283}$	11 5	2,5	552	90	0,28	1,3	69	90
$\overline{3141}$	13 45	7	7 880	310	0,71	0,8	0	—
$\overline{6281}$	16 30	4	678	106	0,42	1,1	42	46
$\overline{5270}$	19 5	1	5 820	681	0,56	1	0	—
$\overline{4150}$	19 30	7	21 300	1340	0,79	0,7	0	—

Tabelle Nr. 3.
(Fortsetzung.)

II. Ordnung.				IV. Ordnung.			
$\frac{\lambda}{2}$	Int. $\frac{\lambda}{2}$	$\frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$	Int. $\frac{\lambda}{2} \cdot \frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$	$\frac{\lambda}{4}$	Int. $\frac{\lambda}{4}$	$\frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$	Int. $\frac{\lambda}{4} \cdot \frac{S^2}{J^2} \cdot 1000$
—	—	—	—	—	—	—	—
0,355	1,25	670	837	0,18	1,15	26	30
0,225	1,2	43	51	—	—	—	—
0,29	1,3	236	307	—	—	—	—
0,165	1	29	29	—	—	—	—
0,405	1,1	577	634	0,202	1,2	87	104
0,245	1,25	86	107	—	—	—	—
0,365	1,25	365	456	0,18	1,1	105	115
—	—	—	—	—	—	—	—
0,275	1,3	199	259	—	—	—	—
0,175	1,1	47	51	—	—	—	—
0,40	1,1	371	408	0,20	1,2	15	18
—	—	—	—	—	—	—	—
0,93	0,6	2510	2106	0,46	1,1	375	412
0,26	1,25	104	130	—	—	—	—
0,31	1,25	197	246	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
0,33	1,25	194	242	0,16	1	29	29
0,205	1,20	50	60	—	—	—	—
0,44	1,1	199	218	0,24	1,25	57	71
0,27	1,3	365	475	—	—	—	—
0,195	1,2	93	111	—	—	—	—
0,32	1,25	93	116	0,16	1	26	26
1,195	1,2	34	40	—	—	—	—
0,425	1,1	136	149	0,21	1,2	39	46
0,925	0,6	6800	4080	0,46	1,1	1020	1120
0,29	1,25	136	170	—	—	—	—
0,17	1,1	34	37	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
0,39	1,2	365	438	0,20	1,2	1,1	1,2
0,26	1,25	93	116	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
0,35	1,25	199	248	0,18	1,1	57	62
0,21	1,2	50	60	—	—	—	—
0,28	1,3	524	681	—	—	—	—
0,39	1,2	970	1164	0,20	1,2	147	176

Die Intensitäten der einzelnen Wellenlängen des kontinuierlichen Spektrums sind aus einer photometrierten Spektralaufnahme an Steinsalz (100) entnommen worden. Der gleichartige Verlauf der beiden Kurvenzüge ist unverkennbar und spricht deutlich genug für die Wahrscheinlichkeit der Strukturannahme des II. Typs. Zu dieser Tabelle ist noch zu bemerken, dass die Unsicherheit in der Schätzung der Schwärzungen bei den niedrigsten Stufen 1—4 am grössten ist. Bei Figur 10 fallen einige wenige Werte von $\frac{S^2}{J^2}$ Int. λ für die einfachsten Strukturflächen ausserhalb des Raumes der Darstellung. Bei den Flächen mit den grössten Wellenlängen war die Bestimmung der spektralen Intensität nicht möglich. Die Realität derartig grosser λ ist infolge der starken Absorption im Glas der Röntgenröhre wenig wahrscheinlich.

Anm.: Zu der Figur 10, die das Verhältnis zwischen Schwärzung und berechneter Intensität veranschaulicht, sind für $\frac{S^2}{J^2}$ nicht die Werte der Tabellen genommen worden, obwohl dieselben bereits eine recht gute Uebereinstimmung beider Kurvenzüge ergeben. Sie sind vielmehr noch mit dem Absorptionsfaktor $e^{-\mu J^2}$ multipliziert, der in erster Näherung durch den höchsten Wert für J^2 bestimmt wird.

Berechnung des Indicesfeldes.

Für die Reflexpunkte auf (0001) wurde das Indicesfeld konstruiert, ähnlich wie dies von R. Gross (Lit. 9, 201) und Aminoff (Lit. 1) getan wurde, jedoch mit der Abänderung, dass als Ordinate $h^2 + i^2 + hi + l^2 F^2$ abgetragen wurde.

Das Indicesfeld wird von 3 Grenzen eingeschlossen. Zunächst berücksichtigt man die kleinste wirksame Wellenlänge, aus $\lambda = 2r \sin \alpha = 2 \frac{V}{J} \sin \alpha$ ergibt sich

$$J_0^2 = h^2 + i^2 + hi + l^2 F^2 < \frac{3 a^2 \cdot l}{2 \cdot 0,15 \times 10^{-8} \cdot c} = 1 \cdot 25,12$$

Diese Grenze steigt linear mit wachsendem l . Eine weitere Grenze wird durch die Dimensionen der photographischen Platte bzw. durch den grössten und kleinsten Glanzwinkel gegeben. Es muss sein:

$$1. J_0^2 < \frac{3 a^2 \cdot l^2}{4 c^2 \cdot \sin^2 5^\circ} = 25,5 l^2 \quad 2. J_0^2 > \frac{3 a^2 \cdot l^2}{4 c^2 \cdot \sin^2 25^\circ} = 0,697 l^2$$

Hiervon kommt aber die von 1) erzeugte Grenze nicht in Betracht, da sie ausserhalb der Grenze λ_{\min} liegt. Die 2. Bedingung liefert eine im Verhältnis von l^2 ansteigende parabolische Begrenzung der J_0^2 nach unten. Die 3. Grenze ist durch den Lorentzfaktor gegeben bzw. durch die Fläche mit dem grössten J^2 . Das ist (8. 4. 12. 15) mit $J^2 = 240$.

An dem Indicesfeld fällt auf, dass es nicht gleichmässig bedeckt ist. Es macht sich eine der Wellenlänge $0,30 \times 10^{-8}$ cm angehörige Grenzlinie deutlich bemerkbar; nach den Strukturbedingungen darf keine Fläche mit gemischten Indices h und k dieselbe überschreiten, was auch der Fall ist. Die verhältnismässig starke Besetzung der Ordinate für $l = 9$ erklärt sich aus der Grösse des Strukturfaktors für $l = 9$.

Anm.: Die mit $l > 9$ möglichen Flächen fehlen wohl infolge zu geringer Intensität der Reflexion und wären vielleicht bei längerer Belichtungsdauer zu erhalten gewesen.

Ueber das Nicht-Auftreten gewisser Flächen aus Strukturgründen ist bereits ausführlich gesprochen worden, man beachte das Wegfallen von (3031), (3032), (4152), (4154), (4155), (5051).

Die Zwillingsbildungen am Karborund.

Das Karborund bildet Zwillinge nach 2 Gesetzen. Erstens der polaren Natur der c -Achse entsprechend, Zwillinge nach {0001}, mitunter polysynthetisch wieder-

holt. Zweitens treten ziemlich häufig Zwillinge auf, deren Endflächen miteinander Winkel von $70^{\circ} 33' 36''$ bzw. dessen Supplement bilden. Becke (Lit. 3, 537) schreibt darüber:

„Sowohl die Halbierungsebenen des spitzen als die des stumpfen Winkels der Endflächen kommen einem rationalen Achsenschnitt sehr nahe. Aetzversuche an Zwillingen ergaben, dass an der stumpfen einspringenden Kante ungleiche Endflächen aneinander stossen. Die Individuen stehen also symmetrisch zu einer Ebene, welche den spitzen einspringenden Winkel der Endflächen halbiert. 1. Achse der Hemitropie senkrecht zur Fläche $(10\bar{1}1)$ (für A.-V. 1:1,2, in dieser Arbeit $(10\bar{1}2)$). Die Individuen stehen unsymmetrisch zur Ebene der Hemitropie $(10\bar{1}1)$, $(10\bar{1}2)$, symmetrisch zu einer Normalebene von $(10\bar{1}1)$, $(10\bar{1}2)$, die keine mögliche Kristallfläche ist. (Fast genau $(10\bar{1}4)$) oder 2. Achse der Hemitropie parallel der Polkante von $(10\bar{1}1)$, $(10\bar{1}2)$ ist gleich $\perp R$. Die Individuen stehen symmetrisch zu einer Fläche $(10\bar{1}2)$, $(10\bar{1}4)$.“

Becke hält die erste Formulierung für richtiger. Es ist auch sehr wahrscheinlich, dass sich die merkwürdige Pseudowürfelfläche $(10\bar{1}2)$ aus einem Kristall direkt in den anderen fortsetzt. $(10\bar{1}4)$ hat den Neigungswinkel $35^{\circ} 18' 40''$, die Verwachsungsebene $35^{\circ} 16' 48''$. Mag man sich für eine der beiden Formulierungen entscheiden, so ist der Unterschied so klein, dass er zeichnerisch nicht zur Darstellung gebracht werden kann. In Figur Nr. 11 sind 2 derartig verwachsene Kristalle dargestellt. Als Grundlage dient ein Gitter von orthohexagonalen Elementarparallelepipeden, die Zeichenebene ist $(12\bar{1}0)$. Die Spur der Zwillingsebene fällt entweder mit der der Normalebene auf $(10\bar{1}2)$ oder mit $(10\bar{1}4)$ zusammen. Auf jeden Fall erkennt man, dass sich Gitter pseudonormal zu ihr fortsetzen. Das stark ausgezogene Netz hat als Eckpunkte nur identische C-Atome. Wir erkennen aber, dass sich bereits ein viermal kleineres Gitter finden lässt, nämlich A B C D, an dessen Ecken allerdings nicht C-Atome von einerlei Stellung liegen. Dieses kleine Gitter ist dreifach primitiv, und hieraus erklärt sich die Häufigkeit der Zwillingbildung nach diesem Gesetz, da nach Friedel (Lit. 6) das Vorhandensein von pseudonormal oder normal sich fortsetzenden Gittern geringer Zähligkeit zur Zwillingbildung erforderlich ist. In der Figur geben die Kreise die Lage von C-Atomen, die Kreuze die Lage der Si-Atome an. Die 2 Pfeile bezeichnen die Richtungen der Hauptachsen. Die Kantenlängen des kleinen Gitters sind
 $a = 6,2 \times 10^{-8}$ cm; $AB = 13,2 \times 10^{-8}$ cm; $AC = 18,76 \times 10^{-8}$ cm.
 Bei den Zwillingen nach (0001) ist das sich fortsetzende Gitter doppelt primitiv.

Beziehungen der Karborund- zur Diamantstruktur.

Dass gewisse Beziehungen zwischen beiden Strukturen bestehen, darauf weist schon die Aehnlichkeit der Röntgenogramme von Diamant (111) und Karborund (0001) Platte 8 hin. Das würfelförmige Rhomboeder $\{10\bar{1}2\}$ von C Si hat als Körperdiagonale $c = 15,3$, seine Kantenlänge ist $8,83 \times 10^{-8}$ cm, sein Volumen beträgt 690×10^{-24} ccm = 32 Moleküle C Si. Ein Würfel mit halber Kantenlänge enthält also 4 Moleküle C Si, und diesen Körper kann man vergleichen mit dem Diamantwürfel mit $8 C = 4 C_2$.

Diamant: Molekularvolumen = 6,8; C Si Molekularvolumen = 12,9;
 $6,8 : 12,9 = 1 : 1,9$.

Die linearen Dimensionen von gleichgestalteten Räumen mit gleichviel Molekülen müssten sich verhalten wie $1 : \sqrt[3]{1,9} = 1 : 1,24$ rund $1 : 5/4$. In der Tat ist für Diamant Würfelkante $3,53 \times 10^{-8}$ cm; 4 C Si $(10\bar{1}2)$ Kante = $4,415 \times 10^{-8}$ cm.

Dementsprechend verhalten sich alle übrigen Dimensionen. Der Diamantwürfel hat als Rhomboeder aufgestellt eine Körperdiagonale von 6,12 und die a-Achse misst $2,50 \times 10^{-8}$ cm; beim entsprechenden Karborundwürfel betragen diese Strecken 7,6 und 3,1.

Anm.: Man kann auch ohne Rücksicht auf die Gestalt vergleichen:

$$24 \times C_2 = 269,7 \times 10^{-24} \text{ ccm}, \quad V 24 C_2 = 6,46,$$

$$24 \times C Si = 509,8 \times 10^{-24} \text{ ccm}, \quad V 24 C Si = 7,987,$$

so dass sich verhält 6,46 zu 7,98 = 4 : 5.

Natürlicher als die bloss formale Einbeschreibung von Würfeln ist der Vergleich der entsprechenden Tetraeder in beiden Strukturen, da man jedes C-Atom ohne Ausnahme zum gemeinsamen Eckpunkt von je 4 aneinander stossenden Tetraedern machen kann. Somit ergibt sich folgender Vergleich mit Diamant: Diamant hat 2 tetraedrische Gitter der oben beschriebenen Art (vgl. S. 13), die so ineinander gestellt sind, dass das zweite die Mittelpunkte der ersten Tetraeder bildet. Beim Karborund fällt dieses zweite Gitter weg; an seine Stelle treten trigonale Pyramiden ($2\bar{0}21$) des Siliciums, deren Eckpunkte nicht in die Zentren der C-Tetraeder fallen.

Beziehungen zum Graphit.

Zum Graphit besteht, betreffs der a-Achse, dieselbe Beziehung wie beim Diamant; dagegen ist die c-Achse des Graphits = $5,11 \times 10^{-8}$ cm = $\frac{1}{8}$ der c-Achse des Karborunds (Lit. 5, 291). Auch in der Graphitstruktur tritt eine trigonale Pyramide $\{20\bar{2}1\}$ auf.

Anhang:

Beiträge zur Strukturbestimmung des I. und III. Typs.

Aus den Ausführungen, die absoluten Dimensionen des Elementarparallelepipeds betreffend, ging bereits hervor, dass dieselben für alle drei Typen gleich sind. Zu den bereits angeführten Beweisen aus den Wellenlängenkurven, dem nach der Nigglichschen Formel berechneten c , und der Reflexion der α -Linie des Wolframs auf Platte 5, kommen noch die Spektralaufnahmen mit während der Aufnahme gedrehtem Kristall; dabei erhielt man die Röntgenperiode für Typ I und III:

$$r(0001) = 2,55 \times 10^{-8} \text{ cm}, \quad r(10\bar{1}0) = 2,7 \times 10^{-8} \text{ cm}, \quad r(11\bar{2}0) = 1,55 \times 10^{-8} \text{ cm}.$$

Ueber die spez. Atomanordnung des I. Typs lässt sich noch keine bestimmte Annahme machen, doch gestattet das vorhandene Material immerhin gewisse

Schlüsse. Zunächst ergibt sich aus der Röntgenperiode $\frac{d}{6}(0001)$, sowie aus der, wie beim II. Typ erfüllten Bedingung, die Flächen mit $h-k$ durch 3 teilbar betreffend, eine Aufteilung der Struktur in 6 gleich belastete Ebenenserien parallel (0001). Es bleibt dahingestellt, ob auch hier eine Scheidung in C- und Si-Ebenen auftritt, bezw. der Abstand zwischen beiden. Bemerkenswert ist, dass (20 $\bar{2}$ 3) morphologisch nie entwickelt ist. Ein Hauptunterschied ist das Auftreten von 05 $\bar{5}$ 1) in grosser Intensität trotz der kleinen Wellenlänge (0,15). Weiter ist die scharfe Unterscheidung zwischen (+) und (−) Formen hervorzuheben. Makroskopisch wird vom Typ I die Rhomboederstrukturbedingung durchaus erfüllt, dagegen röntgenographisch nicht viel besser als bei Typ II, also spricht dies für prismatische Translationsgruppe, trotz der rhomboedrischen Flächenausbildung. Wahrscheinlich bildet wenigstens eine Atomart ein rhomboedrisches Gitter. Es ist merkwürdig, dass sich die Verschiedenheit der 3 Typen um so stärker äussert, je weniger die Röntgenogramme gegen (0001) geneigt sind. Auffällig ist das Auftreten der 5 in den Indices. Es wurden eine Anzahl Strukturmöglichkeiten aus \mathfrak{C}_3^3 und \mathfrak{C}_3^4 durchgeprüft, ohne jedoch eine restlose Erklärung aller dieser Erscheinungen geben zu können, deshalb sei auf diese Deutungsversuche nicht näher eingegangen.

Vom III. Typ endlich lässt sich erst wenig aussagen, schon weil aus Mangel an Material nur 2 Präparate vorlagen. Auch die Entscheidung, ob hemimorph oder nicht, konnte an ihnen nicht mit Sicherheit getroffen werden, doch hat Baumhauer auch bei diesem Typ polares Verhalten beobachtet. Die Lauediagramme sind bereits besprochen. Merkwürdigerweise fehlen (20 $\bar{2}$ 1) und (40 $\bar{4}$ 1) auf (0001), trotz der noch hohen Wellenlängen; dagegen sind 6 gleichbelastete Ebenenserien parallel (0001) auch hier vorhanden.

Ueber das Verhältnis der 3 Typen zueinander lässt sich nach alledem behaupten, dass es voneinander durch die räumliche Atomanordnung sich unterscheidende Modifikationen sind, die aber in engster Beziehung zueinander stehen. Verschiedenheit der Dichte ist nicht beobachtet und auch nicht zu erwarten, da in gleich grossen Elementarkörpern die gleiche Anzahl Moleküle enthalten sind.

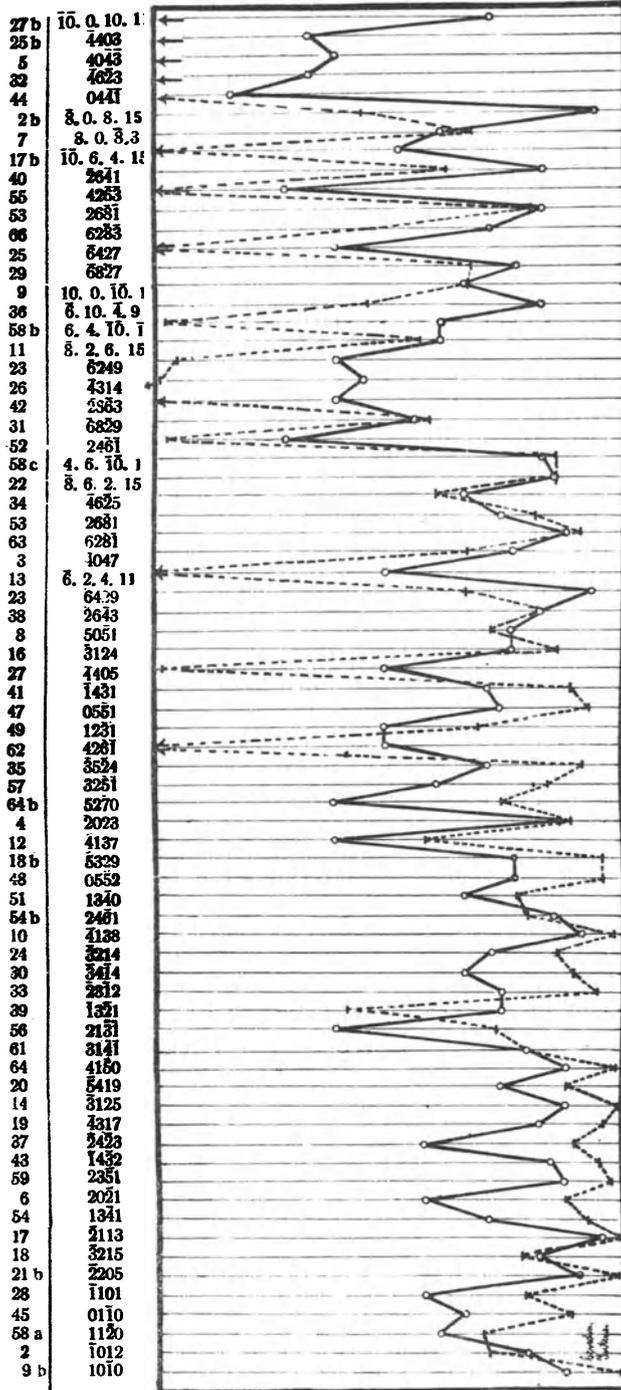


Fig. 10.

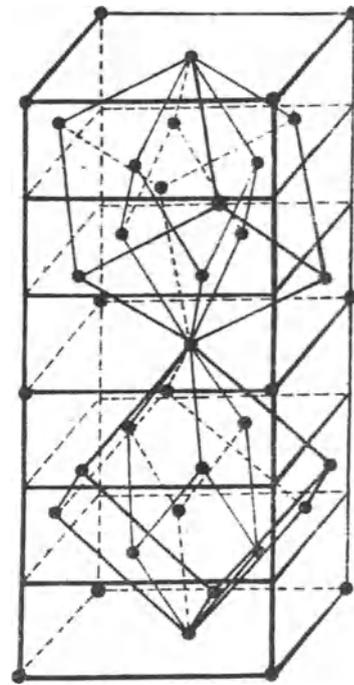


Fig. 6.

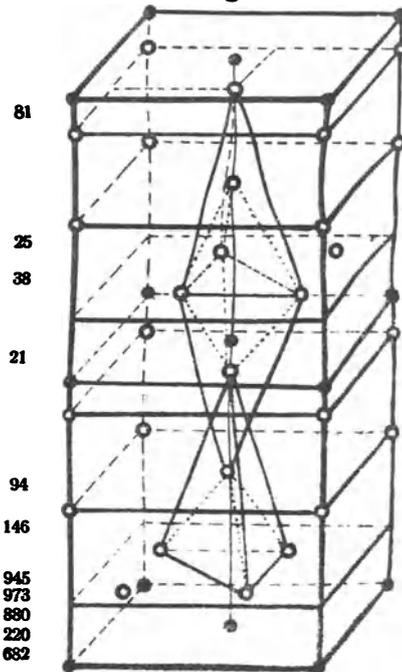


Fig. 8.

Figurenerklärung:

Fig. 6. Anordnung der C-Atome nach Pseudowürfeln $\{10\bar{1}2\}$.Fig. 8. Anordnung der Si-Atome nach trig. Pyramiden $\{20\bar{2}1\}$.

Fig. 10. Vergleich zwischen berechneter Intensität und gemessener Schwärzung auf Pl. 20 nach Tabelle 3 S. 68.

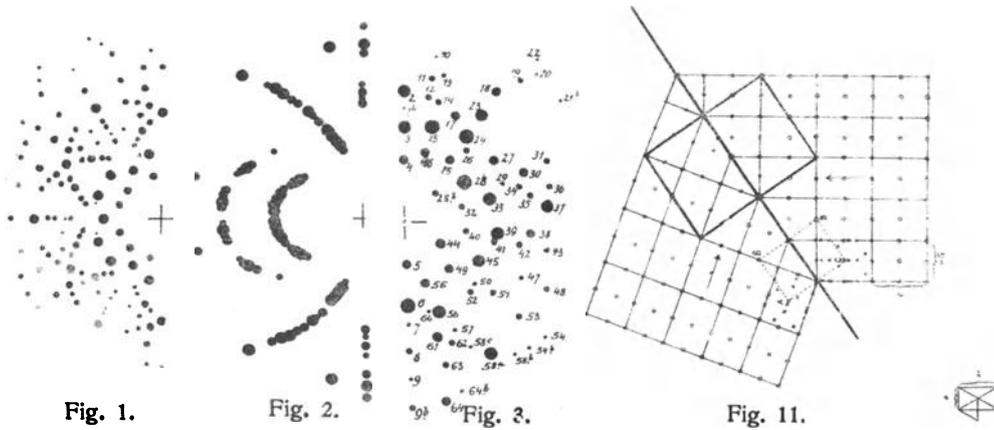


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 11.

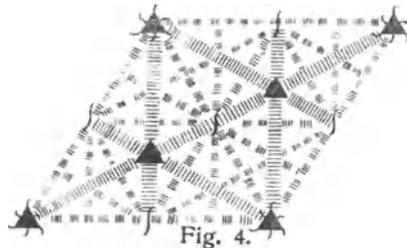


Fig. 4.

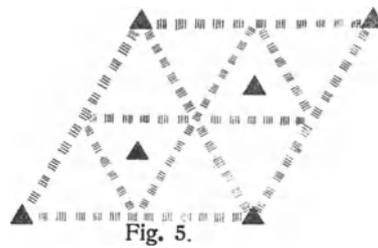


Fig. 5.

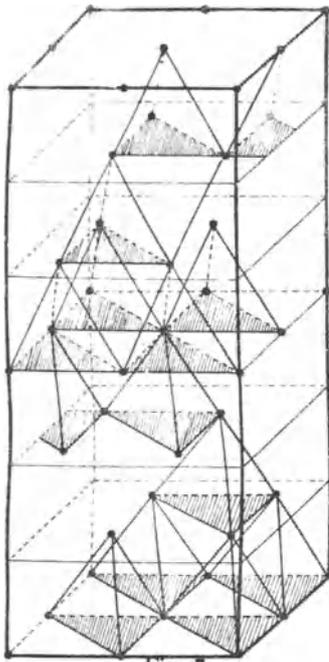


Fig. 7.

I.

4C	4C'	4C	4C'	4C'	4C'	4C'	4C'
→ R = $\frac{d}{8}$							

 $R = \frac{d}{8}$
 (0001) $\frac{1}{8}$ 4Si 4Si' 4Si' 4Si' 4Si' 4Si' 4Si'
 sowie alle Ebenen,
 deren (h-k) durch 3 teilbar, deren l nicht durch 3 teilbar ist.

II.

4C'	4C'	4C'	4C'	4C'	4C'	4C'	4C'
→ R = $\frac{d}{2}$							

 $R = \frac{d}{2}$
 (10 $\bar{1}0$) 8Si' 2Si' 2Si' 8Si' 2Si' 2Si' 8Si'

III.

12C'						12C'	
→ R = $\frac{d}{2}$							

 $R = \frac{d}{2}$
 (11 $\bar{2}0$) 12Si' 12Si'

IV.

8C'	2C'	2C'	8C'	2C'	2C'	8C'	
→ R = $\frac{d}{2}$							

 $R = \frac{d}{2}$
 (10 $\bar{1}0$) 6Si' 6Si' 6Si' 6Si'

D.

12C'						12C'	
→ R = $\frac{d}{2}$							

 $R = \frac{d}{2}$
 (11 $\bar{2}3$) 12Si' 12Si'

Fig. 9.

Figurenerklärung:

Fig. 1. Lauediagramm (0001) Typ II. Fig. 2. Lauediagramm (10 $\bar{1}0$) Typ II.

Fig. 3. Lauediagramm Pl. 20 Typ II.

Fig. 4. Symmetrie der Raumgruppe C_{6v}^4 . Fig. 5. Symmetrie der Raumgruppe C_{3v}^4 .

Fig. 7. Tetraedrische Gruppierung der C-Atome. Fig. 9. Belastungen der wichtigsten Strukturflächen von Typ II.

Fig. 6, 8, 10 s. Tafel 2. Fig. 11. Zwillingsbildungen am Karborund.

Literatur.

1. H. Aminoff: Ueber die Kristallstruktur des Pyrochroits.
2. H. Baumhauer: a) Z. f. Krist., 50, 33.
b) Z. f. Krist. 55, 247. Ueber die verschiedenen Modifikationen des Karborund und die Erscheinung der Polytypie.
3. F. Becke: Z. f. Krist. 24, 537.
4. Bragg, W. H. und W. L.: X-Rays and Cristal Structure.
Bragg, W. L.: Die Reflexion der Röntgenstrahlen, Zürich 1914.
5. P. Debye und P. Scherrer: Phys. Zeitschr. 1917, Bd. 28, 291.
6. G. Friedel: Étude sur les Groupements Cristallins. 1909.
7. A. Gaubert: Z. f. Krist. 42, 182.
8. B. Gossner: Kristallberechnung und Kristallzeichnung, 1914.
9. R. Gross: Zentralblatt f. Min. 1919, 201.
10. Handwörterbuch der Naturw. V, 894.
11. Hauer u. Koller: Z. f. Krist. 55, 260.
12. A. Johnsen: N. Jahrb. f. Min. 1907, B. B. 23, 285.
13. M. v. Laue: Die Interferenzerscheinungen an Röntgenstrahlen.
14. E. Marx: Handbuch der Radiologie Bd. V, 1919.
15. G. B. Negri: Z. f. Krist. 41, 269.
16. P. Niggli: Geometrische Kristallographie des Diskontinuums.
17. F. Rinne: a) Ber. d. M. Phys. Klasse d. G. d. W. Leipzig 1915, Seite 303—340.
b) Berichte etc. 1915, S. 11—45.
c) N. Jahrb. f. Min. 1897 Bd. II (Isotypie).
d) Ueber die Modifikationen kristalliner Stoffe. Die Naturw. 1919, Heft 29.
e) Jahrbuch für Min. 1916, II, 106.
f) Einführung in die kristallogr. Formenlehre usw. Leipzig 1919. (Drehmethode von E. Schiebold S. 199.)
18. E. Schiebold: Diss. Die Verwendung der Lauediagramme zur Bestimmung der Struktur des Kalkspats. Leipzig 1919.
19. O. Weigel: Ueber einige phys. Eigenschaften des Karborunds. Nachrichten der K. Ges. der Wiss. Göttingen. 1915.

4.
ÜBER DIE KRISTALLSTRUKTUR
DES TURMALINS
VON
CHARLOTTE KULASZEWSKI

MIT 10 FIGUREN

MITTEILUNG AUS DEM INSTITUT FÜR MINERALOGIE UND
PETROGRAPHIE DER UNIVERSITÄT LEIPZIG*)
N. FOLGE (SEIT 1909) NR. 135

*) Leitung der Arbeit durch F. RINNE und E. SCHIEBOLD.

Die Untersuchungen, über welche im Nachstehenden berichtet werden soll, wurden an zumeist roten und einigen schwarzen Turmalinen von Wolkenburg und Penig in Sachsen ausgeführt. Die Kristalle entstammen Pegmatitgängen des Granulits. Wir verdanken das Material dem Direktor der geologischen Landesuntersuchung, Herrn Geheimen Bergrat Professor Dr. Kossmat.

I. Goniometrische Untersuchungen.

Die benutzten roten Turmaline haben eine Länge von 3,5—10,5 mm und eine Stärke von 0,5—7 mm. Fast alle Kristalle zeigen durch die Vorherrschaft des negativen trigonalen Prismas einen dreiseitigen Querschnitt mit Zuschärfungen durch das hexagonale Prisma. Einzelne Kristalle sind im Querschnitt sehr unregelmässig. Die (0001)-Fläche ist ausnahmslos matt, während die übrigen, häufig facettierten Terminalflächen meist stark glänzen. Die Prismenzone erschien bei sämtlichen Kristallen, mit Ausnahme der fast glatten (11 $\bar{2}$ 0)-Flächen, stark gerieft.

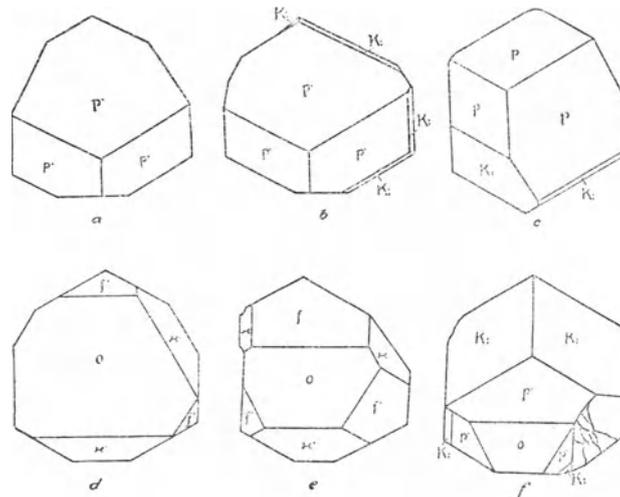


Fig. 1. Turmalin von Wolkenburg, Sachsen. Kopfbilder der Kristalle.

Formtypen: o = (0001) p' = (10 $\bar{1}$ 1) k' = (01 $\bar{1}$ 1) f' = (10 $\bar{1}$ 2) K = (21 $\bar{3}$ 1).

Das Wolkenburg-Peniger Turmalinvorkommen zeichnet sich durch grosse Einfachheit der Kombinationen aus. Es lassen sich in der Hauptsache zwei Typen unterscheiden: 1. ein prismatisch-basaler Typus: {0001} mit {10 $\bar{1}$ 2} und {01 $\bar{1}$ 1}; 2. ein prismatisch-pyramidaler Typus: a) {10 $\bar{1}$ 1} mit {21 $\bar{3}$ 1} bei roten Kristallen, b) {10 $\bar{1}$ 1} mit {02 $\bar{2}$ 1} bei schwarzen Kristallen, und zwar sind diese einzelnen Typen für die Ausbildung der beiden Pole der Turmaline charakteristisch, wie aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich ist:

1. Beobachtete Formen am analogen Pol nach prozentualer Häufigkeit:

$\{000\bar{1}\}$	$\{10\bar{1}1\}$	$\{01\bar{1}2\}$	$\{21\bar{3}1\}$
69,2%	74,3%	59,0%	15,4%

2. Beobachtete Formen am antilogen Pol nach prozentualer Häufigkeit:

$\{0001\}$	$\{10\bar{1}1\}$	$\{01\bar{1}2\}$	$\{02\bar{2}1\}$	$\{07\bar{7}4\}$	$\{21\bar{3}1\}$
3,45%	100%	10,3%	16,1%	2,3%	39,0%

3. Kombinationen der zweiseitig ausgebildeten Kristalle:*)

$\{0001\}$,	$\{10\bar{1}1\}$,	$\{01\bar{1}2\}$,	$\{21\bar{3}1\}$
+ 57%	+ 38,1%	+ 71,4%	- 52,3%
	- 100%		

Ein Vergleich ergibt die Vorherrschaft der Flächenausbildung am antilogen Pol. Tritt an einem Ende $\{0001\}$ auf, so herrscht diese Fläche über die anderen Terminalflächen gewöhnlich vor. Bei den Kristallen des 2. Typus findet sich am häufigsten und mit relativ grössten Flächen die trigonale Grundpyramide $\{10\bar{1}1\}$, die nur in wenigen Fällen ihre herrschende Stellung an $\{21\bar{3}1\}$ abgibt.**)

Beschreibung der Formen.

1. Pedien.

Die Fläche $\{0001\}$ wurde nur an einem Kristall in matter, gekörnelter trapezartiger Gestalt gefunden. Die Körnelung erwies sich bei mikroskopischer Beobachtung als Anhäufung winziger Hügel. Aehnliche Erscheinungen konstatierte H. Müller am brasilianischen Turmalin.

$\{000\bar{1}\}$ gibt häufig dem analogen Pol ein charakteristisches Aussehen. Die Oberfläche ist meist matt glänzend infolge feinkörniger Beschaffenheit.

2. Positive trigonale Pyramiden. $\{10\bar{1}1\}$.

Diese am Turmalin häufigste Form herrscht auch beim Wolkenburger Vorkommen vor. Ihre Flächen sind meistens stark glänzend, aber häufig zufolge Streifung oder dachziegelartiger Ueberlagerung nicht einheitlich ausgebildet.

$\{\bar{1}0\bar{1}1\}$ ist an den rosenroten Turmalinen ebenfalls ziemlich oft zu beobachten, jedoch nur mit kleinen schmalen Flächen.

3. Negative trigonale Pyramiden.

$\{01\bar{1}2\}$ wurde nur an einem schwarzen Kristall als Träger der Kombination beobachtet. Dagegen tritt $\{0\bar{1}\bar{1}2\}$ am analogen Pol ziemlich häufig auf; sie liess sich an 16 Kristallen mit schmalen kleinen Flächen mit im allgemeinen nur schwachen Reflexen feststellen.

Die Gestalt $\{02\bar{2}1\}$, nach Müller die häufigste am brasilianischen Turmalin, wurde nur an einigen Kristallen, besonders an schwarzen, mit kleinen Flächen gefunden.

$\{07\bar{7}4\}$ trat an einem Kristall mit zwei sehr kleinen matten Flächen auf.

4. Ditrigonale Pyramiden.

$\{21\bar{3}1\}$ ist eine besonders typische Form für das sächsische Vorkommen der roten Turmaline. Sie ist fast bei allen am antilogen Pol vertreten. Ihre Grösse schwankt bedeutend zwischen ganz schmalen mikroskopisch kaum sichtbaren Streifen und sehr grosser Entwicklung. An schwarzen Kristallen des Vorkommens wurde sie nicht beobachtet.

*) Der analoge und antiloge Pol sind durch (+) bzw. (−) bezeichnet.

**) An einem Kristall sind die $\{10\bar{1}1\}$ -Flächen mit 3 sehr kleinen, $\{21\bar{3}1\}$ dagegen mit 2 auffallend grossen Flächen ausgebildet, wodurch er ein monoklines Aussehen erhält (Fig. 1f).

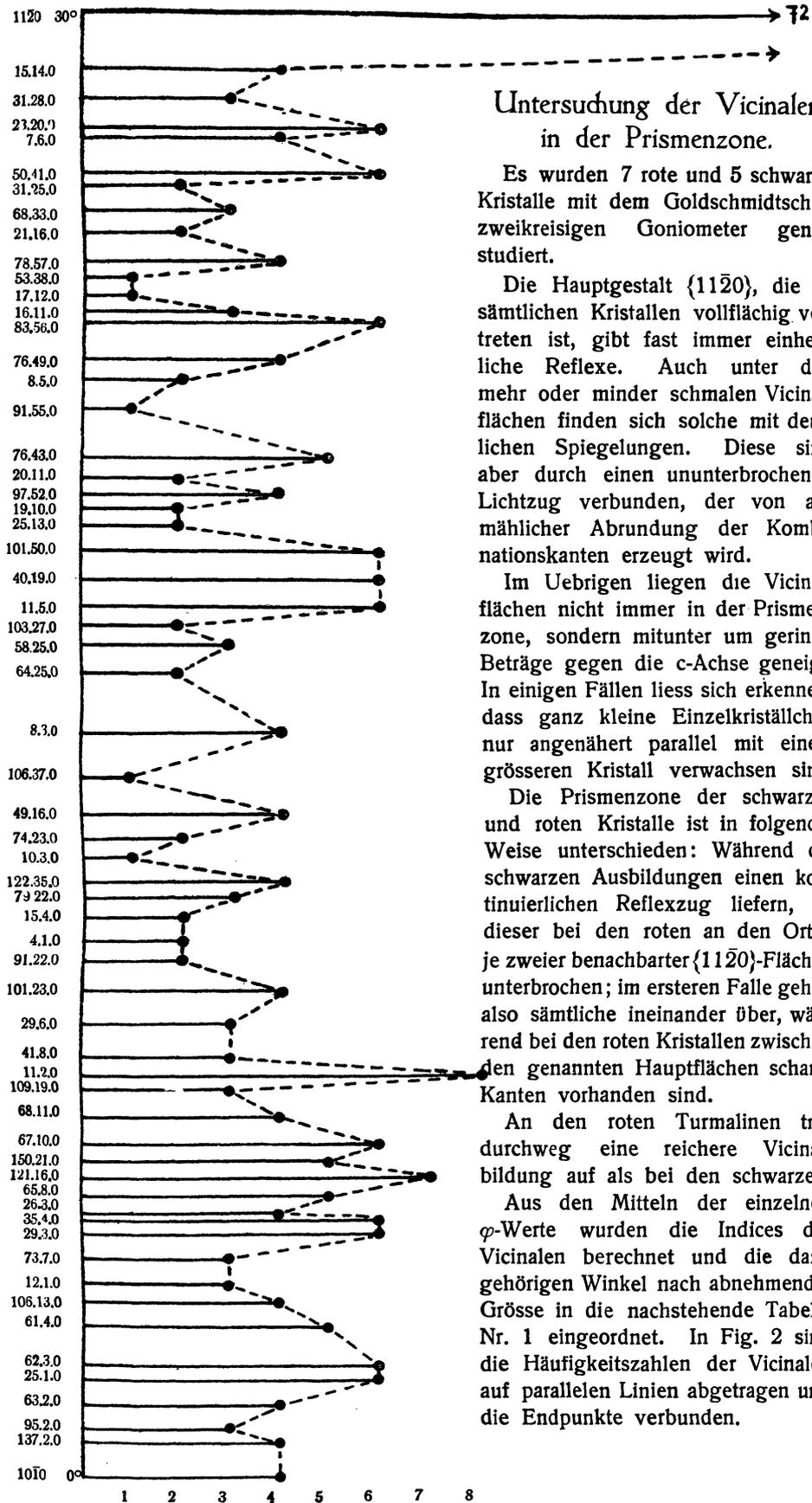


Fig. 2. Häufigkeit der Vicinalen in der Prismenzone.

Untersuchung der Vicinalen in der Prismenzone.

Es wurden 7 rote und 5 schwarze Kristalle mit dem Goldschmidtschen zweikreisigen Goniometer genau studiert.

Die Hauptgestalt $\{11\bar{2}0\}$, die an sämtlichen Kristallen vollflächig vertreten ist, gibt fast immer einheitliche Reflexe. Auch unter den mehr oder minder schmalen Vicinalflächen finden sich solche mit deutlichen Spiegelungen. Diese sind aber durch einen ununterbrochenen Lichtzug verbunden, der von allmählicher Abrundung der Kombinationskanten erzeugt wird.

Im Uebrigen liegen die Vicinalflächen nicht immer in der Prismenzone, sondern mitunter um geringe Beträge gegen die c-Achse geneigt. In einigen Fällen liess sich erkennen, dass ganz kleine Einzelkriställchen nur angenähert parallel mit einem grösseren Kristall verwachsen sind.

Die Prismenzone der schwarzen und roten Kristalle ist in folgender Weise unterschieden: Während die schwarzen Ausbildungen einen kontinuierlichen Reflexzug liefern, ist dieser bei den roten an den Orten je zweier benachbarter $\{11\bar{2}0\}$ -Flächen unterbrochen; im ersteren Falle gehen also sämtliche ineinander über, während bei den roten Kristallen zwischen den genannten Hauptflächen scharfe Kanten vorhanden sind.

An den roten Turmalinen tritt durchweg eine reichere Vicinalbildung auf als bei den schwarzen.

Aus den Mitteln der einzelnen φ -Werte wurden die Indices der Vicinalen berechnet und die dazu gehörigen Winkel nach abnehmender Grösse in die nachstehende Tabelle Nr. 1 eingeordnet. In Fig. 2 sind die Häufigkeitszahlen der Vicinalen auf parallelen Linien abgetragen und die Endpunkte verbunden.

Der Ueberblick der Figur zeigt keine sonderlich herausstechenden Maxima oder Minima, wohl aber ist als Hinweis auf den Feinbau des Turmalins bemerkenswert, dass 72% der Vicinalen die „Rhomboederstrukturbedingung“*) erfüllen. Es war also zu erwarten, dass an der Kristallstruktur rhomboedrische Raumgitter wesentlichen Anteil haben (vgl. Lit. 10, 11).

Tabelle Nr. 1.

Nr.	φ	Index (Bravais)	Zahl der Kristalle		Zahl der Einzelflächen		Gesamt- häufig- keit	Prozen- tuale Häufig- keit
			rot	schwarz	rot	schwarz		
1	30.00	1120	7	5	42	30	72	100
2	28.51	15.14.29.0	4	—	4	—	4	5,6
3*	28.19	31.28.59.0	1	1	2	1	3	4,2
4*	27.41	23.20.43.0	4	2	4	2	6	8,3
5	27.28	7.6.13.0	2	2	2	2	4	5,6
6*	26.44	50.41.91.0	6	—	6	—	6	8,3
7*	26.27	31.25.56.0	1	1	1	1	2	2,8
8	25.56	68.33.121.0	3	—	3	—	3	4,2
9	25.32	21.16.37.0	2	—	2	—	2	2,8
10*	24.52	78.57.135.0	2	1	3	1	4	5,6
11*	24.34	53.38.91.0	1	—	1	—	1	1,4
12	24.15	17.12.29.0	1	—	1	—	1	1,4
13	23.54	16.11.27.0	1	1	2	1	3	4,2
14*	23.37	83.56.139.0	3	1	4	2	6	8,3
15*	22.54	76.49.125.0	3	1	3	1	4	5,6
16*	22.27	8.5.13.0	1	1	1	1	2	2,8
17*	21.54	91.55.146.0	1	—	1	—	1	1,4
18*	20.54	76.43.119.0	4	—	5	—	5	7,0
19*	20.30	20.11.31.0	1	1	1	1	2	2,8
20*	20.07	97.52.149.0	3	—	4	—	4	5,6
21*	19.51	19.10.29.0	2	—	2	—	2	2,8
22*	19.33	25.13.38.0	2	—	2	—	2	2,8
23*	18.58	101.50.151.0	4	1	5	1	6	8,3
24*	18.24	40.19.59.0	4	—	6	—	6	8,3
25*	17.49	11.5.16.0	5	—	6	—	6	8,3
26	17.33	103.27.130.0	2	—	2	—	2	2,8
27*	17.05	58.25.83.0	3	—	3	—	3	4,2
28*	16.26	64.25.89.0	1	1	1	1	2	2,8
29	15.17	8.3.11.0	2	2	2	2	4	5,6
30*	14.25	106.37.143.0	—	1	—	1	1	1,4
31*	13.39	40.16.65.0	3	1	3	1	4	5,6
32*	13.07	74.23.97.0	2	—	2	—	2	2,8
33	12.44	10.3.13.0	—	1	—	1	1	1,4
34*	12.15	122.35.157.0	2	2	2	2	4	5,6
35	11.55	79.22.101.0	3	—	3	—	3	4,2
36	11.30	15.4.19.0	1	1	1	1	2	2,8
37*	11.02	4150	2	—	2	—	2	2,8
38*	10.35	91.22.113.0	2	—	2	—	2	2,8
39*	10.02	101.23.124.0	3	1	3	1	4	5,6

*) E. Schiebold (Lit. 12, S. 53). Ein Anzeichen für Rhomboederstruktur ist danach das häufige Vorkommen von Formen mit $h-i-l=3p$.

Nr.	φ	Index (Bravais)	Zahl der Kristalle		Zahl der Einzelflächen		Gesamt- häufig- keit	Prozer- tuelle Häufig- keit
			rot	schwarz	rot	schwarz		
40	9.13	29,6,35,0	3	—	3	—	3	4,2
41*	8.45	41,8,49,0	3	—	3	—	3	4,2
42*	8.17	11,2,13,0	4	2	5	3	8	11,1
43*	7.54	109,19,128,0	3	—	3	—	3	4,2
44*	7.23	68,11,79,0	1	3	1	3	4	5,6
45*	6.52	67,10,77,0	4	1	5	1	6	8,3
46*	6.28	150,21,171,0	4	1	4	1	5	7,0
47*	6.08	121,16,137,0	5	1	6	1	7	9,7
48*	5.44	65,8,73,0	3	—	5	—	5	7,0
49	5.24	26,3,29,0	3	1	3	1	4	5,6
50	5.21	35,4,39,0	3	1	4	2	6	8,3
51	4.52	29,3,32,0	2	2	3	3	6	8,3
52*	4.32	73,7,80,0	2	—	3	—	3	4,7
53	3.58	12,1,13,0	2	1	2	1	3	4,2
54*	3.37	106,13,119,0	3	1	3	1	4	5,6
55*	3.09	61,4,65,0	3	1	4	1	5	7,0
56	2.21	62,3,65,0	3	3	3	3	6	8,3
57*	1.56	25,1,26,0	2	3	2	4	6	8,3
58	1.33	63,2,65,0	4	—	4	—	4	5,6
59*	1.02	95,2,97,0	2	1	2	1	3	4,2
60*	0.43	137,2,139,0	2	2	2	2	4	5,6
61	0	1010	1	2	2	2	4	5,6

Anm. Die mit * versehenen Flächen erfüllen die Rhomboederstrukturbedingung $h-i-l=3p$.

II. Röntgenographische Untersuchungen am Turmalin.

I. Auswertung der Lauediagramme.

Als Material wurden nur ganz klare rosenrote Turmaline verwendet. Die orientierten Präparate sind mittels des Wülfingschen Schleif-Apparates hergestellt, ihre Dicke betrug c. 0,8 mm. Es wurden folgende Schlitze angefertigt: (0001), (0 $\bar{1}$ 11), (01 $\bar{1}$ 0), (1120), (10 $\bar{1}$ 1), (50 $\bar{5}$ 2) und (10 $\bar{1}$ 0). Die Aufnahmen geschahen mit einer Lilienfeldröhre mit Wolframantikathode.

Diagramm der Endfläche (0001) (Fig. 3a, b).

Das Diagramm zeigt der ditrigonal-pyramidalen Klasse entsprechend drei unter 120° sich einander schneidende, die Winkel der Nebenachsen halbierende Symmetrieebenen. Eine von ihnen verläuft in der Figur von vorn nach hinten.

Die Indices liessen sich aus den Mittelwerten der Polarkoordinaten α und φ (α = Glanzwinkel, φ = Azimut) nach der Formel berechnen:

$$h : i : l = \frac{a}{c} \cos (120 - \varphi) \cdot \operatorname{ctg} \alpha : \frac{a}{c} \cdot \cos \varphi \operatorname{ctg} \alpha : 1 \quad (I)$$

$$a : c = 1 : 0,44805.$$

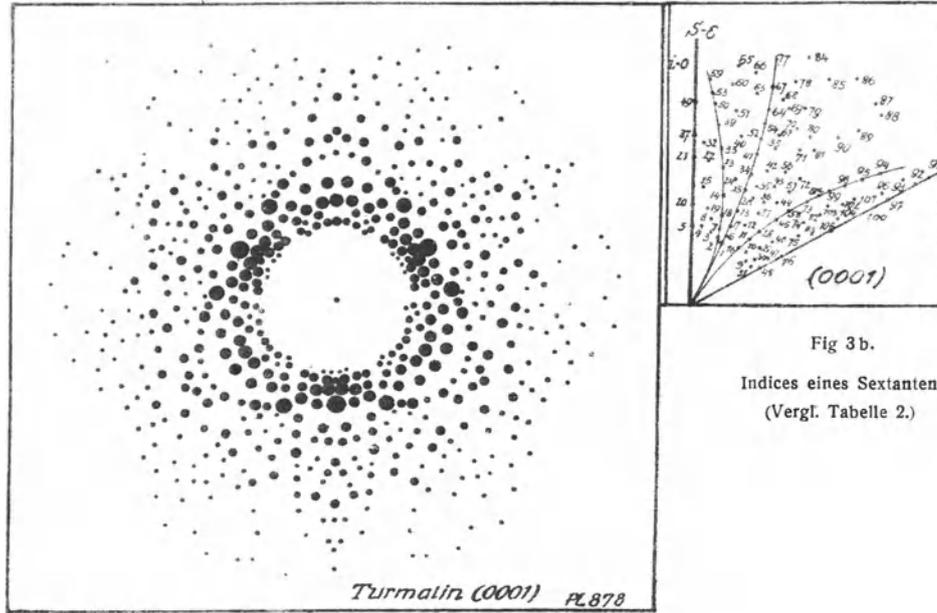


Fig. 3a. Turmalin, Lauediagramm nach (0001).

Fig 3b.
Indices eines Sextanten.
(Vergl. Tabelle 2.)

Zusammenstellung der gedeuteten Flächen. Tabelle Nr. 2.

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
1	10,10,20,1	6,50	60,00	11	26	6,6,12,1	11,17 1/2	60,30	9
2	12,7,19,1	7,00	69,00	11	27	11,14,25,2	10,47 1/2	57,00	3
3	13,4,17,1	7,25	77,00	10	28	9,18,27,2	9,40	49,30	5
4	14,1,15,1	7,27 1/2	85,30	10	29	7,22,29,2	8,45	43,30	5
5	15,0,15,1	7,32 1/2	90,00	9	30	5,26,31,2	7,50	38,30	7
6	10,7,17,1	7,22 1/2	65,30	8	31	3,30,33,2	7,07 1/2	34,30	12
7	11,5,16,1	7,50	71,00	10	32	15,1,16,2	14,15	86,30	9
8	12,3,15,1	8,15	79,00	5	33	14,3,17,2	14,07 1/2	80,00	7
9	4,13,17,1	7,00	41,30	12	34	12,7,19,2	13,12 1/2	67,30	11
10	5,11,16,1	7,42 1/2	46,00	8	35	11,9,20,2	12,12 1/2	62,00	12
11	6,9,15,1	8,25	51,00	6	36	9,13,22,2	11,30	54,00	12
12	7,7,14,1	9,07 1/2	57,45	9	37	7,0,7,1	15,47 1/2	90,00	9
13	8,5,13,1	10,00	66,30	6	39	13,3,16,2	15,42 1/2	82,30	8
14	9,3,12,1	10,35	75,00	6	40	12,5,17,2	15,17 1/2	74,37 1/2	9
15	10,1,11,1	10,50	85,00	5	41	11,7,18,2	14,45	68,15	7
16	7,10,17,1	7,22 1/2	52,30	9	42	10,9,19,2	13,47 1/2	62,30	10
17	9,6,15,1	8,32 1/2	63,30	9	43	9,11,20,2	13,07 1/2	56,00	11
18	10,4,14,1	8,57 1/2	71,30	6	44	8,13,21,2	12,20	51,45	11
19	11,2,13,1	9,32 1/2	80,30	5	45	7,15,22,2	11,30	47,15	8
20	12,0,12,1	9,35	90,00	3	46	4,21,25,2	9,55	40,30	6
21	9,0,9,1	12,57 1/2	90,00	11	47	2,25,27,2	8,52 1/2	34,45	4
22	17,2,19,2	12,50	84,00	11	48	1,27,28,2	7,52 1/2	31,00	10
23	8,2,10,1	12,25	78,00	7	49	13,0,13,2	16,30	90,00	9
24	15,6,21,2	12,12 1/2	72,00	10	50	12,2,14,2	16,30	83,45	12
25	7,4,11,1	11,50	66,45	6	51	11,4,15,2	16,02 1/2	82,30	11

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
52	10.6.16.2	15.22½	68.40	12	81	5.10.15.2	17.10	50.00	9
53	12.1.13.2	17.20	85.30	12	81a	4.13.17.2	18.35	55.00	9
54	5.3.8.1	16.00	68.30	12	84	7.5.12.2	21.30	64.30	12
55	9.8.17.2	15.00	62.30	8	90	5.9.14.2	18.25	49.00	12
56	4.5.9.1	14.00	54.00	10	99	3.13.16.2	15.35	42.15	10
57	7.12.19.1	13.22½	51.30	10	82	2.15.17.2	14.17½	37.00	10
58	3.7.10.1	12.45	46.00	9	83	1.17.18.2	13.00	33.15	9
59	23.2.25.4	18.40	87.30	11	85	3.3.6.1	21.15	58.00	12
60	11.2.13.2	18.27½	81.45	11	98	3.12.15.2	16.15	40.30	10
61	5.2.7.1	17.52½	75.15	12	103	1.7.8.1	14.52½	37.45	10
63	19.10.29.4	17.30	69.30	12	86	5.7.12.2	22.00	54.00	12
64	9.6.15.2	17.00	67.15	12	89	4.9.13.2	19.35	45.00	11
65a	10.2.12.2	19.30	80.15	11	95	3.11.14.2	17.37½	40.30	12
66	19.6.25.4	19.25	77.30	12	101	2.13.15.2	16.05	37.00	9
67	9.4.13.2	18.55	71.00	12	104	1.15.16.2	14.45	32.00	10
68	17.10.27.4	18.30	67.30	12	105	0.17.17.2	13.35	30.00	9
69	4.3.7.1	18.05	64.00	12	87	3.8.11.2	21.35	46.00	12
70	11.11.22.3	17.52½	60.15	12	94	1.5.6.1	18.35	37.45	12
71	7.8.15.2	17.07½	55.30	12	96	1.6.7.1	17.37½	35.15	11
72	3.5.8.1	15.47½	51.15	10	102	1.13.14.2	15.52½	33.30	11
77	9.3.12.1	20.45	72.00	12	88	4.13.17.3	21.25	44.00	12
78	8.5.13.2	19.30	66.30	12	93	1.11.12.1	18.55	32.30	11
79	7.7.14.1	18.27½	60.00	12	97	0.6.6.1	17.35	30.00	12
80	6.9.15.2	17.25	54.45	11	92	0.11.11.2	19.25	30.00	10
73	4.13.17.2	15.47½	50.15	7	91	0.5.5.1	20.25	30.00	11
74	3.15.18.2	14.32½	44.00	10	100	0.7.7.1	16.00	30.00	9
75	2.17.19.2	13.32½	40.00	7					
76	0.10.10.1	12.20	31.30	1					

Diagramm der positiven trigonalen Pyramide (1011).

Das in Fig. 4 a, b wiedergegebene Diagramm zeigt entsprechend der Symmetrieklasse des Turmalins eine von vorn nach hinten verlaufende Symmetrieebene. Um die Prismenzone auf der unteren Hälfte und um die punktreiche Zone der ditrigonalen Pyramiden auf der oberen des Diagramms treten eigenartige „Höfe“ auf. Charakteristisch sind die durch die Reflexe der Flächen (0110), (1120) und (3211) laufenden Zonenscharen. Die Koordinaten wurden parallel und senkrecht zur Symmetrieebene gelegt. Es berechneten sich die Indices aus den Polarkoordinaten nach der Formel:

$$h : i : l = (A_1 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} + B_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi - 1/2) : 1 : (A_2 \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} - B_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi),$$

wobei

$$A_1 = \frac{\sqrt{3} h_0}{2 J_0} = 0,398 \text{ und } J_0 = \sqrt{1 + \frac{3}{4} \frac{a^2}{c^2}} = 2,175;$$

$$B_1 = \frac{3}{4} \frac{a l_0}{c \cdot J_0} = 0,769; A_2 = \frac{\sqrt{3} l_0}{2 J_0} = 0,398 \text{ und } B_2 = \frac{c h_0}{a J_0} = 0,206 \text{ ist; } h_0 = l_0 = 1.$$

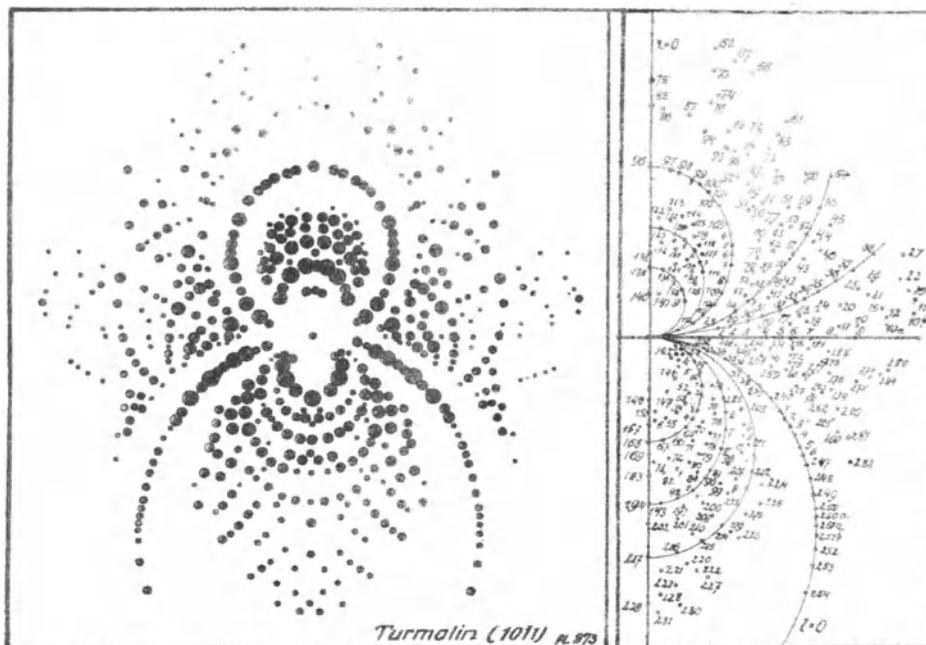


Fig. 4a.
Turmalin, Lauediagramm nach (101).

Fig. 4b.

Tabelle Nr. 3.

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
141	$\bar{1}0.2.8.3$	$4.57\frac{1}{2}$	81.00	8	119	$\bar{1}5.7.8.5$	11.00	67.30	7
140	$\bar{9}.0.9.3$	5.00	00.00	9	118	$\bar{1}6.9.7.5$	10.15	62.30	12
139	$\bar{9}.7.2.2$	5.20	48.00	3	117	$\bar{1}7.11.6.5$	$10.02\frac{1}{2}$	57.30	11
138	$\bar{8}.5.3.2$	6.00	57.00	6	115	$\bar{6}.3.3.2$	$11.27\frac{1}{2}$	66.00	12
137	$\bar{7}.3.4.2$	6.45	68.00	1	114	$\bar{1}6.5.11.6$	12.05	76.15	12
136	$\bar{6}.1.5.2$	7.10	82.45	1	113	$\bar{1}8.3.15.7$	$12.47\frac{1}{2}$	$82.45\frac{1}{2}$	12
135	$\bar{5}.0.5.1$	7.10	90.00	5	112	$\bar{7}.10.3.1$	4.40	18.00	9
134	$\bar{1}6.6.10.5$	8.15	$72.22\frac{1}{2}$	10	111	$\bar{6}.8.2.1$	5.50	22.00	2
133	$\bar{1}3.0.13.5$	8.40	90.00	9	110	$\bar{5}.6.1.1$	$7.22\frac{1}{2}$	28.00	2
132	$\bar{8}.1.7.3$	9.35	85.30	3	109	$\bar{9}.10.1.2$	$8.22\frac{1}{2}$	32.10	8
131	$\bar{3}.1.2.1$	9.20	75.00	4	108	$\bar{4}.4.0.1$	9.45	$37.52\frac{1}{2}$	5
130	$\bar{1}0.5.5.3$	8.50	65.15	3	107	$\bar{1}1.10.1.3$	10.50	43.00	2
129	$\bar{1}1.7.4.3$	8.10	57.30	7	106	$\bar{7}.6.1.2$	11.25	46.00	6
128	$\bar{4}.3.1.1$	7.30	51.00	6	105	$\bar{1}0.8.2.3$	$11.52\frac{1}{2}$	48.15	6
116	$\bar{1}5.11.4.4$	8.40	51.45	7	104	$\bar{1}3.10.3.4$	$12.27\frac{1}{2}$	$52.07\frac{1}{2}$	7
127	$\bar{1}4.9.5.4$	9.15	57.06	8	103	$\bar{3}.2.1.1$	$13.12\frac{1}{2}$	57.00	3
126	$\bar{1}3.7.6.4$	9.50	63.15	5	102	$\bar{1}1.6.5.4$	$14.02\frac{1}{2}$	64.00	6
125	$\bar{1}2.5.7.4$	$10.22\frac{1}{2}$	70.15	6	101	$\bar{2}1.10.11.8$	$14.37\frac{1}{2}$	68.45	7
124	$\bar{1}1.3.8.4$	$10.47\frac{1}{2}$	78.00	6	100	$\bar{5}.2.3.2$	$14.57\frac{1}{2}$	71.45	7
123	$\bar{1}0.1.9.4$	11.00	86.00	6	99	$\bar{1}9.6.13.2$	$15.07\frac{1}{2}$	75.30	6
122	$\bar{1}2.1.11.5$	11.55	86.15	6	98	$\bar{9}.2.7.4$	$15.27\frac{1}{2}$	$80.52\frac{1}{2}$	6
121	$\bar{1}3.3.10.5$	11.40	80.15	5	97	$\bar{1}3.2.11.6$	15.35	83.45	6
120	$\bar{1}4.5.9.5$	11.30	74.00	6	96	$\bar{2}.0.2.1$	15.35	90.00	5

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
94	$\overline{13.4.9.6}$	18.10	76.10	9	42	$\overline{11.16.5.3}$	13.37 $\frac{1}{2}$	21.00	9
93	$\overline{7.3.4.3}$	17.50	70.37 $\frac{1}{2}$	12	41	$\overline{4.6.2.1}$	12.15	19.00	9
92	$\overline{8.5.3.3}$	16.37 $\frac{1}{2}$	61.00	12	40	$\overline{3.4.1.1}$	17.07 $\frac{1}{2}$	27.00	9
91	$\overline{9.7.2.3}$	15.15	53.00	11	38	$\overline{5.8.3.2}$	20.35	20.15	12
90	$\overline{17.13.4.6}$	15.42 $\frac{1}{2}$	52.00	10	37	$\overline{11.18.7.4}$	18.45	18.30	12
89	$\overline{16.11.5.6}$	16.22 $\frac{1}{2}$	56.45	12	36	$\overline{3.5.2.1}$	17.27 $\frac{1}{2}$	17.15	8
88	$\overline{14.7.7.6}$	17.55	67.15	9	35	$\overline{13.22.9.4}$	15.40	15.30	10
87	$\overline{12.3.9.6}$	19.05	80.00	12	34	$\overline{7.12.5.2}$	14.45	14.45	11
86	$\overline{11.1.10.6}$	19.25	87.37 $\frac{1}{2}$	12	33	$\overline{15.26.11.4}$	14.05	14.15	11
85	$\overline{7.0.7.4}$	19.25	90.00	12	32	$\overline{4.7.3.1}$	12.52 $\frac{1}{2}$	12.45	4
84	$\overline{13.6.7.6}$	19.05	70.00	9	31	$\overline{9.16.7.2}$	11.22 $\frac{1}{2}$	11.30	9
83	$\overline{7.4.3.3}$	18.07 $\frac{1}{2}$	63.15	11	30	$\overline{5.9.4.1}$	10.07 $\frac{1}{2}$	10.15	9
82	$\overline{15.10.5.6}$	17.10	56.52 $\frac{1}{2}$	10	29	$\overline{6.11.5.1}$	8.15	8.15	2
81	$\overline{8.6.2.3}$	16.07 $\frac{1}{2}$	51.15	12	28	$\overline{7.13.6.1}$	7.12 $\frac{1}{2}$	8.00	10
80	$\overline{9.8.1.3}$	14.40	43.30	8	27	$\overline{2.4.2.1}$	22.25	18.00	12
79	$\overline{15.16.1.4}$	11.50	32.52 $\frac{1}{2}$	11	26	$\overline{5.9.4.2}$	20.00	14.30	12
78	$\overline{14.15.1.4}$	12.52 $\frac{1}{2}$	35.30	11	25	$\overline{3.5.2.1}$	18.52 $\frac{1}{2}$	12.30	10
77	$\overline{12.13.1.4}$	15.25	44.30	12	23	$\overline{4.8.4.1}$	14.15	8.00	12
76	$\overline{6.2.4.3}$	20.10	76.00	12	24	$\overline{7.14.7.2}$	15.45	9.00	12
75	$\overline{5.0.5.3}$	20.40	90.00	11	20	$\overline{3.6.3.1}$	17.22 $\frac{1}{2}$	9.45	9
74	$\overline{8.3.5.4}$	20.40	74.22 $\frac{1}{2}$	12	21	$\overline{5.10.5.2}$	19.17 $\frac{1}{2}$	11.15	11
73	$\overline{5.4.1.2}$	18.07 $\frac{1}{2}$	52.15	10	22	$\overline{9.18.9.4}$	21.30	12.15	12
68	$\overline{16.5.11.9}$	23.02 $\frac{1}{2}$	77.52 $\frac{1}{2}$	11	19	$\overline{5.10.5.1}$	10.52 $\frac{1}{2}$	5.00	9
67	$\overline{17.7.10.9}$	22.40	73.15	12	17	$\overline{4.9.5.1}$	13.17 $\frac{1}{2}$	5.52 $\frac{1}{2}$	9
66	$\overline{2.1.1.1}$	22.10	68.37 $\frac{1}{2}$	11	18	$\overline{7.17.10.2}$	15.02 $\frac{1}{2}$	6.07 $\frac{1}{2}$	12
65	$\overline{7.5.2.3}$	20.07 $\frac{1}{2}$	56.52 $\frac{1}{2}$	12	14	$\overline{3.8.5.1}$	17.12 $\frac{1}{2}$	6.37 $\frac{1}{2}$	12
64	$\overline{11.10.1.4}$	16.55	43.45	12	15	$\overline{5.15.10.2}$	20.10	8.00	12
63	$\overline{3.3.0.1}$	16.45	40.22 $\frac{1}{2}$	12	16	$\overline{2.7.5.1}$	21.55	8.30	12
62	$\overline{10.11.1.3}$	14.00	35.00	4	11	$\overline{3.7.4.1}$	17.12 $\frac{1}{2}$	4.15	12
57	$\overline{11.13.2.3}$	12.55	30.30	9	12	$\overline{7.17.10.3}$	21.35	5.52 $\frac{1}{2}$	12
56	$\overline{4.5.1.1}$	11.22 $\frac{1}{2}$	27.30	7	13	$\overline{13.32.19.6}$	21.57 $\frac{1}{2}$	6.30	12
55	$\overline{9.12.3.2}$	10.15	25.00	10	10	$\overline{5.11.6.2}$	18.25	3.00	12
61	$\overline{8.7.1.4}$	21.07 $\frac{1}{2}$	57.15	12	10a	$\overline{6.13.7.2}$	19.55	3.30	12
60	$\overline{10.9.1.4}$	18.47 $\frac{1}{2}$	45.45	12	10b	$\overline{7.15.8.2}$	21.25	4.00	12
59	$\overline{11.11.0.4}$	17.22 $\frac{1}{2}$	41.15	9	9	$\overline{4.11.7.1}$	17.40	0.00	12
58	$\overline{12.13.1.4}$	16.10	37.15	8	8	$\overline{3.8.5.1}$	16.47 $\frac{1}{2}$	0.00	9
54	$\overline{5.5.0.2}$	20.12 $\frac{1}{2}$	42.45	9	7	$\overline{7.18.11.2}$	14.57 $\frac{1}{2}$	0.00	12
53	$\overline{11.12.1.4}$	18.17 $\frac{1}{2}$	37.30	9	6	$\overline{4.10.6.1}$	13.30	0.00	8
52	$\overline{6.7.1.2}$	16.42 $\frac{1}{2}$	33.30	10	5	$\overline{9.22.13.2}$	12.20	0.00	12
51	$\overline{13.16.3.4}$	15.07 $\frac{1}{2}$	30.17 $\frac{1}{2}$	12	4	$\overline{5.12.7.1}$	11.22 $\frac{1}{2}$	0.00	6
50	$\overline{7.9.2.2}$	13.47 $\frac{1}{2}$	27.15	9	3	$\overline{6.14.8.1}$	9.45	0.00	8
49	$\overline{15.20.5.4}$	12.42 $\frac{1}{2}$	25.30	9	2	$\overline{7.16.9.1}$	8.30	0.00	8
48	$\overline{8.11.3.2}$	11.52 $\frac{1}{2}$	23.00	5	1	$\overline{8.18.10.1}$	7.35	0.00	12
47	$\overline{9.13.4.2}$	10.22 $\frac{1}{2}$	19.30	6	142	$\overline{2.5.7.1}$	3.00	48.00	10
46	$\overline{10.15.5.2}$	9.07 $\frac{1}{2}$	17.45	9	143	$\overline{0.11.11.1}$	3.30	34.00	11
45	$\overline{11.14.3.4}$	18.17 $\frac{1}{2}$	32.30	9	144	$\overline{1.9.10.1}$	3.55	37.00	8
44	$\overline{12.15.3.4}$	16.57 $\frac{1}{2}$	29.52 $\frac{1}{2}$	12	145	$\overline{2.7.9.1}$	4.22 $\frac{1}{2}$	45.00	3
43	$\overline{13.16.3.4}$	15.45	27.15	9	146	$\overline{3.5.8.1}$	5.05	55.00	1

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
147	4.3.7.1	5.45	70.15	4	198	7.8.15.1	14.10	58.00	11
148	5.0.5.1	6.00	90.00	1	199	15.11.26.2	15.17 ¹ / ₂	64.15	12
150	16.1.17.3	8.00	87.00	11	200	9.4.13.1	16.12 ¹ / ₂	72.00	10
151	0.23.23.2	4.25	32.00	11	201	10.2.12.1	16.50	80.15	11
152	7.9.16.2	7.05	56.00	11	202	11.0.11.1	17.00	90.00	8
153	8.7.15.2	7.37 ¹ / ₂	62.45	9	203	4.17.21.1	11.40	38.45	8
154	9.5.14.2	8.02 ¹ / ₂	69.15	8	204	5.15.20.1	12.35	42.30	9
155	10.3.13.2	8.22 ¹ / ₂	77.00	9	205	6.13.19.1	13.25	46.30	7
156	11.1.12.2	8.35	85.30	7	206	7.11.18.1	14.17 ¹ / ₂	51.15	8
157	6.0.6.1	9.15	90.00	11	207	8.9.17.1	15.17 ¹ / ₂	56.45	8
158	0.13.13.1	5.20	31.00	12	208	9.7.16.1	16.22 ¹ / ₂	63.15	9
159	1.11.12.1	6.05	33.45	7	209	10.5.15.1	17.10	70.15	9
160	2.9.11.1	6.55	39.30	7	210	11.3.14.1	17.55	77.22 ¹ / ₂	11
161	3.7.10.1	7.45	47.00	5	211	7.14.21.1	14.15	47.45	8
162	7.12.19.2	8.30	52.00	12	212	8.12.20.1	15.52 ¹ / ₂	52.07 ¹ / ₂	8
163	4.5.9.1	9.00	55.30	6	213	10.8.18.1	17.05	62.15	9
164	9.8.17.2	9.20	61.00	9	214	11.6.17.1	17.52 ¹ / ₂	68.25	9
165	5.3.8.1	9.47 ¹ / ₂	67.45	6	215	12.4.16.1	18.32 ¹ / ₂	75.15	11
166	11.4.15.2	10.05	74.45	6	216	13.2.15.1	19.00	82.15	11
167	6.1.7.1	10.30	82.00	6	217	14.0.14.1	19.05	90.00	10
168	13.0.13.2	10.30	90.00	6	218	11.9.20.1	17.35	61.30	12
169	7.0.7.1	11.35	90.00	10	219	12.7.19.1	18.32 ¹ / ₂	67.37 ¹ / ₂	10
170	9.11.20.2	10.07 ¹ / ₂	56.30	12	220	14.3.17.1	19.40	80.00	11
171	11.7.18.2	11.05	66.30	12	221	15.1.16.1	19.50	85.45	11
172	13.3.16.2	11.55	79.45	6	222	17.5.22.1	20.10	77.45	10
173	14.1.15.2	12.05	86.45	7	223	16.2.18.1	20.30	83.30	11
174	2.12.14.1	8.17 ¹ / ₂	36.30	5	224	10.14.24.1	17.05	53.07 ¹ / ₂	12
175	3.10.13.1	9.10	42.30	4	225	11.12.23.1	17.50	56.45	9
176	4.8.12.1	10.07 ¹ / ₂	48.30	4	226	13.8.21.1	19.02 ¹ / ₂	66.15	9
177	5.6.11.1	11.20	57.00	3	227	15.4.19.1	20.37 ¹ / ₂	75.52 ¹ / ₂	11
178	11.10.21.2	11.55	61.15	8	228	16.2.18.1	21.05	86.07 ¹ / ₂	11
179	6.4.10.1	12.22 ¹ / ₂	66.00	7	229	17.0.17.1	21.30	90.00	11
180	13.6.19.2	12.50	71.45	8	230	11.2.13.3	21.37 ¹ / ₂	82.30	11
181	7.2.9.1	13.05	77.52 ¹ / ₂	7	231	21.1.22.1	21.55	87.30	10
182	15.2.17.2	13.25	84.00	11	232	2.5.3.0	4.47 ¹ / ₂	7.30	7
183	8.0.8.1	13.30	90.00	11	233	1.3.2.0	6.00	10.30	10
184	14.7.21.2	13.37 ¹ / ₂	70.00	12	234	1.4.3.0	7.00	13.30	2
185	3.13.16.1	10.35	39.00	8	235	1.5.4.0	8.22 ¹ / ₂	16.00	2
186	4.11.15.1	10.52 ¹ / ₂	43.30	5	236	1.6.5.0	9.22 ¹ / ₂	18.30	6
187	5.9.14.1	11.55	49.30	5	237	1.7.6.0	10.07 ¹ / ₂	20.15	7
188	6.7.13.1	13.02 ¹ / ₂	56.30	10	238	1.10.9.0	10.52 ¹ / ₂	22.15	1
189	7.5.12.1	14.00	64.15	9	239	1.14.13.0	11.40	23.45	6
190	15.8.23.2	14.30	69.30	10	240	0.1.1.0	12.50	26.45	2
191	8.3.11.1	14.55	74.00	9	241	1.16.17.0	13.57 ¹ / ₂	30.00	7
192	17.4.21.2	15.17 ¹ / ₂	79.00	10	242	1.12.13.0	14.40	31.07 ¹ / ₂	5
193	9.1.10.1	15.27 ¹ / ₂	84.15	9	243	1.6.7.0	15.50	33.52 ¹ / ₂	11
194	9.0.9.1	15.35	90.00	11	244	1.5.6.0	16.22 ¹ / ₂	35.30	11
197	17.10.27.2	16.00	77.30	11	245	1.4.5.0	17.05	37.15	9
					246	2.7.9.0	17.35	38.45	11

Nr	Index (Bravais)	α		Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α		Schw.
		Grad.	Min.				Grad.	Min.	
247	1.3.4.0	18,07 $\frac{1}{2}$	40,15	10	264	3.19.16.1	15,00	15,22 $\frac{1}{2}$	9
248	5.12.17.0	18,50	42,15	10	263	2.17.15.1	16,32 $\frac{1}{2}$	18,00	10
249	4.9.13.0	19,27 $\frac{1}{2}$	44,07 $\frac{1}{2}$	10	267	6.21.15.1	11,35	9,15	10
250	1.2.3.0	20,15	46,30	10	266	5.19.14.1	13,00	10,15	11
250a	3.5.8.0	20,55	48,15	10	278	4.17.13.1	13,55	11,00	11
251a	2.3.5.0	21,15	49,30	12	277	3.15.12.1	15,30	12,30	7
251b	3.4.7.0	21,35	51,45	11	274	2.9.7.1	19,25	9,45	12
252	5.6.11.0	22,15	54,00	11	273	3.11.8.1	16,02 $\frac{1}{2}$	8,07 $\frac{1}{2}$	10
253	1.1.2.0	23,10	56,45	10	272	4.13.9.1	13,40	6,30	9
254	5.4.1.0	23,55	61,30	9	271	5.15.10.1	11,55	5,45	5
260	1.22.21.1	18,25	27,15	9	270	6.17.11.1	10,32 $\frac{1}{2}$	5,22 $\frac{1}{2}$	6
283	3.21.18.1	20,20	31,15	12	269	7.19.12.1	9,27 $\frac{1}{2}$	4,00	12
281	1.31.32.1	19,15	26,52 $\frac{1}{2}$	12	268	8.21.13.1	8,37 $\frac{1}{2}$	4,00	12
261	0.29.29.1	18,17 $\frac{1}{2}$	24,30	9	284	2.8.6.1	20,25	7,30	12
262	1.27.26.1	17,37 $\frac{1}{2}$	21,30	10	288	4.15.11.2	20,45	6,00	12
256	2.25.23.1	15,37 $\frac{1}{2}$	20,07 $\frac{1}{2}$	12	287	3.10.7.1	16,27 $\frac{1}{2}$	4,30	9
257	3.23.20.1	14,35	19,00	12	285	7.20.13.2	14,52 $\frac{1}{2}$	3,45	12
259	5.23.18.1	12,22 $\frac{1}{2}$	12,45	12	286	4.12.8.1	13,37 $\frac{1}{2}$	3,30	12
265	4.21.17.1	13,32 $\frac{1}{2}$	13,52 $\frac{1}{2}$	12					

Diagramm der positiven trigonalen Pyramide (5052).

Die Symmetrie dieses Diagramms (Fig 5a, b) entspricht der des vorhergehenden. Auch hier treten wieder die „Höfe“ auf. Besonders charakteristisch

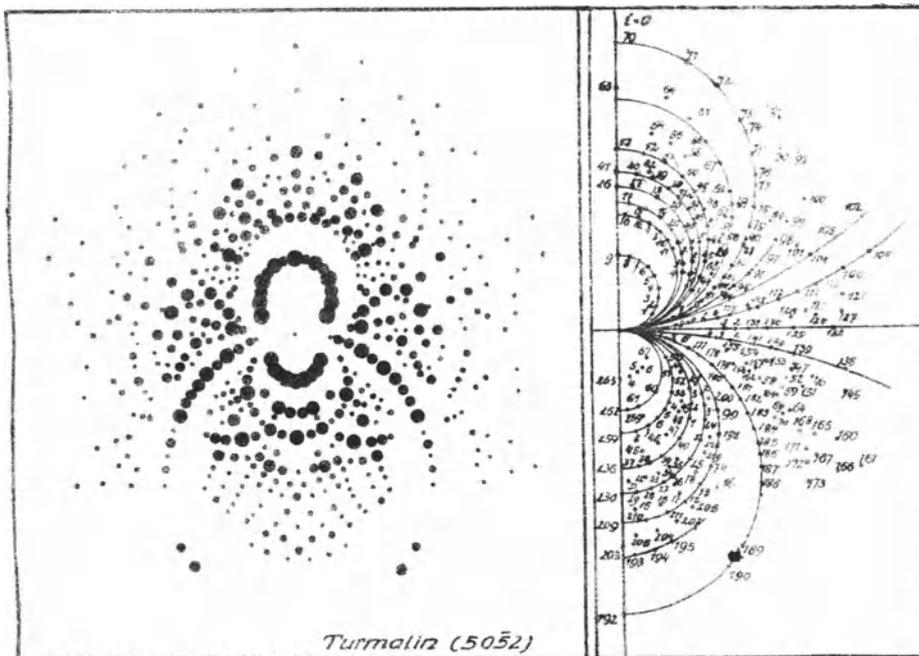


Fig. 5a.

Turmalin, Lauediagramm nach (5052).

Fig. 5b.

sind die Zonenkurven durch die Reflexe von $(14\bar{5}0)$, $(\bar{1}101)$, $(\bar{2}\bar{3}\bar{1}1)$. Zur Berechnung der Indices wurde die Formel (II) benutzt. Es ändern sich die Werte der Konstanten zu $A_1=1,37$; $B_1=1,06$; $A_2=0,548$; $B_2=0,709$ um.

Tabelle Nr. 4.

Nr.	Index (Bravais)	α		Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α		Schw.
		Grad.Min.	Grad.Min.				Grad.Min.	Grad.Min.	
1	$3.\bar{1}4.\bar{1}1.2$	3.25	25.00	12	45	$1.9.\bar{1}0.2$	10.55	39.00	11
2	$1.6.\bar{7}.\bar{1}$	3.50	32.00	1	46	$2.7.9.2$	$12.27\frac{1}{2}$	46.30	7
3	$0.4.4.\bar{1}$	5.00	41.00	2	47	$5.12.\bar{1}7.4$	13.15	51.00	10
4	$1.6.\bar{7}.\bar{2}$	$5.47\frac{1}{2}$	47.00	5	48	$3.5.\bar{8}.\bar{2}$	14.10	56.00	5
5	$1.2.\bar{3}.\bar{1}$	$6.47\frac{1}{2}$	59.00	1	49	$7.8.\bar{1}5.4$	$14.57\frac{1}{2}$	61.30	10
6	$4.4.\bar{8}.\bar{3}$	$7.12\frac{1}{2}$	66.30	6	50	$4.3.7.2$	$15.47\frac{1}{2}$	68.00	5
7	$3.2.5.\bar{2}$	$7.37\frac{1}{2}$	73.30	3	51	$9.4.\bar{1}3.4$	$16.22\frac{1}{2}$	75.00	10
8	$7.2.9.4$	7.50	81.30	7	52	$5.1.\bar{6}.\bar{2}$	16.45	82.00	9
9	$2.0.2.\bar{1}$	8.00	90.00	1	53	$11.0.\bar{1}1.4$	17.00	90.00	5
11	$6.11.\bar{1}7.5$	10.05	58.30	11	54	$8.2.\bar{1}0.3$	18.05	80.45	11
12	$7.9.\bar{1}6.5$	$10.37\frac{1}{2}$	62.30	11	55	$7.3.\bar{1}0.3$	17.45	75.00	12
13	$8.7.\bar{1}5.5$	11.05	67.30	9	56	$6.4.\bar{1}0.3$	17.15	70.00	11
14	$9.5.\bar{1}4.5$	$11.27\frac{1}{2}$	73.30	8	57	$1.4.5.\bar{1}$	$13.37\frac{1}{2}$	44.30	9
15	$10.3.\bar{1}3.5$	$11.42\frac{1}{2}$	79.45	6	58	$2.14.\bar{1}6.3$	$12.37\frac{1}{2}$	40.30	12
16	$11.1.\bar{1}2.5$	$11.57\frac{1}{2}$	86.30	7	59	$1.16.\bar{1}7.3$	11.45	36.00	12
17	$9.1.\bar{1}0.4$	12.45	86.00	9	60	$0.6.\bar{6}.\bar{1}$	10.45	33.00	12
18	$8.3.\bar{1}1.4$	12.30	77.15	7	63	$3.0.3.\bar{1}$	20.55	90.00	12
19	$7.5.\bar{1}2.4$	$12.02\frac{1}{2}$	69.30	8	64	$11.3.\bar{1}4.4$	$20.32\frac{1}{2}$	78.15	12
20	$6.7.\bar{1}3.4$	$11.27\frac{1}{2}$	63.00	6	65	$10.5.\bar{1}5.4$	19.20	72.30	12
21	$5.9.\bar{1}4.4$	10.50	56.30	12	66	$9.7.\bar{1}6.4$	$18.42\frac{1}{2}$	66.00	12
22	$4.11.\bar{1}5.4$	10.05	51.00	7	67	$8.9.\bar{1}7.4$	17.50	60.30	12
23	$3.13.\bar{1}6.4$	9.20	47.00	12	68	$7.11.\bar{1}8.4$	$17.07\frac{1}{2}$	55.00	12
24	$2.15.\bar{1}7.4$	9.05	42.00	12	69	$6.13.\bar{1}9.4$	$15.57\frac{1}{2}$	48.30	12
26	$5.0.5.\bar{2}$	14.10	90.00	9	62	$5.15.20.4$	15.15	46.00	9
27	$7.1.\bar{8}.\bar{3}$	14.05	84.45	9	70	$7.0.7.\bar{2}$	23.00	90.00	12
28	$2.1.3.\bar{1}$	13.45	74.30	9	71	$3.1.4.\bar{1}$	$22.37\frac{1}{2}$	$76.37\frac{1}{2}$	12
29	$5.5.\bar{1}0.3$	$12.57\frac{1}{2}$	64.30	5	72	$8.5.\bar{1}3.3$	21.30	67.15	12
30	$4.7.\bar{1}1.3$	12.10	56.00	8	73	$7.7.\bar{1}4.3$	20.30	61.15	12
31	$1.3.4.\bar{1}$	11.00	49.30	4	74	$9.10.\bar{1}9.3$	20.00	58.30	12
32	$2.11.\bar{1}3.3$	10.10	43.00	11	75	$2.3.5.\bar{1}$	19.15	54.00	11
33	$1.13.\bar{1}4.3$	9.15	38.30	12	76	$5.11.\bar{1}6.3$	17.55	49.00	12
34	$0.15.\bar{1}5.3$	9.00	30.00	10	77	$3.8.\bar{1}1.2$	$17.17\frac{1}{2}$	$46.37\frac{1}{2}$	12
35	$5.16.21.5$	11.45	48.30	11	78	$4.13.\bar{1}7.3$	16.45	44.30	12
36	$7.12.\bar{1}9.5$	12.50	55.30	12	79	$1.5.6.\bar{1}$	$15.22\frac{1}{2}$	40.15	11
37	$8.10.\bar{1}8.5$	13.25	60.00	12	80	$3.22.25.4$	14.20	36.30	10
37a	$9.8.\bar{1}7.5$	13.55	66.00	9	81	$1.12.\bar{1}3.2$	$13.47\frac{1}{2}$	35.30	10
38	$10.6.\bar{1}6.5$	$14.37\frac{1}{2}$	71.30	8	82	$0.7.7.\bar{1}$	12.30	31.15	10
39	$11.4.\bar{1}5.5$	$14.57\frac{1}{2}$	76.15	12	83	$\bar{1}.16.\bar{1}5.2$	11.25	28.00	10
40	$12.2.\bar{1}4.5$	15.05	83.30	12	84	$\bar{1}.9.8.\bar{1}$	10.20	25.00	5
41	$13.0.\bar{1}3.5$	15.25	90.00	8	85	$\bar{2}.11.9.\bar{1}$	8.50	21.30	6
42	$7.2.9.3$	15.30	79.00	12	86	$3.13.\bar{1}0.\bar{1}$	$7.37\frac{1}{2}$	18.00	5
43	$1.15.\bar{1}6.2$	8.15	30.00	9	87	$4.15.\bar{1}1.\bar{1}$	$6.37\frac{1}{2}$	15.30	10
44	$0.11.\bar{1}1.2$	9.20	33.30	12	89	$2.13.\bar{1}5.2$	16.45	37.30	12

Nr.	Index (Bravais)	α Grad, Min.	φ Grad, Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad Min.	φ Grad Min.	Schw.
90	2.4.6.1	20.20	48.52 $\frac{1}{2}$	12	152	5.11.6.2	15.47 $\frac{1}{2}$	16.22 $\frac{1}{2}$	11
91	7.8.15.3	22.10	58.30	12	153	6.13.7.2	13.37 $\frac{1}{2}$	14.00	11
92	2.6.8.1	21.12 $\frac{1}{2}$	44.45	12	154	7.15.8.2	11.55	12.30	9
94	3.16.13.1	10.37 $\frac{1}{2}$	18.00	9	155	4.8.4.1	10.32 $\frac{1}{2}$	11.00	11
95	2.14.12.1	12.07 $\frac{1}{2}$	20.30	5	161	4.8.4.3	22.10	31.00	12
96	1.12.11.1	13.37 $\frac{1}{2}$	23.30	7	160	5.10.5.3	20.15	28.00	12
97	0.10.10.1	15.47 $\frac{1}{2}$	28.07 $\frac{1}{2}$	8	159	7.14.7.3	15.37 $\frac{1}{2}$	21.00	12
98	1.18.19.2	17.05	30.45	12	158	8.16.8.3	13.55	18.30	8
99	1.8.9.1	18.15	33.15	12	157	3.6.3.1	12.35	17.00	8
100	3.14.17.2	20.00	35.00	12	156	10.20.10.3	11.25	15.30	11
101	0.12.12.7	17.32 $\frac{1}{2}$	26.30	12	166	6.11.5.4	21.27 $\frac{1}{2}$	34.15	12
102	1.22.23.1	21.25	25.00	12	165	7.13.6.4	18.42 $\frac{1}{2}$	29.45	12
103	0.20.20.1	19.30	24.15	12	164	8.15.7.4	17.00	26.52 $\frac{1}{2}$	12
104	1.18.19.1	17.50	22.30	12	163	9.17.8.4	15.27 $\frac{1}{2}$	23.45	12
108	0.2.2.0	22.45	20.00	12	162	11.21.10.4	12.55	20.15	10
109	1.18.19.0	21.37 $\frac{1}{2}$	18.00	12	171	8.14.6.5	19.00	35.00	12
110	1.10.11.0	19.00	16.30	12	168	9.16.7.5	77.50	31.00	10
111	1.8.9.0	17.35	14.30	9	169	10.18.8.5	16.27 $\frac{1}{2}$	28.15	12
112	1.6.7.0	16.30	13.45	9	170	7.12.5.4	16.37 $\frac{1}{2}$	30.30	11
113	1.5.6.0	15.02 $\frac{1}{2}$	12.15	12	172	11.18.7.8	19.52 $\frac{1}{2}$	39.00	12
114	2.9.11.0	13.30	10.30	4	173	5.8.3.4	20.55	41.45	12
115	1.4.5.0	12.42 $\frac{1}{2}$	9.45	10	174	6.11.5.1	5.00	12.00	12
116	3.11.14.0	10.55	8.30	8	175	5.9.4.1	5.55	14.30	6
117	3.10.13.0	9.42 $\frac{1}{2}$	7.30	8	176	4.7.3.1	7.15	17.00	7
118	1.3.4.0	8.37 $\frac{1}{2}$	6.00	3	177	7.12.5.2	8.22 $\frac{1}{2}$	19.30	2
119	3.8.11.0	7.05	4.00	9	178	3.5.2.1	9.45	23.30	7
121	2.10.12.1	19.40	7.00	12	179	8.13.5.3	11.30	28.00	3
124	4.16.20.1	18.20	6.15	12	180	5.8.3.2	12.02 $\frac{1}{2}$	29.00	5
127	3.14.17.1	20.35	3.00	12	181	7.11.4.3	12.52 $\frac{1}{2}$	30.30	7
125	4.15.19.1	17.32 $\frac{1}{2}$	3.30	11	182	13.20.7.6	13.42 $\frac{1}{2}$	33.30	7
126	5.16.21.1	15.35	3.30	12	183	2.3.1.1	14.50	37.30	4
128	3.11.8.1	18.27 $\frac{1}{2}$	0.00	11	184	9.13.4.5	15.52 $\frac{1}{2}$	40.00	12
129	4.13.9.1	15.45	0.00	12	185	17.24.7.10	16.37 $\frac{1}{2}$	42.15	8
130	5.15.10.1	13.42 $\frac{1}{2}$	0.00	7	186	8.11.3.5	17.25	45.00	12
131	6.17.11.1	12.15	0.00	7	187	3.4.1.2	18.00	47.45	10
132	7.19.12.1	11.15	0.00	11	188	11.14.3.8	18.40	49.45	12
133	8.21.13.1	10.15	0.00	11	189	9.10.1.8	20.55	60.00	10
138	2.6.4.1	19.00	9.00	12	190	1.1.0.1	21.47 $\frac{1}{2}$	65.00	7
139	3.8.5.1	16.12 $\frac{1}{2}$	7.30	10	192	7.0.7.2	23.55	90.00	12
140	7.18.11.2	14.20	7.15	12	193	7.1.6.10	19.37 $\frac{1}{2}$	87.15	12
141	4.10.6.1	12.27 $\frac{1}{2}$	6.00	9	194	8.3.5.10	19.30	82.00	11
142	5.12.7.1	10.50	5.30	6	195	9.5.4.10	19.12 $\frac{1}{2}$	77.15	12
143	6.14.8.1	9.20	5.00	10	196	13.13.0.10	17.05	59.07 $\frac{1}{2}$	12
144	7.16.9.1	8.17 $\frac{1}{2}$	4.30	10	203	3.0.3.1	19.15	90.00	9
145	6.17.11.3	19.45	14.45	12	205	6.1.5.8	18.35	87.00	10
146	7.18.11.3	18.35	13.15	11	204	7.3.4.8	18.27 $\frac{1}{2}$	80.30	8
147	8.19.11.3	15.57 $\frac{1}{2}$	11.22 $\frac{1}{2}$	11	207	17.12.5.16	17.52 $\frac{1}{2}$	71.37 $\frac{1}{2}$	10
151	9.20.11.4	17.15	17.45	11	206	9.7.2.8	17.30	67.30	12

Nr.	Index (Bravais)	α		Schw.	Nr.	Index (Bravais)	φ		Schw.
		Grad	Min.				Grad	Min.	
209	$\bar{5}.0.5.7$	18.00	90.00	12	238	$\bar{9}.4.5.8$	13.52 ¹ / ₂	78.30	5
210	$\bar{6}.2.4.7$	17.50	83.00	12	239	$\bar{5}.3.2.4$	13.17 ¹ / ₂	72.45	8
211	$\bar{7}.4.3.7$	17.27 ¹ / ₂	75.37 ¹ / ₂	12	240	$\bar{6}.5.1.4$	12.20	62.45	3
212	$\bar{8}.6.2.7$	16.55	69.00	12	241	$\bar{7}.7.0.4$	11.15	53.45	5
213	$\bar{9}.8.1.7$	16.10	63.00	11	242	$\bar{8}.9.1.4$	10.40	47.30	8
214	$\bar{10}.10.0.7$	15.17 ¹ / ₂	57.30	11	243	$\bar{9}.11.2.4$	9.12 ¹ / ₂	40.30	11
198	$\bar{12}.14.2.7$	13.42 ¹ / ₂	47.30	11	244	$\bar{10}.13.3.4$	7.32 ¹ / ₂	33.00	11
199	$\bar{14}.18.4.7$	12.05	41.00	11	245	$\bar{8}.3.5.7$	12.20	80.15	10
215	$\bar{5}.1.4.6$	16.57 ¹ / ₂	85.30	11	246	$\bar{9}.5.4.7$	12.02 ¹ / ₂	74.00	12
216	$\bar{2}.1.1.2$	16.40	77.30	12	247	$\bar{10}.7.3.7$	11.37 ¹ / ₂	67.45	8
217	$\bar{7}.5.2.6$	16.00	69.15	12	248	$\bar{13}.13.0.7$	10.07 ¹ / ₂	53.30	12
218	$\bar{8}.7.1.6$	15.10	63.00	12	249	$\bar{15}.17.2.7$	9.10	48.00	10
219	$\bar{3}.3.0.2$	14.17 ¹ / ₂	56.30	6	250	$\bar{17}.22.5.6$	5.45	33.00	10
220	$\bar{10}.11.1.6$	13.30	51.00	7	251	$\bar{15}.18.3.6$	6.32 ¹ / ₂	38.00	10
200	$\bar{13}.17.4.6$	10.52 ¹ / ₂	38.30	12	252	$\bar{14}.16.2.6$	7.22 ¹ / ₂	43.00	7
221	$\bar{12}.16.4.5$	9.25	36.00	11	253	$\bar{2}.2.0.1$	8.30	51.30	2
222	$\bar{11}.14.3.5$	10.07 ¹ / ₂	40.30	11	254	$\bar{11}.10.1.6$	9.05	55.45	11
223	$\bar{10}.12.2.5$	11.15	44.30	12	255	$\bar{5}.4.1.3$	9.32 ¹ / ₂	61.30	8
224	$\bar{9}.10.1.5$	12.05	49.00	7	256	$\bar{3}.2.1.2$	10.02 ¹ / ₂	68.30	11
225	$\bar{8}.8.0.5$	13.00	55.30	9	257	$\bar{4}.2.2.3$	10.30	75.00	5
226	$\bar{7}.6.1.5$	14.15	60.00	12	258	$\bar{7}.2.5.3$	10.45	82.00	8
227	$\bar{11}.6.5.10$	15.10	75.45	11	259	$\bar{1}.0.1.1$	10.55	90.00	3
228	$\bar{5}.2.3.5$	15.30	80.15	12	260	$\bar{9}.7.2.5$	7.32 ¹ / ₂	61.30	8
229	$\bar{9}.2.7.10$	15.40	85.00	12	261	$\bar{7}.3.4.5$	8.20	76.45	4
230	$\bar{4}.0.4.5$	15.45	90.00	9	262	$\bar{6}.1.5.5$	8.30	85.30	6
231	$\bar{8}.1.7.9$	14.57 ¹ / ₂	87.30	10	263	$\bar{5}.0.5.4$	5.00	90.00	2
232	$\bar{3}.1.2.3$	14.47 ¹ / ₂	81.30	10	264	$\bar{6}.2.4.4$	5.00	78.00	1
233	$\bar{10}.5.5.9$	14.22 ¹ / ₂	77.00	10	265	$\bar{7}.4.3.4$	4.52 ¹ / ₂	69.30	4
234	$\bar{11}.7.4.9$	14.05	71.45	9	266	$\bar{9}.8.1.4$	4.37 ¹ / ₂	60.00	3
235	$\bar{13}.11.2.9$	13.45	64.45	9	267	$\bar{10}.10.0.4$	4.00	46.00	2
236	$\bar{7}.0.7.8$	13.50	90.00	12					
237	$\bar{4}.1.3.4$	13.50	85.00	8					

Diagramm der negativen trigonalen Pyramide (01 $\bar{1}$ 1).

Das in Fig. 6 a, b wiedergegebene Diagramm weist dieselbe Symmetrie auf wie die positiven trigonalen Pyramiden. Auch hier zeigen sich wieder die „Höfe“. Die Reflexe von ($\bar{1}2\bar{1}0$), ($\bar{1}100$) und ($\bar{1}2\bar{3}1$) zeichnen sich als Knotenpunkte von Zonenkurven aus. Die Indices wurden nach der Formel berechnet:

$$h : i : l = \bar{1} : (A_1 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} + B_1 \operatorname{tg} \varphi + 1/2) : (A_2 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \varphi} - B_2 \operatorname{tg} \varphi).$$

Die Konstanten der Formel berechnen sich wie auf S. 9 zu $A_1 = 0,398$, $B_1 = 0,769$, $A_2 = 0,398$, $B_2 = 0,206$.

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
46	$\overline{7.7.14.6}$	18.35	67.22 $\frac{1}{2}$	10	93	$\overline{18.13.5.2}$	17.42 $\frac{1}{2}$	6.30	12
47	$\overline{11.5.16.6}$	16.52 $\frac{1}{2}$	56.45	9	94	$\overline{10.7.3.1}$	15.55	6.30	12
48	$\overline{5.1.6.2}$	15.05	48.00	10	95	$\overline{12.8.4.1}$	13.20	5.00	12
49	$\overline{12.1.13.4}$	13.52 $\frac{1}{2}$	43.00	12	96	$\overline{14.9.5.1}$	11.40	4.15	9
50	$\overline{7.0.7.2}$	12.47 $\frac{1}{2}$	38.30	10	97	$\overline{16.10.6.1}$	10.07 $\frac{1}{2}$	4.00	12
51	$\overline{16.1.15.4}$	11.47 $\frac{1}{2}$	35.00	10	99	$\overline{20.15.5.2}$	17.00	9.22 $\frac{1}{2}$	12
52	$\overline{9.1.8.2}$	10.47 $\frac{1}{2}$	32.00	9	100	$\overline{10.8.2.1}$	17.50	13.30	12
53	$\overline{11.2.9.2}$	9.20	27.00	12	102	$\overline{13.10.3.1}$	15.15	11.00	10
54	$\overline{13.3.10.2}$	8.15	22.30	12	103	$\overline{16.12.4.1}$	13.25	9.45	9
55	$\overline{0.2.2.1}$	3.45	21.00	12	108	$\overline{19.14.5.1}$	11.45	9.00	12
57	$\overline{10.3.13.5}$	18.07 $\frac{1}{2}$	52.30	11	98	$\overline{22.16.6.1}$	10.37 $\frac{1}{2}$	8.00	12
58	$\overline{14.1.15.5}$	15.45	43.30	12	101	$\overline{14.12.2.1}$	16.45	16.30	11
59	$\overline{16.0.16.5}$	14.42 $\frac{1}{2}$	39.30	10	109	$\overline{1.2.1.0}$	22.15	57.15	11
60	$\overline{17.4.13.3}$	10.20	24.30	12	110	$\overline{4.7.3.0}$	21.10	52.45	12
61	$\overline{13.2.11.3}$	12.45	30.30	9	111	$\overline{5.7.2.0}$	18.15	43.00	12
62	$\overline{9.0.9.3}$	16.07 $\frac{1}{2}$	40.00	12	112	$\overline{4.5.1.0}$	16.35	38.15	11
63	$\overline{16.1.15.6}$	17.07 $\frac{1}{2}$	44.00	12	113	$\overline{5.6.1.0}$	15.52 $\frac{1}{2}$	3.17 $\frac{1}{2}$	11
64	$\overline{14.0.14.5}$	17.37 $\frac{1}{2}$	41.15	10	114	$\overline{9.10.1.0}$	14.15	32.15	10
65	$\overline{8.1.7.2}$	14.02 $\frac{1}{2}$	32.30	12	115	$\overline{14.15.1.0}$	13.35	30.45	10
66	$\overline{8.0.8.3}$	19.32 $\frac{1}{2}$	42.15	12	116	$\overline{1.1.0.0}$	12.32 $\frac{1}{2}$	28.00	6
67	$\overline{14.1.13.5}$	19.22 $\frac{1}{2}$	38.30	12	117	$\overline{20.19.1.0}$	11.20	25.30	12
68	$\overline{12.5.7.1}$	6.27 $\frac{1}{2}$	8.30	9	118	$\overline{12.11.1.0}$	10.37 $\frac{1}{2}$	24.00	4
69	$\overline{10.4.6.1}$	7.45	11.00	5	119	$\overline{8.7.1.0}$	9.47 $\frac{1}{2}$	21.30	12
70	$\overline{8.3.5.1}$	9.30	13.30	8	120	$\overline{20.17.3.0}$	9.07 $\frac{1}{2}$	20.15	11
71	$\overline{14.5.9.2}$	10.45	16.00	9	121	$\overline{5.4.1.0}$	7.05	18.30	5
72	$\overline{6.2.4.1}$	12.17 $\frac{1}{2}$	18.30	8	122	$\overline{9.7.2.0}$	6.52 $\frac{1}{2}$	16.30	5
73	$\overline{16.5.11.3}$	13.37 $\frac{1}{2}$	20.30	9	123	$\overline{4.3.1.0}$	5.52 $\frac{1}{2}$	15.00	12
74	$\overline{14.4.10.3}$	15.45	24.15	9	124	$\overline{7.6.1.0}$	4.42 $\frac{1}{2}$	13.00	11
75	$\overline{4.1.3.1}$	17.17 $\frac{1}{2}$	27.15	9	125	$\overline{0.15.15.2}$	21.10	90.00	11
76	$\overline{14.3.11.4}$	18.45	29.45	11	129	$\overline{10.24.14.1}$	18.30	64.00	9
77	$\overline{26.5.21.8}$	20.10	32.22 $\frac{1}{2}$	11	129a	$\overline{11.23.12.1}$	13.00	60.00	12
78	$\overline{6.1.5.2}$	21.02 $\frac{1}{2}$	33.57 $\frac{1}{2}$	12	127	$\overline{0.15.15.1}$	20.45	90.00	12
79	$\overline{8.3.5.2}$	18.45	20.45	12	126	$\overline{1.15.14.1}$	20.45	87.00	12
80	$\overline{28.11.17.6}$	17.15	19.45	12	128	$\overline{3.16.13.1}$	20.00	79.00	11
81	$\overline{12.5.7.2}$	15.15	15.00	12	131	$\overline{5.17.12.1}$	19.17 $\frac{1}{2}$	75.22 $\frac{1}{2}$	12
82	$\overline{5.2.3.1}$	17.27 $\frac{1}{2}$	17.00	12	132	$\overline{7.18.11.1}$	18.50	70.00	12
83	$\overline{15.7.8.2}$	13.00	9.30	11	133	$\overline{9.22.13.1}$	18.05	65.00	12
84	$\overline{22.10.12.2}$	11.30	9.00	12	130	$\overline{10.21.11.1}$	17.35	60.00	10
85	$\overline{6.3.3.1}$	17.20	9.45	11	139	$\overline{7.18.11.1}$	17.02 $\frac{1}{2}$	66.45	11
86	$\overline{20.10.10.3}$	15.45	8.15	12	140	$\overline{13.21.8.1}$	14.30	50.45	12
86a	$\overline{22.11.11.3}$	14.30	8.00	12	142	$\overline{12.19.7.1}$	13.40	50.07 $\frac{1}{2}$	12
91	$\overline{7.4.3.1}$	16.57 $\frac{1}{2}$	4.15	11	143	$\overline{10.18.8.1}$	14.37 $\frac{1}{2}$	55.37 $\frac{1}{2}$	11
87	$\overline{16.9.7.2}$	14.55	3.52 $\frac{1}{2}$	12	144	$\overline{8.17.9.1}$	15.35	61.15	10
88	$\overline{9.5.4.1}$	13.15	3.30	12	145	$\overline{6.16.10.1}$	16.22 $\frac{1}{2}$	67.30	11
89	$\overline{11.6.5.1}$	11.00	2.30	7	146	$\overline{4.15.11.1}$	17.05	74.30	11
90	$\overline{13.7.6.1}$	9.15	2.15	11	147	$\overline{2.14.12.1}$	17.30	82.00	11
92	$\overline{20.13.7.2}$	14.45	1.45	12	148	$\overline{1.12.11.1}$	16.35	85.15	10
					149	$\overline{3.13.10.1}$	16.12 $\frac{1}{2}$	77.00	11

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
150	$\bar{5}.14.9.\bar{1}$	15.35	68.45	11	169	$\bar{3}.17.14.2$	12.07 $\frac{1}{2}$	81.00	11
151	$\bar{9}.16.7.\bar{1}$	13.47 $\frac{1}{2}$	55.30	11	170	$\bar{5}.18.13.2$	11.55	74.30	11
152	$\bar{11}.17.6.\bar{1}$	12.47 $\frac{1}{2}$	49.30	9	171	$\bar{7}.19.12.2$	11.35	68.45	12
153	$0.10.10.1$	15.15	90.00	9	172	$\bar{9}.20.11.2$	10.45	64.30	12
154	$\bar{2}.11.9.\bar{1}$	15.02 $\frac{1}{2}$	79.45	11	173	$\bar{11}.21.10.2$	10.20	60.00	12
155	$\bar{4}.12.8.\bar{1}$	14.27 $\frac{1}{2}$	71.00	11	174	$0.7.7.\bar{1}$	11.00	90.00	11
156	$\bar{6}.13.7.\bar{1}$	13.35	63.00	12	175	$\bar{2}.15.13.2$	10.57 $\frac{1}{2}$	83.00	11
157	$\bar{8}.14.6.\bar{1}$	12.37 $\frac{1}{2}$	55.30	12	176	$\bar{2}.8.6.\bar{1}$	10.42 $\frac{1}{2}$	76.30	6
158	$\bar{10}.15.5.\bar{1}$	11.37 $\frac{1}{2}$	49.15	7	177	$\bar{4}.9.5.\bar{1}$	9.57 $\frac{1}{2}$	65.00	11
159	$\bar{12}.16.4.\bar{1}$	10.32 $\frac{1}{2}$	44.30	9	178	$\bar{6}.10.4.\bar{1}$	9.00	54.30	6
160	$\bar{14}.17.3.\bar{1}$	9.42 $\frac{1}{2}$	39.30	12	179	$\bar{8}.11.3.\bar{1}$	8.00	47.30	7
161	$\bar{13}.15.2.\bar{1}$	8.15	38.00	11	180	$\bar{10}.12.2.\bar{1}$	7.02 $\frac{1}{2}$	40.30	8
162	$\bar{11}.14.3.\bar{1}$	9.05	43.00	11	181	$\bar{1}.13.12.2$	9.15	86.30	10
163	$\bar{9}.13.4.\bar{1}$	9.55	47.30	8	182	$\bar{3}.14.11.2$	9.10	79.30	11
164	$\bar{8}.12.5.\bar{1}$	11.00	54.45	9	183	$\bar{5}.15.10.2$	9.00	70.00	12
165	$\bar{5}.11.6.\bar{1}$	12.05	63.30	7	184	$\bar{1}.6.5.\bar{1}$	7.12 $\frac{1}{2}$	82.00	4
166	$\bar{3}.10.7.\bar{1}$	12.55	73.15	11	185	$\bar{3}.7.4.\bar{1}$	6.37 $\frac{1}{2}$	67.00	3
167	$\bar{1}.9.8.\bar{1}$	13.10	84.30	11	186	$\bar{5}.8.3.\bar{1}$	5.50	54.30	7
168	$\bar{1}.16.15.2$	12.15	87.00	11	187	$\bar{7}.9.2.2$	5.05	45.00	4

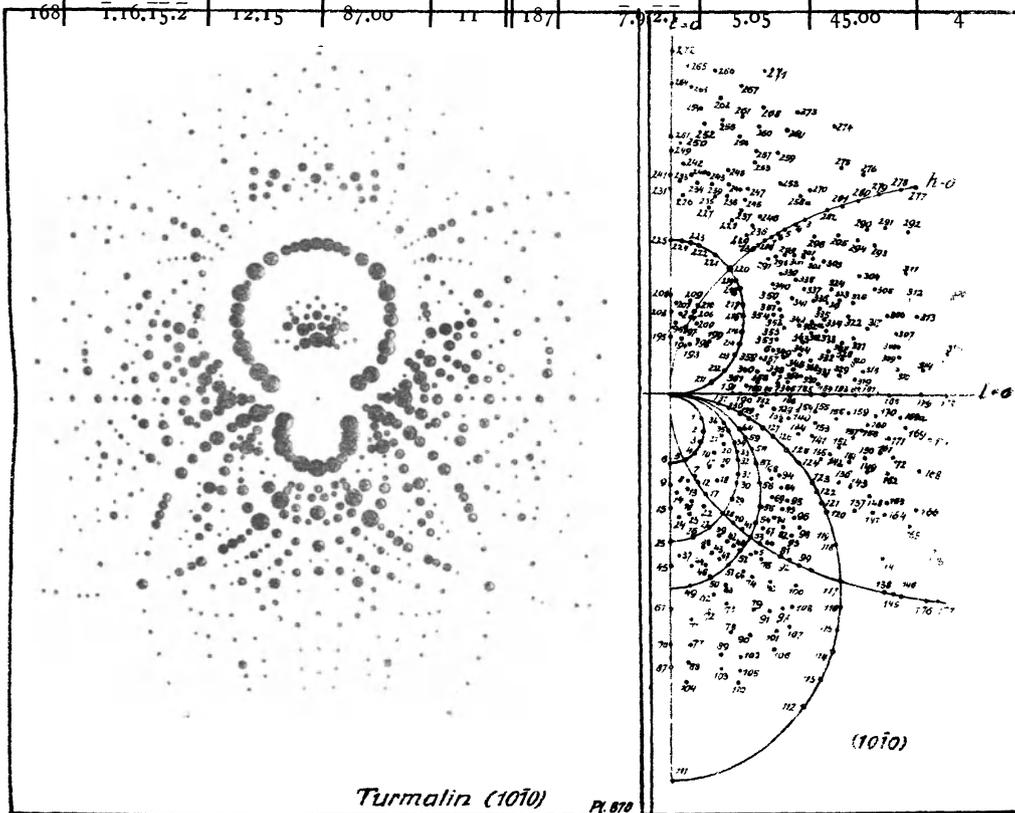


Fig. 7 a.

Turmalin, Lauediagramm nach (1010).

Fig. 7 b.

Diagramm des trigonalen Prismas (10 $\bar{1}0$).

Das Diagramm parallel (10 $\bar{1}0$) (Fig. 7a, b) zeigt wieder eine von vorn nach hinten verlaufende Symmetrieebene. Es zeichnet sich besonders durch seinen grossen Punktreichtum aus. Sein charakteristisches Aussehen erhält es durch Scharen von Zonenkurven, die von den Reflexen der Rhomboeder (10 $\bar{1}1$), (02 $\bar{2}1$), (01 $\bar{1}1$) ausstrahlen. Aus den Polarkoordinaten berechnen sich die Indices nach der Formel:

$$h : i : l = \frac{\sqrt{3} \operatorname{tg} \alpha - \cos \varphi}{2 \cos \varphi} : 1 : -\frac{c}{a} \operatorname{tg} \varphi \quad (\text{Lit. 12 S. 47}). \quad \text{Formel 50a.}$$

Tabelle Nr. 6.

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
1	$\bar{3}.7.4.\bar{2}$	3.35	31.00	1	39	$2.7.9.\bar{1}0$	15.10	72.45	11
2	$2.5.3.\bar{2}$	4.35	39.00	1	40	$0.11.11.\bar{1}0$	14.05	64.15	9
3	$\bar{1}.3.\bar{2}.\bar{2}$	5.50	54.30	1	42	$0.8.8.\bar{7}$	$15.27\frac{1}{2}$	68.30	12
4	$\bar{1}.4.3.\bar{4}$	6.30	67.30	6	43	$1.6.7.\bar{7}$	16.00	75.30	7
5	$0.1.1.\bar{2}$	6.55	76.30	2	44	$2.4.6.\bar{7}$	16.25	82.15	8
6	$1.0.1.\bar{4}$	7.10	90.00	1	45	$3.2.5.\bar{7}$	16.30	90.00	7
7	$0.2.2.\bar{3}$	9.10	73.00	9	46	$4.5.9.\bar{1}1$	16.50	78.00	9
8	$1.4.5.\bar{9}$	9.30	78.30	8	47	$3.7.10.\bar{1}1$	16.25	$73.52\frac{1}{2}$	11
9	$1.0.1.\bar{3}$	9.30	90.00	8	48	$2.9.11.\bar{1}1$	$15.57\frac{1}{2}$	70.00	7
10	$\bar{4}.13.9.\bar{7}$	7.55	49.45	11	49	$2.1.3.\bar{4}$	17.55	83.45	12
11	$2.9.7.\bar{7}$	9.05	60.15	12	50	$3.4.7.\bar{8}$	17.30	77.15	5
12	$0.5.5.\bar{7}$	9.50	72.00	8	51	$1.3.4.\bar{4}$	$17.02\frac{1}{2}$	71.30	7
13	$1.3.4.\bar{7}$	10.10	78.15	10	52	$1.8.9.\bar{8}$	$16.27\frac{1}{2}$	66.00	12
14	$2.1.3.\bar{7}$	10.20	87.00	8	53	$0.5.5.\bar{4}$	15.45	60.45	6
15	$2.0.2.\bar{5}$	11.35	90.00	3	54	$\bar{1}.12.11.\bar{8}$	15.00	56.00	12
16	$1.2.3.\bar{5}$	11.30	79.30	8	55	$\bar{1}.7.6.\bar{4}$	14.05	52.15	12
17	$0.4.4.\bar{5}$	10.45	70.00	1	56	$2.9.7.\bar{4}$	$12.47\frac{1}{2}$	45.00	6
18	$\bar{1}.6.5.\bar{5}$	10.10	60.30	4	57	$\bar{3}.11.8.\bar{4}$	11.30	39.00	6
19	$2.8.6.\bar{5}$	9.35	53.00	12	58	$4.13.9.\bar{4}$	10.20	33.30	7
20	$\bar{4}.12.8.\bar{5}$	$7.57\frac{1}{2}$	43.00	9	59	$\bar{5}.15.10.\bar{4}$	$9.27\frac{1}{2}$	30.00	8
21	$5.14.9.\bar{5}$	7.15	37.45	11	60	$6.17.11.\bar{4}$	$8.37\frac{1}{2}$	27.00	10
22	$1.5.6.\bar{8}$	12.10	74.15	7	61	$2.0.2.\bar{3}$	19.00	90.00	10
23	$2.3.5.\bar{8}$	12.30	$80.22\frac{1}{2}$	8	62	$4.4.8.\bar{9}$	$18.42\frac{1}{2}$	$78.22\frac{1}{2}$	10
24	$3.1.4.\bar{8}$	12.35	$86.37\frac{1}{2}$	10	63	$1.2.3.\bar{3}$	$18.17\frac{1}{2}$	73.15	10
25	$1.0.1.\bar{2}$	14.25	90.00	4	64	$2.8.10.\bar{9}$	$17.52\frac{1}{2}$	68.00	9
26	$1.1.2.\bar{3}$	$14.17\frac{1}{2}$	$80.37\frac{1}{2}$	8	65	$1.10.11.\bar{9}$	17.10	63.25	11
27	$1.4.5.\bar{6}$	13.50	72.45	7	66	$0.4.4.\bar{3}$	16.30	59.30	6
28	$0.1.1.\bar{1}$	$13.12\frac{1}{2}$	65.45	1	67	$\bar{1}.14.13.\bar{9}$	15.45	55.30	11
29	$\bar{1}.8.7.\bar{6}$	12.30	59.30	5	68	$3.13.10.\bar{5}$	13.15	40.30	4
30	$\bar{1}.5.4.\bar{3}$	11.45	52.45	5	69	$2.11.9.\bar{5}$	14.30	$45.22\frac{1}{2}$	7
31	$\bar{1}.4.3.\bar{2}$	$10.52\frac{1}{2}$	47.30	10	70	$\bar{1}.9.8.\bar{5}$	$15.47\frac{1}{2}$	51.00	8
32	$2.7.5.\bar{3}$	$10.02\frac{1}{2}$	43.00	12	75	$1.12.13.\bar{1}0$	17.55	61.00	11
33	$5.16.11.\bar{6}$	$9.27\frac{1}{2}$	39.30	12	74	$1.5.6.\bar{5}$	$18.17\frac{1}{2}$	65.45	12
34	$\bar{1}.3.2.\bar{1}$	$8.47\frac{1}{2}$	36.30	3	73	$2.3.5.\bar{5}$	19.15	$74.52\frac{1}{2}$	10
35	$4.11.7.\bar{3}$	7.40	31.00	9	72	$5.4.9.\bar{1}0$	$19.37\frac{1}{2}$	79.20	10
36	$5.13.8.\bar{3}$	$6.42\frac{1}{2}$	26.30	9	71	$3.1.4.\bar{5}$	19.55	85.00	10
37	$5.1.6.\bar{1}0$	15.50	87.30	12	76	$3.0.3.\bar{4}$	21.15	90.00	12
38	$3.5.8.\bar{1}0$	$15.27\frac{1}{2}$	77.15	9	77	$4.1.5.\bar{6}$	21.15	$85.52\frac{1}{2}$	11

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
78	1.1.2.2	20.57 ¹ / ₂	77.45	11	130	6.14.8.1	4.40	7.30	1
79	2.5.7.6	20.02 ¹ / ₂	69.00	12	138	0.7.7.3	22.47 ¹ / ₂	43.45	11
80	1.7.8.6	19.00	62.15	10	145	0.5.5.2	23.20	42.00	11
81	0.3.3.2	17.57 ¹ / ₂	56.00	6	144	1.12.11.4	22.00	38.00	10
82	1.11.10.6	17.07 ¹ / ₂	50.15	8	137	1.7.6.2	19.40	32.00	12
83	2.13.11.6	15.32 ¹ / ₂	45.30	8	136	3.16.13.4	17.37 ¹ / ₂	28.00	10
84	1.5.4.2	14.25	41.30	12	134	2.9.7.2	16.02 ¹ / ₂	26.00	12
87	11.0.11.14	22.15	90.00	12	146	0.13.13.5	23.45	40.30	12
88	5.1.6.7	22.05	86.05	11	133	7.25.18.4	13.30	20.00	9
89	4.3.7.7	21.50	79.00	11	135	5.21.16.4	15.45	23.15	11
90	3.5.8.7	21.12 ¹ / ₂	71.45	12	143	3.17.14.4	18.32 ¹ / ₂	27.45	11
91	2.7.9.7	20.30	66.00	12	147	2.15.13.4	20.07 ¹ / ₂	30.45	7
92	0.11.11.7	18.30	54.22 ¹ / ₂	8	142	4.17.13.3	16.02 ¹ / ₂	21.30	7
93	1.13.12.7	17.30	50.00	12	148	2.13.11.3	19.37 ¹ / ₂	27.22 ¹ / ₂	11
96	2.15.13.7	16.57 ¹ / ₂	46.15	12	164	3.20.17.6	20.52 ¹ / ₂	29.30	12
95	3.17.14.7	15.27 ¹ / ₂	42.15	12	176	0.3.3.1	24.55	36.45	11
94	5.21.16.7	13.22 ¹ / ₂	35.45	12	163	3.22.19.5	20.40	26.45	11
98	1.12.11.6	17.35	46.45	12	165	2.20.18.5	22.05	29.15	11
99	0.5.5.3	19.12 ¹ / ₂	53.15	9	177	0.16.16.5	25.22 ¹ / ₂	35.00	11
100	1.13.14.9	20.00	57.00	12	132	6.19.13.2	11.45	13.15	7
108	1.8.9.6	20.22 ¹ / ₂	59.30	11	152	3.13.10.2	16.32 ¹ / ₂	18.45	11
101	1.3.4.3	21.35	66.00	11	151	5.24.19.4	17.45	20.00	12
105	7.1.8.9	22.40	75.30	12	149	2.11.9.2	18.55	22.07 ¹ / ₂	11
104	5.5.10.9	23.20	87.00	11	175	1.16.15.4	23.50	29.15	12
103	5.3.8.8	22.30	80.00	11	166	1.10.9.2	22.02 ¹ / ₂	26.15	11
102	4.5.9.8	22.07 ¹ / ₂	74.05	9	162	1.6.5.1	20.57 ¹ / ₂	20.30	10
97	2.9.11.8	20.40	63.30	12	150	4.20.16.3	18.22 ¹ / ₂	18.30	10
107	3.11.14.10	21.32 ¹ / ₂	63.37 ¹ / ₂	12	141	5.22.17.3	14.32 ¹ / ₂	16.45	5
106	4.9.13.10	22.15	68.07 ¹ / ₂	11	139	5.15.10.1	10.50	8.30	4
110	6.5.11.10	23.15	77.15	11	140	4.13.9.1	12.30	9.15	6
111	1.0.1.1	27.20	90.00	10	153	3.11.8.1	14.32 ¹ / ₂	11.30	7
112	5.6.11.8	26.07 ¹ / ₂	71.30	11	157	2.9.7.1	17.27 ¹ / ₂	14.00	10
113	1.2.3.2	25.20	65.52 ¹ / ₂	12	161	3.16.13.2	19.22 ¹ / ₂	15.52 ¹ / ₂	8
114	1.4.5.3	23.42 ¹ / ₂	57.15	12	172	4.23.19.3	20.05	16.30	11
115	1.10.11.6	22.37 ¹ / ₂	53.15	11	168	1.7.6.1	21.37 ¹ / ₂	17.52 ¹ / ₂	12
116	0.2.2.1	21.10	48.15	12	158	5.23.18.2	17.55	11.15	11
117	1.12.11.5	19.27 ¹ / ₂	42.45	5	171	2.11.9.1	19.22 ¹ / ₂	12.30	10
118	1.10.9.4	18.52 ¹ / ₂	41.00	10	154	6.20.14.1	13.05	6.00	9
119	1.6.5.2	17.12 ¹ / ₂	36.30	12	155	5.18.13.1	14.27 ¹ / ₂	7.10	11
120	3.16.13.5	16.32 ¹ / ₂	34.45	7	156	4.16.12.1	16.10	7.45	6
121	2.10.8.3	16.05	33.45	7	160	3.14.11.1	18.10	9.15	12
122	1.4.3.1	14.10	28.15	7	159	5.21.16.1	16.57 ¹ / ₂	6.00	10
123	4.14.10.3	13.00	26.30	7	170	4.19.15.1	18.32 ¹ / ₂	6.45	10
124	5.16.11.3	11.15	22.00	4	169	3.17.14.1	20.37 ¹ / ₂	7.37 ¹ / ₂	12
125	2.6.4.1	10.15	20.00	6	169a	4.23.19.1	20.15	5.30	12
126	5.14.9.2	9.02 ¹ / ₂	17.15	5	174	3.23.20.1	23.10	5.45	12
127	3.8.5.1	7.52 ¹ / ₂	14.30	3	191	2.5.3.0	5.40	0.00	9
128	4.10.6.1	6.35	11.30	7					
129	5.12.7.1	5.27 ¹ / ₂	10.30	3					

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
190	$\bar{5}.13.\bar{8}.0$	7.45	0.00	5	229	$1.12.\bar{13}.11$	17.00	64.00	11
189	$4.11.\bar{7}.0$	9.10	0.00	1	230	$0.14.\bar{14}.11$	16.30	60.07 $\frac{1}{2}$	11
188	$\bar{5}.14.\bar{9}.0$	9.50	0.00	12	233	$5.2.\bar{7}.9$	19.00	87.15	11
187	$\bar{1}.3.\bar{2}.0$	11.05	0.00	8	234	$3.2.\bar{5}.6$	18.50	82.07 $\frac{1}{2}$	8
186	$\bar{3}.10.\bar{7}.0$	12.22 $\frac{1}{2}$	0.00	6	235	$5.6.\bar{11}.12$	18.32 $\frac{1}{2}$	77.15	9
185	$\bar{2}.7.\bar{5}.0$	14.02 $\frac{1}{2}$	0.00	8	236	$1.10.\bar{11}.9$	17.32 $\frac{1}{2}$	63.45	8
184	$\bar{4}.15.\bar{11}.0$	15.30	0.00	11	288	$0.4.4.3$	16.57 $\frac{1}{2}$	59.37 $\frac{1}{2}$	11
183	$\bar{1}.4.\bar{3}.0$	16.17 $\frac{1}{2}$	0.00	6	237	$2.8.\bar{10}.9$	18.12 $\frac{1}{2}$	68.15	11
182	$\bar{3}.13.\bar{10}.0$	17.12 $\frac{1}{2}$	0.00	11	238	$1.2.\bar{3}.3$	18.35	73.30	8
181	$\bar{3}.14.\bar{11}.0$	18.00	0.00	10	239	$4.4.\bar{8}.9$	19.05	79.00	9
180	$\bar{1}.5.4.0$	19.17 $\frac{1}{2}$	0.00	8	240	$5.2.\bar{7}.9$	19.25	84.15	12
179	$\bar{1}.6.5.0$	21.12 $\frac{1}{2}$	0.00	9	241	$2.0.\bar{2}.3$	19.30	90.00	6
178	$\bar{1}.7.\bar{6}.0$	22.37 $\frac{1}{2}$	0.00	12	242	$5.1.\bar{6}.8$	20.00	86.45	7
193	$\bar{1}.4.3.5$	6.00	69.00	10	243	$4.3.\bar{7}.8$	19.47 $\frac{1}{2}$	80.30	6
194	$0.2.\bar{2}.5$	6.15	78.30	5	244	$3.5.\bar{8}.8$	19.22 $\frac{1}{2}$	74.30	8
195	$1.0.\bar{1}.5$	6.25	90.00	2	245	$2.7.9.8$	18.47 $\frac{1}{2}$	68.30	12
196	$3.1.4.8$	7.45	87.00	8	287	$0.11.\bar{11}.8$	17.22 $\frac{1}{2}$	58.45	12
197	$0.1.\bar{1}.2$	7.35	77.30	4	297	$\bar{1}.13.\bar{12}.8$	16.20	54.07 $\frac{1}{2}$	12
198	$\bar{1}.2.\bar{1}.2$	7.00	62.30	11	340	$3.17.\bar{14}.8$	14.45	46.37 $\frac{1}{2}$	12
199	$\bar{2}.7.\bar{5}.7$	7.30	56.30	11	249	$5.0.\bar{5}.7$	20.40	90.00	11
200	$\bar{1}.6.\bar{5}.7$	8.12 $\frac{1}{2}$	68.30	7	248	$3.4.\bar{7}.7$	20.07 $\frac{1}{2}$	75.52 $\frac{1}{2}$	8
201	$0.4.4.\bar{7}$	8.37 $\frac{1}{2}$	76.30	8	247	$2.6.\bar{8}.7$	19.30	68.45	12
202	$1.2.\bar{3}.7$	8.45	83.00	10	246	$1.8.9.7$	18.32 $\frac{1}{2}$	62.37 $\frac{1}{2}$	11
203	$2.0.\bar{2}.7$	8.50	90.00	7	286	$0.10.\bar{10}.7$	17.40	57.00	12
206	$0.5.\bar{5}.8$	9.12 $\frac{1}{2}$	74.30	12	339	$\bar{2}.14.\bar{12}.7$	15.45	48.30	9
207	$2.1.\bar{3}.8$	9.30	87.00	10	350	$4.18.\bar{14}.7$	13.57 $\frac{1}{2}$	41.00	8
208	$1.0.\bar{1}.3$	10.15	90.00	11	354	$5.20.\bar{15}.7$	13.02 $\frac{1}{2}$	38.00	11
209	$1.4.\bar{5}.9$	10.00	78.30	12	250	$3.0.\bar{3}.4$	21.05	88.07 $\frac{1}{2}$	12
210	$0.2.\bar{2}.3$	9.47 $\frac{1}{2}$	72.45	10	285	$0.3.\bar{3}.2$	18.12 $\frac{1}{2}$	56.05	6
211	$\bar{3}.7.4.1$	4.40	19.00	1	251	$\bar{3}.12.9.4$	13.52 $\frac{1}{2}$	38.00	8
212	$\bar{2}.5.\bar{3}.1$	6.22 $\frac{1}{2}$	25.00	1	253	$2.5.\bar{7}.6$	21.00	69.45	10
213	$\bar{3}.8.\bar{5}.2$	7.32 $\frac{1}{2}$	30.15	5	254	$7.2.9.10$	23.00	82.30	12
214	$4.11.\bar{7}.3$	8.10	33.30	1	255	$3.2.\bar{5}.5$	22.35	79.45	12
215	$\bar{1}.3.\bar{2}.1$	9.15	38.00	5	256	$5.6.\bar{11}.10$	22.07 $\frac{1}{2}$	75.07 $\frac{1}{2}$	10
216	$\bar{3}.10.\bar{7}.4$	10.07 $\frac{1}{2}$	42.00	3	257	$2.4.\bar{6}.5$	21.45	70.10	12
217	$\bar{1}.4.\bar{3}.2$	11.27 $\frac{1}{2}$	48.30	4	258	$1.6.\bar{7}.5$	20.22 $\frac{1}{2}$	61.45	12
218	$\bar{3}.14.\bar{11}.8$	11.55	51.30	1	284	$0.8.\bar{8}.5$	18.57 $\frac{1}{2}$	54.07 $\frac{1}{2}$	8
219	$\bar{1}.6.5.4$	12.32 $\frac{1}{2}$	56.30	9	298	$\bar{1}.18.\bar{17}.10$	17.27 $\frac{1}{2}$	50.30	12
220	$0.1.\bar{1}.1$	13.45	66.00	1	299	$\bar{1}.10.9.5$	17.07 $\frac{1}{2}$	48.00	6
221	$1.6.\bar{7}.8$	14.15	72.00	3	338	$\bar{2}.12.\bar{10}.5$	16.07 $\frac{1}{2}$	43.00	10
222	$1.2.\bar{3}.4$	14.45	79.00	6	341	$\bar{3}.14.\bar{11}.5$	14.50	39.00	7
223	$3.2.\bar{5}.8$	15.00	83.15	6	352	$4.16.\bar{12}.5$	13.40	35.00	7
224	$7.2.9.16$	15.00	86.45	4	263	$7.1.\bar{8}.9$	23.37 $\frac{1}{2}$	87.00	12
225	$1.0.\bar{1}.2$	15.00	90.00	4	262	$2.1.\bar{3}.3$	23.27 $\frac{1}{2}$	81.15	12
226	$7.2.9.13$	18.00	86.00	12	261	$5.5.\bar{10}.9$	23.10	76.15	12
227	$5.6.\bar{11}.13$	17.42 $\frac{1}{2}$	78.30	12	260	$4.7.\bar{11}.9$	22.35	70.45	12
228	$3.10.\bar{13}.13$	17.10	71.00	12	259	$1.3.\bar{4}.3$	21.50	66.00	12
231	$7.0.\bar{7}.11$	18.35	90.00	11	283	$0.5.\bar{5}.3$	19.27 $\frac{1}{2}$	53.15	9
232	$5.4.9.11$	18.25	81.00	8	264	$4.0.4.5$	24.00	90.00	10

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
265	10.1.11.12	24.42 $\frac{1}{2}$	87.52 $\frac{1}{2}$	10	343	3.11.8.2	13.50	22.00	5
266	3.1.4.4	24.37 $\frac{1}{2}$	83.37 $\frac{1}{2}$	11	348	4.13.9.2	12.10	19.15	3
267	5.4.9.8	24.12 $\frac{1}{2}$	77.30	10	357	5.15.10.2	10.37 $\frac{1}{2}$	16.30	6
268	2.3.5.4	23.27 $\frac{1}{2}$	71.30	11	360	6.17.11.2	9.25	15.00	12
269	3.8.11.8	23.05	67.00	11	277	0.8.8.3	24.15	39.52 $\frac{1}{2}$	12
270	1.12.13.8	20.57 $\frac{1}{2}$	55.52 $\frac{1}{2}$	12	292	1.16.15.5	22.47 $\frac{1}{2}$	34.45	10
296	1.16.15.8	19.00	48.07 $\frac{1}{2}$	9	305	2.13.11.3	19.50	27.00	12
300	2.25.23.12	17.40	46.07 $\frac{1}{2}$	12	325	5.28.23.6	18.32 $\frac{1}{2}$	26.45	12
301	1.9.8.4	17.30	44.07 $\frac{1}{2}$	12	322	1.5.4.1	17.47 $\frac{1}{2}$	24.00	10
353	4.15.11.4	13.15	30.45	5	333	4.17.13.3	10.12 $\frac{1}{2}$	21.22 $\frac{1}{2}$	9
355	5.17.12.4	12.05	28.00	11	344	2.7.5.1	13.30	17.00	9
272	9.0.9.11	25.30	90.00	10	311	2.17.15.4	22.07 $\frac{1}{2}$	27.45	12
337	2.11.9.4	16.12 $\frac{1}{2}$	39.00	10	312	2.16.14.3	21.45	22.00	10
271	4.5.9.7	25.25	73.00	12	306	1.6.5.1	20.10	20.15	10
273	3.7.10.7	24.00	65.45	12	317	4.20.16.3	18.52 $\frac{1}{2}$	19.00	9
282	0.13.13.7	20.35	50.07 $\frac{1}{2}$	9	321	3.14.11.2	17.50	17.55	11
302	2.17.15.7	18.20	42.05	12	327	5.22.17.3	17.12 $\frac{1}{2}$	17.00	12
274	1.4.5.3	24.20	59.00	12	332	2.8.6.1	15.47 $\frac{1}{2}$	15.57 $\frac{1}{2}$	6
275	1.10.11.6	22.50	53.00	12	363	5.18.13.2	14.12 $\frac{1}{2}$	14.00	7
281	0.2.2.1	21.25	48.02 $\frac{1}{2}$	9	345	3.10.7.1	13.40	13.30	7
303	1.8.7.3	18.37 $\frac{1}{2}$	39.30	12	349	4.12.8.1	10.55	11.00	4
336	2.10.8.3	16.30	33.30	11	358	5.14.9.1	9.30	8.15	8
342	1.4.3.1	14.30	29.15	4	361	6.16.10.1	8.15	8.00	12
276	1.11.12.6	23.07 $\frac{1}{2}$	49.45	12	316	1.13.12.2	23.35	18.35	10
280	0.13.13.6	22.00	46.15	11	313	2.15.13.2	21.40	17.30	10
295	1.15.14.6	20.02 $\frac{1}{2}$	43.45	12	307	3.17.14.2	20.07 $\frac{1}{2}$	14.45	12
356	5.16.11.6	11.37 $\frac{1}{2}$	22.30	7	328	5.21.16.2	16.47 $\frac{1}{2}$	12.15	12
359	5.14.9.1	10.25	20.30	7	308	2.11.9.1	20.05	11.37 $\frac{1}{2}$	9
294	1.13.12.5	20.37 $\frac{1}{2}$	40.37 $\frac{1}{2}$	11	320	3.13.10.1	17.20	10.00	8
324	3.17.14.5	17.20	33.15	6	331	4.15.11.1	15.10	8.45	6
335	4.19.15.5	16.20	30.07 $\frac{1}{2}$	10	364	5.17.12.1	13.32 $\frac{1}{2}$	7.45	9
362	5.21.16.5	15.12 $\frac{1}{2}$	28.00	8	346	6.19.13.1	12.45	7.30	11
279	0.7.7.3	22.57 $\frac{1}{2}$	43.55	12	347	7.21.14.1	11.00	6.15	7
290	1.21.20.8	21.35	41.00	11	315	2.14.12.1	22.20	9.15	11
278	0.5.5.2	23.37 $\frac{1}{2}$	41.30	10	309	3.16.13.1	19.55	8.22 $\frac{1}{2}$	10
291	1.22.21.8	22.05	38.00	12	318	4.18.14.1	17.57 $\frac{1}{2}$	6.15	12
293	1.12.11.4	21.25	36.15	10	329	5.20.15.1	16.27 $\frac{1}{2}$	6.07 $\frac{1}{2}$	9
304	1.7.6.2	19.30	32.30	9	330	6.22.16.1	14.52 $\frac{1}{2}$	5.57 $\frac{1}{2}$	12
323	3.16.13.4	17.52 $\frac{1}{2}$	29.30	9	314	3.19.16.1	21.12 $\frac{1}{2}$	6.45	12
334	2.9.7.2	16.17 $\frac{1}{2}$	26.15	7	310	4.21.17.1	19.27 $\frac{1}{2}$	6.00	7
362a	5.20.15.4	15.02 $\frac{1}{2}$	24.00	7	319	5.23.18.1	17.30	4.30	12

Diagramm parallel dem hexagonalen Prisma (1120).

Entsprechend der Symmetrie des Turmalins weist das Diagramm (Fig. 8a, b) eine digyrische Bauart auf. Die Indices berechnen sich aus der Formel:

$$h : i : l = (A \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \varphi} - B \cdot \operatorname{ctg} \varphi) : (A \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \varphi} + B \cdot \operatorname{ctg} \varphi) : \bar{1},$$

wobei $A = \frac{1}{2} \frac{a}{c} = 1,116$ und $B = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{a}{c} = 1,933$ ist.

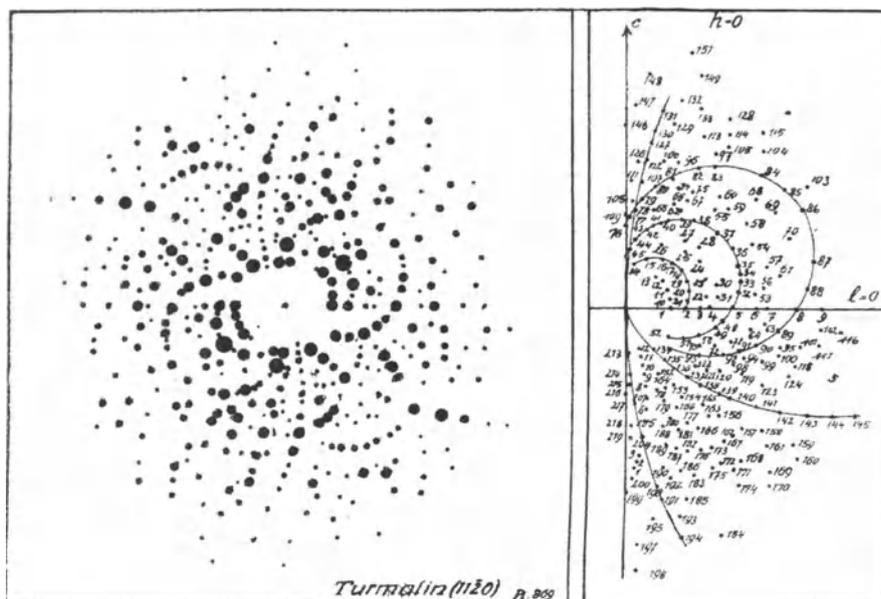


Fig. 8a.
Turmalin, Lauediagramm nach (1120).

Fig. 8b.

Tabelle Nr. 7.

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
1	$\bar{1}1, \bar{1}2, \bar{1}0$	$4.47\frac{1}{2}$	0.00	5	52	$\bar{7}.8, \bar{1}.3$	$5.12\frac{1}{2}$	38.00	4
10	$9, \bar{1}0, \bar{1}.1$	$5.07\frac{1}{2}$	11.15	7	51	$\bar{6}.7, \bar{1}.2$	$6.37\frac{1}{2}$	30.30	6
11	$8, \bar{9}, \bar{1}.2$	$5.52\frac{1}{2}$	24.00	7	50	$\bar{5}.6, \bar{1}.1$	8.30	19.30	6
12	$7, \bar{8}, \bar{1}.3$	$5.12\frac{1}{2}$	37.30	5	49	$\bar{9}, \bar{1}1, \bar{2}.1$	$9.42\frac{1}{2}$	11.30	7
13	$5, \bar{6}, \bar{1}.5$	$4.37\frac{1}{2}$	51.30	10	48	$\bar{1}3, \bar{1}6, \bar{3}.1$	10.10	7.30	12
2	$\bar{7}.8, \bar{1}.0$	6.40	0.00	6	5	$4, \bar{5}, \bar{1}.0$	$10.52\frac{1}{2}$	0.00	6
21	$13, \bar{1}5, \bar{2}.1$	7.00	8.30	12	32	$15, \bar{1}9, \bar{4}.1$	$11.37\frac{1}{2}$	8.30	8
20	$6, \bar{7}, \bar{1}.1$	$7.12\frac{1}{2}$	16.00	4	33	$7, \bar{9}, \bar{2}.1$	$11.57\frac{1}{2}$	13.30	7
19	$11, \bar{1}3, \bar{2}.3$	$7.22\frac{1}{2}$	25.30	12	34	$10, \bar{1}3, \bar{3}.2$	$12.07\frac{1}{2}$	18.00	12
18	$5, \bar{6}, \bar{1}.2$	7.25	35.00	1	35	$13, \bar{1}7, \bar{4}.3$	$12.12\frac{1}{2}$	21.00	11
17	$9, \bar{1}1, \bar{2}.5$	7.15	45.00	12	36	$3, \bar{4}, \bar{1}.1$	12.20	28.45	7
16	$4, \bar{5}, \bar{1}.3$	6.45	52.00	4	37	$11, \bar{1}5, \bar{4}.5$	12.05	38.30	9
15	$3, \bar{4}, \bar{1}.4$	$5.52\frac{1}{2}$	66.00	10	38	$9, \bar{1}3, \bar{4}.7$	$11.17\frac{1}{2}$	51.30	9
14	$5, \bar{7}, \bar{2}.9$	5.05	73.00	5	39	$2, \bar{3}, \bar{1}.2$	$10.42\frac{1}{2}$	56.00	5
3	$\bar{1}1, \bar{1}3, \bar{2}.0$	$8.42\frac{1}{2}$	0.00	10	40	$5, \bar{8}, \bar{3}.7$	$9.47\frac{1}{2}$	64.00	12
22	$10, \bar{1}2, \bar{2}.1$	$8.52\frac{1}{2}$	9.30	7	41	$3, \bar{5}, \bar{2}.5$	9.25	66.30	5
23	$9, \bar{1}1, \bar{2}.2$	9.15	20.30	12	42	$4, \bar{7}, \bar{3}.8$	$9.02\frac{1}{2}$	70.30	9
24	$8, \bar{1}0, \bar{2}.3$	$9.17\frac{1}{2}$	32.30	5	43	$1, \bar{2}, \bar{1}.3$	8.15	75.30	9
25	$7, \bar{9}, \bar{2}.4$	8.50	44.15	9	44	$1, \bar{3}, \bar{2}.7$	7.15	81.00	12
4	$\bar{5}, \bar{6}, \bar{1}.0$	9.05	0.00	12	45	$0, \bar{1}, \bar{1}.4$	$6.27\frac{1}{2}$	86.00	2
31	$14, \bar{1}7, \bar{3}.1$	9.35	7.00	12	53	$16, \bar{2}1, \bar{5}.1$	13.36	7.00	12
30	$13, \bar{1}6, \bar{3}.2$	$9.52\frac{1}{2}$	14.30	11	54	$10, \bar{1}4, \bar{4}.3$	$14.17\frac{1}{2}$	26.00	9
28	$10, \bar{1}3, \bar{3}.5$	9.50	39.45	9	55	$4, \bar{7}, \bar{3}.5$	13.45	40.00	9
27	$3, \bar{4}, \bar{1}.2$	9.05	43.00	12	6	$13, \bar{1}7, \bar{4}.0$	13.05	0.00	12
26	$7, \bar{1}0, \bar{3}.8$	7.40	62.15	11	56	$12, \bar{1}6, \bar{4}.1$	14.15	7.30	8

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
57	11.15.4.2	14.50	16.00	9	100	5.7.2.1	15.27 $\frac{1}{2}$	17.45	10
58	7.10.3.3	14.27 $\frac{1}{2}$	34.45	12	99	8.11.3.2	14.12 $\frac{1}{2}$	22.07 $\frac{1}{2}$	9
59	6.9.3.4	14.30	43.52 $\frac{1}{2}$	8	98	3.4.1.1	15.15	14.00	5
62	4.7.3.6	14.35	65.00	7	122	14.18.4.7	9.27 $\frac{1}{2}$	38.00	11
65	2.5.3.7	10.32 $\frac{1}{2}$	75.45	9	121	13.17.4.6	10.22 $\frac{1}{2}$	37.15	12
66	1.2.1.2	11.50	68.00	7	120	12.16.4.5	11.30	34.45	11
75	4.7.3.5	13.30	60.15	7	119	11.15.4.4	13.05	31.00	8
60	5.8.3.4	14.22 $\frac{1}{2}$	49.45	9	118	9.13.4.2	16.37 $\frac{1}{2}$	19.00	12
61	8.11.3.1	15.02 $\frac{1}{2}$	11.15	11	117	8.12.4.1	18.07 $\frac{1}{2}$	12.00	12
7	3.4.1.0	14.00	0.00	7	116	14.21.7.1	19.10	6.30	12
64	10.13.3.1	12.35	9.22 $\frac{1}{2}$	7	112	0.3.3.5	14.12 $\frac{1}{2}$	81.30	8
71	11.14.3.2	11.17 $\frac{1}{2}$	17.45	11	111	1.2.3.6	12.37 $\frac{1}{2}$	87.30	12
72	4.5.1.1	10.05	23.00	11	126	1.4.5.9	13.55	85.00	11
73	13.16.3.4	9.25	26.00	12	127	0.5.5.8	15.22 $\frac{1}{2}$	81.00	10
74	4.8.4.7	13.05	66.30	11	129	1.6.5.7	17.15	75.30	8
93	8.10.2.3	9.17 $\frac{1}{2}$	32.30	11	133	2.7.5.6	19.00	68.30	12
92	7.9.2.2	11.07 $\frac{1}{2}$	25.30	5	124	11.16.5.3	16.30	23.15	12
91	13.17.4.3	12.12 $\frac{1}{2}$	21.00	12	123	12.17.5.4	14.50	28.45	12
90	6.8.2.1	13.27 $\frac{1}{2}$	15.15	8	125	4.6.2.1	18.02 $\frac{1}{2}$	21.00	10
89	11.15.4.1	14.47 $\frac{1}{2}$	8.00	8	130	0.2.2.3	16.35	80.00	7
8	5.7.2.0	15.55	0.00	11	131	0.5.5.7	16.57 $\frac{1}{2}$	79.15	12
88	14.20.6.1	17.02 $\frac{1}{2}$	6.22 $\frac{1}{2}$	11	128	7.15.8.9	18.57 $\frac{1}{2}$	60.45	10
87	13.19.6.2	17.35	13.22 $\frac{1}{2}$	11	149	1.9.10.8	22.40	73.00	12
86	4.6.2.1	18.07 $\frac{1}{2}$	28.22 $\frac{1}{2}$	8	146	1.1.2.3	16.50	90.00	10
85	11.17.6.4	17.52 $\frac{1}{2}$	36.15	9	147	3.5.8.11	17.42 $\frac{1}{2}$	88.00	12
84	3.5.2.2	17.25	44.00	10	148	1.3.4.5	19.40	84.00	12
83	5.9.4.5	16.00	55.15	9	151	0.1.1.1	23.35	75.30	11
82	2.4.2.3	14.50	62.00	9	145	3.5.2.1	21.27 $\frac{1}{2}$	25.45	12
81	3.7.4.7	13.30	69.30	6	144	14.23.9.5	20.42 $\frac{1}{2}$	27.40	12
80	1.3.2.4	12.20	75.52 $\frac{1}{2}$	12	143	5.8.3.2	19.10	31.00	8
79	1.5.4.9	11.02 $\frac{1}{2}$	80.00	12	142	11.17.6.5	17.15	34.45	4
78	0.2.2.5	10.02 $\frac{1}{2}$	83.45	6	141	2.3.1.1	15.25	37.37 $\frac{1}{2}$	5
77	1.1.2.6	8.32 $\frac{1}{2}$	90.00	11	140	9.13.4.5	13.25	41.15	9
76	2.0.2.7	7.22 $\frac{1}{2}$	85.30	10	139	7.10.3.4	12.45	42.30	11
96	2.5.3.5	14.45	70.00	10	138	8.11.3.5	10.55	45.00	12
105	3.6.3.4	17.27 $\frac{1}{2}$	56.37 $\frac{1}{2}$	8	137	3.4.1.2	9.30	48.00	5
104	4.7.3.3	18.40	48.15	12	136	10.13.3.7	7.57 $\frac{1}{2}$	49.45	9
103	5.8.3.2	19.20	33.15	12	135	4.5.1.3	6.45	52.00	5
9	7.10.3.0	16.42 $\frac{1}{2}$	0.00	12	134	9.11.2.7	5.15	53.00	3
95	8.11.3.1	12.42 $\frac{1}{2}$	29.45	10	158	8.13.5.5	17.10	42.30	12
94	10.25.6.5	12.50	24.00	11	159	10.17.7.6	19.05	40.00	12
108	1.2.3.7	12.32 $\frac{1}{2}$	77.15	8	157	10.16.6.7	15.57 $\frac{1}{2}$	46.00	11
107	0.1.1.2	11.00	88.00	5	160	8.14.6.5	20.00	41.15	12
106	1.4.3.5	14.35	82.30	12	156	5.8.3.4	14.20	49.15	12
113	2.5.3.4	17.12 $\frac{1}{2}$	65.00	11	155	10.15.5.8	12.20	51.15	12
114	5.11.6.7	18.20	59.15	11	152	5.7.2.6	7.30	63.00	12
115	1.2.1.1	19.52 $\frac{1}{2}$	52.00	9	153	7.10.3.7	9.22 $\frac{1}{2}$	57.30	11
102	13.19.6.1	18.35	6.30	10					
101	7.10.3.1	17.20	12.45	12					

Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Mir.	φ Grad.Min.	Schw.	Nr.	Index (Bravais)	α Grad.Min.	φ Grad.Min.	Schw.
154	$\bar{9}.13.\bar{4}.8$	$10.32\frac{1}{2}$	55.30	12	188	$\bar{3}.7.\bar{4}.8$	12.05	72.00	6
161	$\bar{7}.12.\bar{5}.5$	$17.47\frac{1}{2}$	45.20	11	189	$\bar{2}.6.\bar{4}.7$	13.50	73.30	12
162	$\bar{6}.10.\bar{4}.5$	$15.32\frac{1}{2}$	50.30	11	191	$0.5.\bar{5}.7$	$17.37\frac{1}{2}$	79.20	11
163	$\bar{7}.11.\bar{4}.6$	$13.22\frac{1}{2}$	52.30	12	193	$\bar{1}.9.\bar{8}.10$	$18.57\frac{1}{2}$	75.30	11
164	$\bar{4}.6.\bar{2}.5$	$9.12\frac{1}{2}$	63.30	12	196	$0.2.\bar{2}.3$	16.35	80.00	7
165	$\bar{3}.5.\bar{2}.4$	$11.22\frac{1}{2}$	62.30	7	194	$\bar{1}.11.\bar{10}.12$	$20.02\frac{1}{2}$	75.30	12
166	$\bar{7}.12.\bar{5}.8$	13.35	58.30	11	194a	$0.8.\bar{8}.9$	21.45	76.30	12
167	$\bar{4}.7.\bar{3}.4$	$15.22\frac{1}{2}$	54.30	9	195	$\bar{1}.5.\bar{4}.8$	$18.37\frac{1}{2}$	82.30	11
168	$\bar{7}.13.\bar{6}.7$	17.30	53.00	11	197	$3.5.\bar{8}.10$	$19.52\frac{1}{2}$	87.00	12
169	$\bar{7}.13.\bar{6}.6$	$19.02\frac{1}{2}$	49.45	11	198	$3.4.\bar{7}.8$	21.35	88.00	12
178	$\bar{3}.5.\bar{2}.5$	8.55	67.30	12	199	$1.1.\bar{2}.3$	16.55	90.00	10
173	$\bar{6}.11.\bar{5}.7$	$15.17\frac{1}{2}$	58.00	9	200	$2.3.\bar{5}.8$	15.50	88.00	10
177	$\bar{5}.9.\bar{4}.7$	12.50	62.00	12	201	$1.2.\bar{3}.5$	15.10	87.00	11
179	$\bar{4}.7.\bar{3}.7$	$10.02\frac{1}{2}$	67.30	7	202	$1.3.\bar{4}.7$	$14.17\frac{1}{2}$	85.45	11
170	$\bar{1}.2.\bar{1}.1$	19.40	52.00	11	203	$1.4.\bar{5}.9$	14.00	85.00	12
171	$\bar{5}.10.\bar{5}.6$	$17.37\frac{1}{2}$	$57.22\frac{1}{2}$	7	204	$0.1.\bar{1}.2$	$12.42\frac{1}{2}$	82.30	7
172	$\bar{3}.6.\bar{3}.4$	$16.47\frac{1}{2}$	59.00	12	205	$\bar{1}.5.\bar{4}.9$	11.15	80.15	5
176	$\bar{2}.4.\bar{2}.3$	$14.57\frac{1}{2}$	62.45	9	206	$2.9.\bar{7}.16$	10.55	80.00	9
174	$\bar{6}.13.\bar{7}.8$	18.40	58.15	10	207	$\bar{1}.3.\bar{2}.5$	10.00	78.15	12
175	$\bar{5}.11.\bar{6}.8$	16.50	62.30	6	208	$\bar{2}.5.\bar{3}.8$	$9.27\frac{1}{2}$	77.15	11
182	$\bar{4}.9.\bar{5}.8$	14.35	$67.22\frac{1}{2}$	8	209	$\bar{1}.2.\bar{1}.3$	8.30	75.00	12
181	$\bar{6}.12.\bar{6}.11$	13.00	67.00	11	210	$\bar{3}.5.\bar{2}.7$	$7.02\frac{1}{2}$	74.00	12
180	$\bar{1}.2.\bar{1}.2$	$11.57\frac{1}{2}$	68.00	6	211	$\bar{2}.3.\bar{1}.4$	6.05	71.30	10
184	$\bar{4}.9.\bar{5}.7$	$21.12\frac{1}{2}$	64.15	12	212	$\bar{5}.7.\bar{2}.9$	4.50	71.00	12
185	$\bar{1}.4.\bar{3}.4$	$17.52\frac{1}{2}$	72.00	12	213	$0.3.\bar{3}.11$	5.05	88.00	3
192	$\bar{2}.8.\bar{6}.9$	16.25	74.30	12	214	$0.5.\bar{5}.16$	7.10	86.00	10
190	$\bar{1}.6.\bar{5}.8$	$15.27\frac{1}{2}$	77.15	12	215	$1.2.\bar{3}.8$	9.35	88.00	12
183	$\bar{3}.8.\bar{5}.7$	$16.42\frac{1}{2}$	$67.57\frac{1}{2}$	11	216	$1.1.\bar{2}.6$	8.40	90.00	9
186	$\bar{1}.3.\bar{2}.3$	$15.57\frac{1}{2}$	$71.07\frac{1}{2}$	12	217	$0.4.\bar{4}.15$	6.35	86.00	12
187	$\bar{2}.5.\bar{3}.5$	$14.17\frac{1}{2}$	70.00	10	218	$1.2.\bar{3}.7$	11.00	87.45	8
					219	$1.2.\bar{3}.6$	12.45	87.30	12

Die Tabelle Nr. 8 gibt eine Zusammenstellung sämtlicher in den Laue-diagrammen auftretenden Formen. Es sind deren im ganzen 763. Von ihnen erfüllen 48,5% die Rhomboederstrukturbedingung $h - i - l = 3p$.*)

Tabelle Nr. 8.

Nr.	Form (Bravais)	Häufig- keit	Nr.	Form (Bravais)	Häufig- keit	Nr.	Form (Bravais)	Häufig- keit	Nr.	Form (Bravais)	Häufig- keit
	(+) Trigonale Pyramiden		6	$2.0.\bar{2}.1$	3	14	$4.0.\bar{4}.5$	1	22	$6.0.\bar{6}.5$	1
			7	$2.0.\bar{2}.3$	2	15*	$4.0.\bar{4}.7$	1	23*	$7.0.\bar{7}.1$	3
			8	$2.0.\bar{2}.7$	1	16*	$5.0.\bar{5}.2$	1	24	$7.0.\bar{7}.2$	1
1*	$1.0.\bar{1}.1$	4	9	$3.0.\bar{3}.1$	2	17	$5.0.\bar{5}.6$	1	25*	$7.0.\bar{7}.4$	1
2	$1.0.\bar{1}.2$	3	10	$3.0.\bar{3}.2$	2	18	$5.0.\bar{5}.7$	3	26	$7.0.\bar{7}.8$	1
3	$1.0.\bar{1}.3$	1	11	$3.0.\bar{3}.4$	1	19*	$5.0.\bar{5}.8$	1	27*	$8.0.\bar{8}.5$	1
4*	$1.0.\bar{1}.4$	2	12	$3.0.\bar{3}.5$	1	20	$6.0.\bar{6}.1$	1	28	$9.0.\bar{9}.1$	1
5	$1.0.\bar{1}.5$	1	13*	$4.0.\bar{4}.1$	1	21	$6.0.\bar{6}.2$	1	29*	$10.0.\bar{10}.1$	1

*) In der Tabelle sind die Formen, die der Bedingung genügen, mit * versehen. An späterer Stelle soll auf diese Tatsache noch näher eingegangen werden.

Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit	Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit	Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit	Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit
30*	10.0.10.4	1	77	0.9.9.1	1	124*	10.10.20.3	2	171*	10.1.11.3	2
31*	10.0.10.7	1	78	0.9.9.4	1	125*	11.11.22.3	1	172	10.1.11.4	1
32	11.0.11.1	1	79	0.9.9.7	1	(+ Ditrigonale Pyramiden					
33*	11.0.11.2	1	80	0.10.10.1	2						
34	11.0.11.4	1	81	0.10.10.7	1	126	2.1.3.1	6	173*	10.1.11.6	4
35*	11.0.11.5	1	82	0.11.11.2	1	127	2.1.3.2	2	174*	10.1.11.12	1
36	11.0.11.7	1	83*	0.11.11.4	1	128	2.1.3.3	2	175*	11.1.12.1	3
37	11.0.11.10	1	84	0.11.11.8	1	129*	2.1.3.4	4	176*	11.1.12.4	2
38	12.0.12.1	1	85	0.12.12.5	1	130	2.1.3.6	1	177*	12.1.13.2	3
39*	13.0.13.1	1	86	0.12.12.7	1	131*	2.1.3.7	4	178	12.1.13.4	1
40	13.0.13.2	1	87*	0.13.13.2	1	132	2.1.3.8	1	179	12.1.13.7	1
41*	13.0.13.7	1	88*	0.13.13.5	3	133	3.1.4.1	5	180*	12.1.13.11	1
42	15.0.15.1	2	89	0.13.13.6	1	134*	3.1.4.2	4	181*	13.1.14.3	1
43	15.0.15.2	1	90	0.13.13.7	1	135	3.1.4.3	1	182*	14.1.15.1	1
44*	23.0.23.2	1	91*	0.14.14.1	1	136	3.1.4.4	1	183*	14.1.15.4	1
(-) Trigonale Pyramiden			92*	0.16.16.5	1	137*	3.1.4.5	2	184*	15.1.16.2	4
			93*	0.17.17.1	1	138	3.1.4.7	1	185	15.1.16.4	2
			94	0.17.17.2	1	139*	3.1.4.8	1	186*	16.1.17.3	1
			95*	0.20.20.1	1	140	4.1.5.1	3	187	18.1.19.1	1
			96	0.21.21.2	1	141*	4.1.5.3	3	188	21.1.22.1	1
			97	1.1.2.1	3	142*	4.1.5.6	2	189	22.1.23.1	1
			98	1.1.2.2	5	143*	4.1.5.9	3	190*	3.2.5.1	5
Hexagonale Pyramiden			99*	1.1.2.3	6	144*	5.1.6.1	5	191	3.2.5.2	2
			100*	1.1.2.6	3	145*	5.1.6.4	1	192	3.2.5.3	1
			101	2.2.4.1	2	146	5.1.6.5	1	193*	3.2.5.4	3
			102*	2.2.4.3	3	147	5.1.6.6	1	194	3.2.5.5	3
			103	3.3.6.1	4	148*	5.1.6.7	2	195	3.2.5.6	1
			104	3.3.6.2	1	149	6.1.7.1	1	196*	3.2.5.7	2
			105	3.3.6.4	2	150*	6.1.7.2	3	197	3.2.5.8	1
			106	3.3.6.5	1	151*	6.1.7.5	1	198	3.2.5.8	1
			107	4.4.8.1	1	152	6.1.7.9	1	199*	4.2.6.1	5
			108*	4.4.8.3	1	153*	7.1.8.3	3	200	4.2.6.5	1
			109	4.4.8.7	2	154	7.1.8.4	1	201	4.2.6.7	1
			110*	4.4.8.9	2	155*	7.1.8.6	2	202*	5.2.7.1	3
			111	5.5.10.1	1	156*	7.1.8.9	1	203*	5.2.7.3	3
			112	5.5.10.2	1	157*	8.1.9.1	3	204*	5.2.7.6	3
			113*	5.5.10.3	4	158	8.1.9.3	2	205*	5.2.7.9	2
			114*	5.5.10.6	1	159*	8.1.9.4	1	206	6.2.8.1	5
			115*	5.5.10.9	2	160	8.1.9.5	1	207	6.2.8.3	1
			116	6.6.12.11	1	161	8.1.9.6	1	208*	6.2.8.5	1
			117	7.7.14.1	1	162*	8.1.9.7	1	209	6.2.8.7	1
			118	7.7.14.2	3	163	8.1.9.8	1	210*	7.2.9.1	2
			119*	7.7.14.3	2	164	9.1.10.1	1	211	7.2.9.2	5
			120*	7.7.14.6	1	165*	9.1.10.2	3	212	7.2.9.3	1
			121*	8.8.16.3	1	166	9.1.10.4	2	213*	7.2.9.4	1
			122	9.9.18.4	1	167*	9.1.10.5	1	214	7.2.9.5	1
			123	10.10.20.1	1	168	9.1.10.7	1	215	7.2.9.7	2
						169*	9.1.10.8	2	216	7.2.9.10	2
						170	10.1.11.1	1	217	8.2.10.1	2
									218*	8.2.10.3	3
									219*	8.2.10.9	1
									220*	9.2.11.1	4

Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit									
221	9.2.11.2	1	271	11.3.14.1	1	321	12.4.16.1	3	371	26.5.31.2	1
222*	9.2.11.4	1	272*	11.3.14.2	2	322*	12.4.16.5	2	372*	7.6.13.1	4
223	9.2.11.5	1	273	11.3.14.4	1	323	13.4.17.1	1	373*	7.6.13.4	3
224*	9.2.11.7	1	274*	11.3.14.5	1	324*	13.4.17.3	3	374	7.6.13.6	1
225	9.2.11.8	1	275	11.3.14.7	1	325*	13.4.17.6	4	375*	7.6.13.7	1
226	9.2.11.11	1	276*	11.3.14.8	1	326*	14.4.18.7	3	376	8.6.14.1	1
227*	10.2.12.5	3	277	12.3.15.1	1	327*	16.4.20.3	1	377*	8.6.14.2	1
228	11.2.13.1	1	278	12.3.15.4	1	328*	17.4.21.1	1	378*	8.6.14.5	3
229	11.2.13.2	2	279*	13.3.16.1	4	329*	19.4.23.3	1	379	9.6.15.1	1
230*	11.2.13.3	2	280	13.3.16.2	2	330*	6.5.11.1	4	380	9.6.15.2	1
231*	11.2.13.9	1	281*	13.3.16.4	4	331*	6.5.11.4	3	381*	10.6.16.1	1
232*	12.2.14.1	4	282	13.3.16.5	1	332*	6.5.11.7	2	382	10.6.16.2	1
233*	12.2.14.7	1	283	14.3.17.1	1	333	6.5.11.8	1	383	10.6.16.5	1
234*	13.2.15.2	2	284*	14.3.17.2	3	334*	6.5.11.10	1	384*	10.6.16.7	1
235	13.2.15.4	1	285	14.3.17.4	1	335*	7.5.12.2	3	385	11.6.17.1	1
236	13.2.15.7	1	286*	15.3.18.3	1	336	7.5.12.4	1	386*	11.6.17.5	3
237*	14.2.16.3	1	287*	15.3.18.6	1	337*	7.5.12.5	1	387*	13.6.19.1	2
238	15.2.17.2	1	288	17.3.20.6	1	338	8.5.13.1	1	388*	13.6.19.4	1
239*	15.2.17.4	1	289	19.3.22.5	1	339	8.5.13.2	1	389	14.6.20.1	1
240*	15.2.17.7	1	290*	22.3.25.4	1	340*	8.5.13.3	1	390	15.6.21.2	1
241	17.2.19.2	1	291*	25.3.28.1	1	341	8.5.13.5	2	391*	16.6.22.1	1
242	23.2.25.1	1	292	30.3.33.2	1	342*	9.5.14.1	3	392*	19.6.25.4	1
243*	4.3.7.1	4	293*	5.4.9.1	5	343	9.5.14.2	1	393	19.6.25.5	1
244	4.3.7.3	1	294	5.4.9.2	1	344*	9.5.14.4	2	394*	8.7.15.1	1
245*	4.3.7.4	2	295	5.4.9.5	1	345	9.5.14.5	1	395	8.7.15.3	1
246*	4.3.7.7	3	296*	5.4.9.7	2	346	10.5.15.1	1	396*	8.7.15.4	2
247	4.3.7.8	2	297	5.4.9.8	2	347*	10.5.15.2	2	397	8.7.15.9	1
248	5.3.8.1	3	298*	5.4.9.10	2	348	10.5.15.4	1	398*	9.7.16.2	2
249*	5.3.8.2	4	299	5.4.9.11	2	349	10.5.15.6	1	399*	9.7.16.5	3
250	5.3.8.3	1	300	6.4.10.1	1	350*	10.5.15.8	1	400	10.7.17.1	1
251	5.3.8.4	3	301*	6.4.10.5	2	351	11.5.16.1	1	401*	10.7.17.6	1
252	5.3.8.7	1	302	7.4.11.1	1	352*	11.5.16.3	4	402*	11.7.18.1	2
253	5.3.8.10	1	303*	7.4.11.3	4	353*	11.5.16.6	2	403	11.7.18.2	1
254*	5.3.8.11	1	304*	7.4.11.6	2	354*	12.5.17.1	1	404*	11.7.18.4	2
255*	7.3.10.1	5	305*	7.4.11.9	1	355	12.5.17.2	1	405	11.7.18.8	1
256	7.3.10.2	1	306*	8.4.12.1	4	356*	12.5.17.4	2	406	12.7.19.1	3
257*	7.3.10.4	2	307	8.4.12.5	1	357*	12.5.17.16	1	407*	12.7.19.2	3
258*	7.3.10.7	2	308	9.4.13.1	1	358	13.5.18.1	1	408*	12.7.19.5	1
259	7.3.10.11	1	309*	9.4.13.2	3	359*	13.5.18.2	1	409	13.7.20.2	1
260	8.3.11.1	2	310	9.4.13.4	1	360	14.5.19.1	1	410*	13.7.20.6	1
261*	8.3.11.2	3	311*	9.4.13.5	3	361*	15.5.20.1	1	411*	14.7.21.1	2
262	8.3.11.4	1	312	9.4.13.7	1	362	15.5.20.2	1	412*	17.7.24.10	1
263*	8.3.11.5	2	313*	9.4.13.8	1	363*	15.5.20.4	2	413	18.7.25.4	1
264	9.3.12.1	1	314	9.4.13.10	1	364	16.5.21.1	2	414*	9.8.17.1	2
265	9.3.12.2	2	315	10.4.14.1	1	365	16.5.21.4	1	415	9.8.17.2	1
266	9.3.12.4	1	316*	10.4.14.3	1	366*	16.5.21.5	1	416*	9.8.17.4	2
267*	10.3.13.1	5	317	10.4.14.5	1	367	16.5.21.7	1	417*	10.8.18.5	2
268	10.13.3.2	1	318*	11.4.15.1	4	368*	17.5.22.3	1	418*	12.8.20.1	1
269*	10.3.13.4	2	319	11.4.15.2	1	369*	17.5.22.6	1	419	10.9.19.2	1
270*	10.3.13.7	1	320*	11.4.15.4	3	370	19.5.24.4	1	420*	10.9.19.4	1

Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit	Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit	Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit	Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit
421*	11.9.20.2	3	468	1.8.9.4	2	519	2.6.8.7	1	569*	3.8.11.1	4
422*	13.9.22.1	1	469	1.8.9.7	1	520	2.6.8.9	1	570	3.8.11.2	2
423*	13.9.22.4	1	470*	1.9.10.1	2	521*	2.7.9.1	5	571*	3.8.11.4	2
424*	14.9.23.5	1	471*	1.9.10.4	2	522	2.7.9.2	1	572	3.8.11.8	1
425*	11.10.21.4	1	472	1.9.10.5	1	523	2.7.9.3	1	573*	3.9.12.6	1
426*	11.10.21.7	2	473*	1.10.11.6	2	524*	2.7.9.4	3	574	3.10.13.1	1
427*	14.10.24.1	2	475*	1.10.11.12	1	525	2.7.9.8	2	575*	3.10.13.2	2
428*	17.10.27.4	1	476*	1.11.12.2	2	526*	2.7.9.10	1	576*	3.10.13.5	3
429*	12.11.23.1	1	477	1.11.12.4	1	527*	2.7.9.16	1	577	3.10.13.13	1
430*	15.11.26.4	1	478*	1.11.12.5	2	528*	2.8.10.3	4	578*	3.11.14.1	2
431*	20.8.28.3	1	479	1.12.13.2	1	529*	2.8.10.9	1	579	3.11.14.2	2
(—) Ditrigonale Pyramiden			480	1.12.13.5	1	530	2.9.11.1	1	580*	3.11.14.4	1
432	1.2.3.1	3	481	1.12.13.8	2	531*	2.9.11.2	1	581	3.11.14.5	1
433*	1.2.3.2	3	482	1.13.14.1	1	532	2.9.11.4	1	582	3.11.14.8	1
434	1.2.3.3	3	483	1.13.14.2	1	533*	2.9.11.5	2	583	3.12.15.1	2
435	1.2.3.4	1	484*	1.13.14.3	1	534*	2.10.12.1	4	584	3.12.15.2	1
436*	1.2.3.5	3	485*	1.13.14.9	1	535	2.10.12.2	1	585	3.13.16.1	1
437	1.2.3.6	1	486	1.14.15.1	1	536	2.10.12.5	1	586*	3.13.16.2	3
438	1.2.3.7	1	487*	1.14.15.2	1	537*	2.11.13.3	3	587	3.13.16.4	1
439*	1.2.3.8	1	488	1.14.15.6	1	538*	2.11.13.6	1	588*	3.14.17.1	4
440*	1.3.4.1	4	489*	1.15.16.1	1	539*	2.12.14.2	1	589	3.14.17.2	1
441	1.3.4.2	2	490	1.15.16.2	1	540*	2.12.14.5	1	590	3.14.17.5	1
442	1.3.4.3	1	491*	1.15.16.4	1	541*	2.13.15.1	3	591	3.14.17.8	1
443*	1.3.4.4	2	492	1.15.16.5	1	542	2.13.15.2	2	592	3.15.18.2	1
444	1.3.4.5	2	493	1.15.16.8	2	543*	2.13.15.4	1	593	3.15.18.4	1
445*	1.3.4.7	2	494*	1.16.17.3	1	544	2.15.17.1	1	594	3.15.18.7	1
446	1.4.5.1	1	495*	1.16.17.6	1	545*	2.15.17.2	2	595	3.16.19.1	2
447	1.4.5.2	2	496*	1.17.18.2	1	546	2.15.17.7	1	596*	3.16.19.2	1
448*	1.4.5.3	3	497	1.17.18.10	1	547*	2.16.18.1	1	597*	3.20.23.1	1
449*	1.4.5.6	1	498	1.19.20.2	1	548	2.16.18.2	1	598	3.30.33.2	1
450	1.4.5.8	1	499	1.20.21.1	1	549	2.16.18.3	1	599	4.5.9.1	2
451*	1.4.5.9	3	500*	1.21.22.1	1	550	2.23.25.1	1	600*	4.5.9.2	1
452	1.5.6.1	2	501	1.26.27.1	1	551	2.25.27.2	1	601	4.5.9.7	1
453*	1.5.6.2	4	502	1.27.28.2	1	552	3.4.7.1	4	602*	4.5.9.8	2
454	1.5.6.4	2	503	2.3.5.1	2	553*	3.4.7.2	2	603*	4.6.10.1	3
455*	1.5.6.5	3	504*	2.3.5.2	2	554*	3.4.7.5	2	604	4.6.10.3	1
456	1.5.6.7	2	505*	2.3.5.5	3	555	3.4.7.6	1	605	4.7.11.1	1
457*	1.5.6.8	3	506	2.3.5.7	1	556	3.4.7.7	2	606*	4.7.11.3	2
458	1.5.6.10	1	507*	2.3.5.8	2	557*	3.4.7.8	4	607*	4.7.11.9	1
459*	1.6.7.1	5	508*	2.4.6.1	2	558*	3.5.8.1	4	608	4.8.12.1	2
460	1.6.7.2	1	509	2.4.6.3	1	559	3.5.8.2	2	609*	4.9.13.1	4
461*	1.6.7.4	1	510	2.4.6.5	1	560*	3.5.8.4	2	610	4.9.13.2	2
462*	1.6.7.10	1	511*	2.4.6.7	2	561*	3.5.8.7	3	611*	4.9.13.4	2
463	1.7.8.1	1	512	2.5.7.1	2	562	3.5.8.8	1	612	4.9.13.6	1
464*	1.7.8.3	4	513*	2.5.7.3	1	563*	3.5.8.10	2	613*	4.9.13.7	1
465*	1.7.8.6	1	514	2.5.7.5	1	564	3.6.9.4	1	614*	4.10.14.3	1
466*	1.7.8.9	2	515*	2.5.7.6	1	565	3.7.10.1	2	615	4.11.15.1	1
467*	1.8.9.2	2	516	2.5.7.7	1	566	3.7.10.3	2	616*	4.11.15.2	3
			517*	2.5.7.9	1	567	3.7.10.7	1	617	4.11.15.4	1
			518	2.6.8.1	2	568*	3.7.10.8	1	618*	4.11.15.5	2

Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit	Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit	Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit	Nr.	Form (Bravais)	Häufigkeit
619*	4.12.16.1	2	657	5.15.20.1	1	695*	7.12.19.1	4	730*	5.2.7.0	2
620	4.12.16.5	1	658	5.15.20.4	1	696	7.12.19.2	1	731	7.2.9.0	1
621	4.13.17.1	2	659	5.15.20.7	1	697	7.13.20.2	1	732	4.3.7.0	1
622	4.13.17.2	1	660*	5.16.21.1	2	698	7.14.21.1	1	733	7.3.10.0	1
623*	4.13.17.3	3	661	5.16.21.2	1	699*	7.14.21.2	1	734*	11.2.13.0	1
624	4.14.18.1	1	662	5.16.21.5	1	700	7.15.22.2	1	735	17.3.20.0	1
625	4.14.18.7	1	663	5.17.22.1	1	701*	8.9.17.2	1	736*	19.1.20.0	1
626*	4.15.19.1	3	664*	5.17.22.3	1	702*	8.9.17.5	1	(-) Prismen		
627	4.15.19.5	1	665	5.18.23.1	1	703*	8.10.18.1	2			
628	4.16.20.1	1	666*	6.7.13.2	2	704*	8.11.19.3	1	737	0.1.1.0	2
629*	4.16.20.3	1	667	6.7.13.6	1	705*	8.13.21.1	4	738	1.2.3.0	2
630	4.17.21.1	2	668*	6.8.14.1	1	706	8.13.21.2	1	739	1.3.4.0	3
631*	4.17.21.2	1	669	6.9.15.1	1	707*	8.15.23.2	1	740*	1.4.5.0	5
632	4.21.25.2	1	670	6.9.15.2	1	708*	8.20.28.3	1	741	1.5.6.0	3
633	5.6.11.1	2	671	6.10.16.1	1	709*	9.11.20.1	1	742	1.6.7.0	3
634*	5.6.11.2	4	672*	6.10.16.2	1	710	9.11.20.2	1	743*	1.7.8.0	1
635*	5.6.11.8	2	673*	6.10.16.5	2	711*	9.11.20.4	1	744	1.12.13.0	1
636	5.6.11.10	1	674*	6.11.17.1	4	712*	9.13.22.2	1	745*	1.13.14.0	1
637	5.6.11.12	1	675	6.11.17.2	1	713	9.18.27.2	1	746*	1.16.17.0	1
638	5.6.11.13	1	676	6.11.17.3	1	714*	10.11.21.2	2	747	2.3.5.0	3
639*	5.7.12.1	3	677*	6.11.17.4	2	715*	10.17.27.2	1	748*	2.5.7.0	1
640	5.7.12.2	1	678	6.11.17.6	1	716	10.19.29.4	1	749	2.7.9.0	1
641*	5.7.12.4	3	679*	6.13.19.2	2	717	11.14.25.2	1	750	3.4.7.0	1
642	5.8.13.1	1	680*	6.13.19.5	1	718*	11.15.26.2	1	751	3.5.8.0	1
643*	5.8.13.3	1	681*	6.13.19.8	1	719*	11.22.23.4	1	752	3.7.10.0	1
644	5.9.14.1	1	682*	6.14.20.1	1	(+) Prismen			753	3.8.11.0	1
645	5.9.14.2	2	683*	6.14.20.7	1				754	3.10.13.0	2
646*	5.9.14.5	2	684	6.15.21.1	1	720*	1.1.2.0	2	755	3.11.14.0	2
647*	5.10.15.1	3	685	6.16.22.1	1	721	1.0.1.0	1	756*	4.7.11.0	1
648	5.10.15.2	3	686*	7.8.15.2	4	722	3.1.4.0	2	757	4.9.13.0	1
649*	5.10.15.4	1	687*	7.8.15.5	2	723*	4.1.5.0	2	758	4.11.15.0	1
650	5.11.16.1	1	688*	7.9.16.1	3	724	5.1.6.0	2	759*	4.13.17.0	1
651*	5.11.16.3	1	689*	7.9.16.4	1	725	6.1.7.0	1	760*	5.6.11.0	1
652*	5.11.16.6	1	690	7.10.17.2	1	726*	7.1.8.0	1	761*	5.8.13.0	1
653*	5.11.16.9	1	691*	7.10.17.3	1	727	9.1.10.0	1	762	5.9.14.0	1
654	5.12.17.4	1	692*	7.10.17.9	1	728	11.1.12.0	2	763	5.12.17.0	1
655	5.13.18.2	1	693*	7.11.18.2	2	729	14.1.15.0	1			
656	5.14.19.1	1	694	7.11.18.3	1						

Zur weiteren Uebersicht wurden noch für die Flächen (10 $\bar{1}$ 0), (11 $\bar{2}$ 0) und (0001) die Indicesfelder konstruiert.

Als Ordinaten sind die Inhalte der Elementarparallelogramme, berechnet nach der Formel: $J = \sqrt{h^2 + i^2 + ih + \frac{3}{4} \frac{a^2}{c^2}}$ aufgetragen, als Abszissen im Indicesfeld von (10 $\bar{1}$ 0) die (2h+i)-Werte, von (11 $\bar{2}$ 0) die (h+i) und von (0001) die 1-Werte. Auf die Folgerungen soll später eingegangen werden.

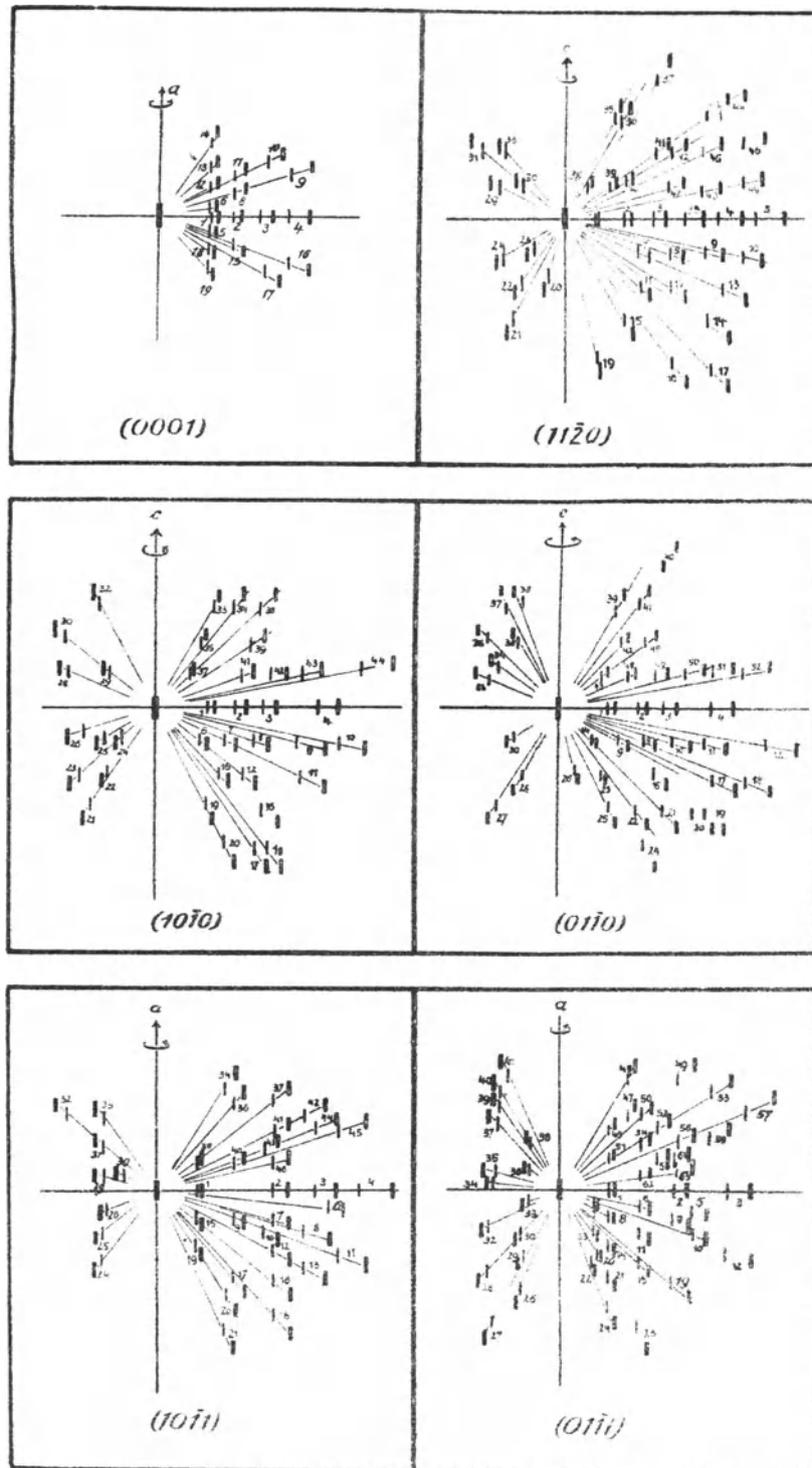


Fig. 9. Drehspektrogramme vom Turmalin.

2. Auswertung der Spektrogramme.

a) Hauptspektren.

Zu den Aufnahmen der Spektrogramme wurden dieselben Schiffe wie für die Lauediagramme verwendet. Die Spektren wurden erzeugt durch die K-Strahlung einer Lilienfeldröhre mit Molybdänantikathode. Es wurden Aufnahmen parallel (0001), (01 $\bar{1}$ 1), (10 $\bar{1}$ 1), (0110), (10 $\bar{1}$ 0) und (11 $\bar{2}$ 0) hergestellt (Fig. 9).

Zunächst sei in der folgenden Tabelle eine Uebersicht über die Röntgenperioden*) an den Hauptflächen gegeben.

Tabelle Nr. 9.

Struktur- ebene	Gemessene r der Spektren in den Ordn. I—VI						Mittel r gem.	d ber.	Verhältnis der r-Werte	r/d
	I	II	III	IV	V	VI				
0001	2,37	1,215	—	—	—	—	2,40	2,424	$\frac{2}{8} \frac{c}{a} = 0,299$	$\frac{1}{3}$
10 $\bar{1}$ 0	4,73	2,315	1,565	—	—	—	4,685	4,690	$\frac{1}{8} \sqrt{3} = 0,577$	$\frac{1}{3}$
11 $\bar{2}$ 0	15,80	8,06	5,41	4,06	3,25	2,70	16,21	16,21	I	I
10 $\bar{1}$ 1	6,25	—	2,135	1,60	1,29	—	6,576	6,459		I
01 $\bar{1}$ 1	—	—	2,165	—	—	—	6,495	6,459		I

b) Nebenspektren.

Ihre Deutung geschah mit Benutzung bisher noch nicht veröffentlichten Materials von E. Schiebold folgendermassen: Es wurden die bei Drehung um die a- bzw. c-Achse möglichen Flächen in bestimmter Zonenfolge aufgestellt und ihre Koordinaten berechnet. Als Kontrolle diente der Vergleich der gemessenen und berechneten Röntgenperioden.**)

Tabelle Nr. 10.

Form (Bravais)	r gem.	d ber.	$\Delta =$ r gem. — d ber.	Spektrogramme:						Rhomb. bed.
				(0001)	(10 $\bar{1}$ 0)	(01 $\bar{1}$ 0)	(11 $\bar{2}$ 0)	(10 $\bar{1}$ 1)	(01 $\bar{1}$ 1)	
Trigonale Pyramiden.										
0.0.0.1	7,20	7,272	-0,072	2.4	—	—	—	—	—	—
1.0. $\bar{1}$.1	6,51	6,459	+0,051	—	{19,20 32}	{25,29 36}	—	{1,2,3, 4,30}	{1,2,7, 33,36}	+
1.0. $\bar{1}$.2	3,49	3,571	-0,081	1,3,5,6	—	26	20	—	35	—
2.0. $\bar{2}$.1	5,037	5,053	-0,016	—	{16,24 27,38}	14,21	—	15,32	—	—
2.0. $\bar{2}$.3	2,292	2,291	+0,001	—	—	38	—	—	58	—
3.0. $\bar{3}$.1	4,115	3,939	+0,176	—	25	—	—	—	—	—
3.0. $\bar{3}$.2	2,80	2,873	-0,073	—	18	41	—	—	—	—
3.0. $\bar{3}$.3	2,16	2,104	+0,056	—	—	—	—	10	—	—

*) Bekanntlich ist r = Röntgenperiode = kleinster Abstand paralleler gleichbelasteter Strukturebenen
d = Identitätsperiode = kleinster Abstand paralleler identischer Strukturebenen.

**) Die auf allen Spektrogrammen gedeuteten Formen sind in folgender Tabelle zusammengestellt: In der ersten Spalte sind die Formen angegeben, in der zweiten die gemessenen Röntgenperioden, in der dritten die berechneten und in der vierten Spalte schliesslich die Differenzen zwischen den gemessenen und berechneten Röntgenperioden. In der fünften Spalte sind die Nummern der einzelnen Spektren entsprechend den Zeichnungen für jede Fläche besonders eingetragen. In der sechsten Rubrik ist die Erfüllung der Rhomboeder-Bedingung angegeben.

Form (Bravais)	r gem.	d ber.	$\Delta =$ r gem. — d ber.	Spektrogramme:						Rhomb. bed.
				(0001)	(10 $\bar{1}0$)	(01 $\bar{1}0$)	(11 $\bar{2}0$)	(10 $\bar{1}1$)	(01 $\bar{1}1$)	
4.0. $\bar{4}$.1	3,165	3,164	+ 0,001	—	7	33.48	29	—	14.46	+
5.0. $\bar{5}$.1	2,643	2,622	+ 0,021	—	28.41	8.18	—	33.24	—	—
5.0. $\bar{5}$.2	2,194	2,224	+ 0,030	—	12.30	45	—	—	15.50	+
5.0. $\bar{5}$.4	1,515	1,527	— 0,012	—	—	24	—	13.42	3	—
6.0. $\bar{6}$.3	1,685	1,683	+ 0,002	—	—	—	—	16.37	19	+
6.0. $\bar{6}$.4	1,42	1,43	— 0,01	—	—	—	—	—	53	—
7.0. $\bar{7}$.1	2,03	1,936	+ 0,094	—	42	10	—	—	—	+
7.0. $\bar{7}$.3	1,545	1,546	— 0,001	—	—	—	—	—	49	—
8.0. $\bar{8}$.1	1,775	1,712	+ 0,063	—	9.43	11.51	—	—	—	—
8.0. $\bar{8}$.3	1,435	1,582	— 0,147	—	14	19	—	—	—	—
10.0. $\bar{10}$.1	1,365	1,38	— 0,015	—	10	52	—	—	—	+
11.0. $\bar{11}$.1	1,237	1,259	— 0,022	—	44	12	—	—	—	—

Hexagonale Pyramiden.

1.1. $\bar{2}$.1	5,30	5,416	— 0,116	—	—	—	23.38	26	—	—
2.2. $\bar{4}$.2	2,72	2,708	+ 0,012	—	—	{35-37} {39.}	33	—	—	—
2.2. $\bar{4}$.3	2,00	2,08	— 0,08	11	21.33	—	{15.21} {36}	7.46	{9.52} {61}	+
2.2. $\bar{4}$.5	1,30	1,369	— 0,069	9.16	—	—	—	—	—	—
3.3. $\bar{6}$.2	2,13	2,171	— 0,041	—	—	—	41	—	—	—
3.3. $\bar{6}$.3	1,825	1,805	+ 0,020	—	—	—	—	—	10	+
3.3. $\bar{6}$.4	1,470	1,509	— 0,039	10.17	—	—	—	—	—	—
4.4. $\bar{8}$.4	1,34	1,354	— 0,014	—	—	—	—	11.45	—	—
5.5. $\bar{10}$.2	1,50	1,482	+ 0,018	—	—	—	13	—	—	—
5.5. $\bar{10}$.3	1,355	1,348	+ 0,007	—	—	—	44	—	—	+

Ditrigonale Pyramiden.

2.1. $\bar{3}$.1	4,28	4,29	— 0,01	—	6.29	30.43	30.39	29	{8.13} {30.38} {51}	+
2.1. $\bar{3}$.2	3,01	3,00	+ 0,01	12.18	22.35	23	22.37	9.40	6.32.62	—
2.1. $\bar{3}$.3	2,14	2,205	— 0,065	8.15	—	—	35	—	—	—
2.1. $\bar{3}$.4	1,80	1,681	+ 0,119	—	—	—	19	—	—	+
3.1. $\bar{4}$.1	3,43	3,436	— 0,006	—	—	9	24.40	{19.25} {31}	20	—
3.1. $\bar{4}$.2	2,653	2,659	— 0,006	—	15	—	—	—	{11.37} {54}	+
3.1. $\bar{4}$.3	2,12	2,058	+ 0,062	—	33	27	—	43	63	—
3.1. $\bar{4}$.4	1,68	1,648	+ 0,032	—	—	—	—	8	59	—
4.1. $\bar{5}$.2	2,298	2,345	— 0,050	—	—	—	31	—	—	—
4.1. $\bar{5}$.3	1,885	1,902	— 0,017	—	34	22.42	—	12.41	5	+
4.1. $\bar{5}$.4	1,57	1,564	+ 0,006	—	—	—	—	6	—	—
5.1. $\bar{6}$.1	2,355	2,385	— 0,030	—	8	49	—	—	21	+
5.1. $\bar{6}$.2	2,085	2,074	+ 0,011	—	39	15	—	{17.32} {36}	—	—
5.1. $\bar{6}$.4	1,47	1,476	— 0,006	—	17	—	—	—	—	+
7.1. $\bar{8}$.3	1,457	1,477	— 0,020	—	—	20	—	18	—	+
8.1. $\bar{9}$.2	1,445	1,504	— 0,059	—	—	17	—	—	—	—
3.2. $\bar{5}$.1	3,065	2,948	+ 0,117	—	26	—	7	—	22.29	+
3.2. $\bar{5}$.2	2,40	2,413	— 0,013	13.19	23	—	11	—	39.47	—

Form (Bravais)	r gem.	d ber.	$\Delta =$ r gem. — d ber.	Spektrogramme:						Rhomb. bed.
				(0001)	(1010)	(0110)	(1120)	(1011)	(0111)	
3.2. $\bar{5}$.3	1,945	1,932	+0,013	—	—	—	—	—	—	—
4.2. $\bar{6}$.2	2,145	2,146	—0,001	—	—	—	—	—	—	+
4.2. $\bar{6}$.4	1,49	1,501	—0,011	—	—	—	—	44	—	—
5.2. $\bar{7}$.1	2,225	2,150	+0,075	—	—	—	—	—	26	—
5.2. $\bar{7}$.2	1,855	1,915	+0,060	—	—	—	—	20.34	45	—
6.2. $\bar{8}$.1	1,857	1,884	—0,027	—	—	50	—	—	24	+
7.2. $\bar{9}$.2	1,57	1,553	+0,017	—	11	—	—	—	23	+
8.2. $\bar{10}$.1	1,445	1,502	—0,007	—	—	—	10	—	—	—
4.3. $\bar{7}$.1	2,21	2,203	+0,008	—	—	—	8.47	—	—	+
4.3. $\bar{7}$.2	1,95	1,952	—0,002	14	—	—	12.42	—	41	—
4.3. $\bar{7}$.4	1,43	1,429	+0,001	—	—	—	16	—	12	+
6.3. $\bar{9}$.2	1,630	1,593	+0,037	—	—	—	—	21	27	—
5.4. $\bar{9}$.1	1,760	1,742	+0,018	—	—	—	9.48	—	57	+
5.4. $\bar{9}$.2	1,625	1,613	+0,012	—	—	—	45	—	—	—
5.4. $\bar{9}$.3	1,455	1,445	+0,010	—	—	—	14.43	—	—	—
5.4. $\bar{9}$.4	1,28	1,293	—0,013	—	—	—	17	—	—	+
6.5. $\bar{11}$.1	1,45	1,512	—0,062	—	—	—	49	—	—	+
6.5. $\bar{11}$.2	1,365	1,366	—0,001	—	—	—	46	—	—	—

Prismen.

1.0. $\bar{1}$.0	13,98	14,06	—0,08	—	1.3.4	1.3.4	—	—	—	—
1.1. $\bar{2}$.0	8,07	8,114	—0,107	—	—	—	1.2.3 3a.4.5	—	—	+
4.1. $\bar{5}$.0	3,075	3,065	+0,010	—	2	2	—	—	—	+

c) Dimensionen des Elementarparallelepiped.

Auf Grund der in den Tabellen (9) und (10) niedergelegten Beobachtungen ist als Elementarparallelepiped ein Prisma mit rhombischer Grundfläche und 120° Kantenwinkel anzunehmen. Für die Kantenlänge des Rhombus ergibt sich als Mittelwert $a = 16,23 \times 10^{-8}$ cm, die Höhe c berechnet sich aus dem A.-V. $a:c = 1:0,44805$ zu $7,26 \times 10^{-8}$ cm.*) Ueber die Anzahl der Mole Turmalin im Elementarparallelepiped kann zurzeit wegen Fehlens genauer Analysen nichts ausgesagt werden.

d) Raumgruppe des Turmalins.

Da der mittlere Fehler einer Messung in Tabelle (10) mit den Differenzen r gem. — d ber. von derselben Größenordnung (ca. 2%) ist, also alle Strukturebenen eindeutig festgelegt sind, folgt aus der Tabelle, dass mit Ausnahme von (0001) und (10 $\bar{1}$ 0) alle Strukturebenen normale Röntgenperioden (d. i. $r=d$) liefern. Für die beiden erstgenannten Flächen fand sich $r = \frac{1}{3}d$. Auf Grund dieser Tatsachen soll nun die Raumgruppe bestimmt werden.

Bekanntlich sind der ditrigonal-pyramidalen Klasse die 6 Raumgruppen $\mathcal{C}_3 v^1 - \mathcal{C}_3 v^6$, $\mathcal{C}_3 v^1 - \mathcal{C}_3 v^4$ mit prismatischer, $\mathcal{C}_3 v^5$ u. $\mathcal{C}_3 v^6$ mit rhomboedrischer Translationsgruppe zugeordnet. (Lit. 9.)

1) Bei Annahme einer rhomboedrischen Translationsgruppe müsste die Rhomboederstrukturbedingung für alle Strukturebenen gelten, d. h. falls $h-i-l=3p$

*) Die gemessene Röntgenperiode r_{0001} ist $\frac{1}{3}c$, was durch besondere Kontrollaufnahmen bestätigt wurde.

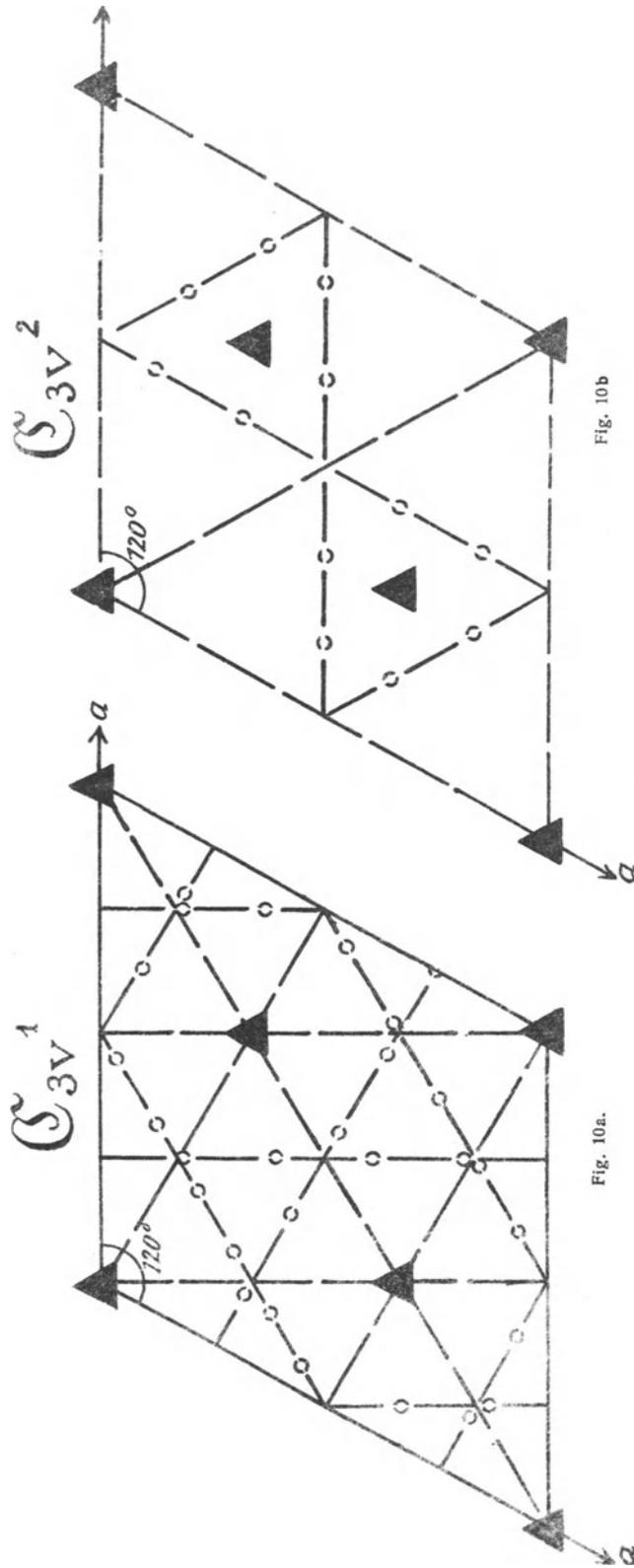


Fig. 10b

Fig. 10a.

Projektion auf (0001)

Fig. 10. Projektion der Raumgruppen S_{3V}^1 und S_{3V}^2 auf die Endfläche (0001)

wäre $r=d$, in allen übrigen Fällen $r=1/3 d$. Dies trifft durchaus nicht zu. Wie aus Tabelle (10) ersichtlich, genügen nur 41% dieser Bedingung. Auch aus den Lauediagrammen und Indicesfeldern geht dies Verhalten mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor. (Vgl. Tabelle (8) mit 48,5% derartigen Strukturflächen!) Es kommen demgemäss für Turmalin die Raumgruppen $\mathcal{C}_3 v^5$ und $\mathcal{C}_3 v^6$ nicht in Betracht.

2) Mit prismatischer Translation treten die 4 Gruppen $\mathcal{C}_3 v^1 - \mathcal{C}_3 v^4$ auf. In $\mathcal{C}_3 v^1$ (Fig. 10 a) liegen die Achsen des Elementarparallelepipeds wie gewöhnlich und die Symmetrie- und Gleitspiegelebenen verlaufen in den Richtungen der Zwischenachsen. Ferner sind 3 Arten trigonaler Drehungsachsen vorhanden: $[001]_{00}$; $[001]_{1/3, 1/3}$ und $[001]_{1/3, 2/3}$. Die allgemeine Punktlage enthält folgende 6 Punkte (Koordinaten auf das übliche hexagonale Achsenkreuz unter Fortlassung der dritten Koordinate bezogen): 1) x, y, p ; 2) $x, x-y, p$; 3) $-x+y, -x, p$; 4) $-y, -x, p$; 5) $-y, x-y, p$; 6) $-x+y, y, p$. Die Zähligkeit ist auf den trigonalen Flächen = 1, auf den Spiegelebenen = 3 und in allgemeiner Lage = 6. Es sind alle $r=d$, insbesondere gilt dies für die Endfläche (0001).

$\mathcal{C}_3 v^2$ (Fig. 10 b) besitzt dieselben Symmetrieelemente wie $\mathcal{C}_3 v^1$, nur werden die Symmetrieebenen bei gewöhnlicher Aufstellung in die Nebenachsen gelegt. Ausserdem ist die Zähligkeit auf den trigonalen Achsen verschieden, nämlich auf den Achsen $[001]_{1/3, 2/3}$ und $[001]_{2/3, 1/3} = 2$, auf $[001]_{00} = 1$. Auf den Symmetrieebenen liegen dreizählige und in allgemeiner Lage sechszählige Punkte.

Die allgemeine Punktlage ist gegeben durch die Koordinaten: 1) x, y, p ; 2) $x-y, -y, p$; 3) $-x+y, -x, p$; 4) $-x, -x+y, p$; 5) $-y, x-y, p$; 6) y, x, p . Es sind hier wieder alle $r=d$.

$\mathcal{C}_3 v^3$ und $\mathcal{C}_3 v^4$ besitzen ebenfalls trigonale Drehungsachsen entsprechend $\mathcal{C}_3 v^1$ bzw. $\mathcal{C}_3 v^2$, und ausserdem nur Gleitspiegelebenen. Bei beiden Gruppen ist die Röntgenperiode an (0001) $r=1/2 d$, bei allen übrigen Flächen $r=d$,

3) Vergleich mit der Beobachtung. Auf den ersten Blick scheint es, als ob keine der angegebenen Raumgruppen $\mathcal{C}_3 v^1 - \mathcal{C}_3 v^4$ auf den Turmalin anwendbar ist, da an (0001) nicht $r=d$ bzw. $r=1/2 d$, sondern $r=1/3 d$ gefunden wurde. Dieser Widerspruch ist nur scheinbar. Es müssen im Turmalin parallel (0001) und (10 $\bar{1}$ 0) infolge spezieller Atomanordnung schon in $1/3$ und $2/3$ des primitiven Abstandes gleichbelastete Massenebenen vorhanden sein, was nur in $\mathcal{C}_3 v^1$ und $\mathcal{C}_3 v^2$ möglich ist, da man bei $\mathcal{C}_3 v^3$ und $\mathcal{C}_3 v^4$ in diesem Falle $r=1/6 d$ hätte finden müssen. Eine Entscheidung, ob $\mathcal{C}_3 v^1$ vorliegt oder $\mathcal{C}_3 v^2$, kann vorläufig nicht getroffen werden.

Literatur=Verzeichnis.

1. Beckenkamp, J. Die vicinalen Flächen und das Rationalitätsgesetz. Zeitschr. f. Krist. etc. 36 (1902), 111—116.
 2. Boeke, H. E. Eine Anwendung mehrdimensionaler Geometrie auf chem. min. Fragen, die Zusammensetzung des Turmalins. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916, Bd. II.
 3. Bragg, W. H. u. W. L. X-rays and Crystal structure. London 1915.
 4. Credner, H. Die granitischen Gänge des sächs. Granulitgeb. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 27 (1875), 104—223.
 5. Doelter, C. Handbuch der Mineralchemie, II. Bd. 2. H.
 6. Goldschmidt, V. Index der Kristallformen der Mineralien. 3. Bd., Berlin 1891.
 7. Goldschmidt, V. Winkeltabellen.
 8. Müller, H. Krist. Untersuchungen am Turmalin aus Brasilien, Würzburg 1912.
 9. Niggli, P. Geometr. Kristallographie des Diskontinuums, 1919.
 10. Niggli, P. Beziehungen zwischen Wachstumsformen und Struktur der Kristalle. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie, Bd. 110 Heft 1 und 2.
 11. Rinne, F. Die Kristalle als Vorbilder des feinbaulichen Wesens der Materie. Berlin, Gebr. Borntraeger 1921.
 12. Schiebold, E. Die Verwendung der Lauediagramme zur Bestimmung der Struktur des Kalkspats. Leipzig 1919.
 13. Westergård, A. H. Ueber Turmalin von Minas Geraes in Brasilien. Zeitschr. f. Krist. etc. 42 (1907).
 14. v. Worobieff, V. Kristallogr. Studien über Turmalin von Ceylon und einigen andern Vorkommen. Zeitschr. f. Krist. etc. 33 (1900), 263—454.
 15. Wülfing, G. A. Ueber einige kristallogr. Konstanten des Turmalins und ihre Abhängigkeit von seiner chem. Zusammensetzung. Zeitschr. f. Krist. etc. 36 (1902).
-

- XIII. BAND. (22. Bd.) 1887. brosch. Preis *M.* 30.—
 G. T. FECHNER, Über die Frage des Weberschen Gesetzes u. Periodizitätsgesetzes im Gebiete des Zeitsinnes. 1884. *M.* 2. 80.—
 — Über die Methode der richtigen und falschen Fälle in Anwendung auf die Maßbestimmungen der Feinheit oder extensiven Empfindlichkeit des Raumsinnes. 1884. *M.* 7.—
 W. BRAUNE u. O. FISCHER, Die bei der Untersuchung v. Gelenkbewegungen anzuwendende Methode, erläutert am Gelenkmechanismus des Vorderarmes beim Menschen. Mit 4 Taf. 1885. *M.* 2.—
 F. KLEIN, Über die elliptischen Normalkurven der *n*ten Ordnung und zugehörige Modulfunktionen der *n*ten Stufe. 1885. *M.* 1. 80.—
 C. NEUMANN, Über die Kugelfunktionen P_n und Q_n , insbesondere über die Entwicklung der Ausdrücke $P_n(zx_1 + \sqrt{1-z^2}\sqrt{1-z_1^2} \cos \Phi)$ und $Q_n(zx_1 + \sqrt{1-z^2}\sqrt{1-z_1^2} \cos \Phi)$. 1886. *M.* 2. 40.—
 W. HIS, Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. Mit 1 Tafel und 10 Holzschnitten. 1886. *M.* 2.—
 H. BRUNS, Über eine Aufg. der Ausgleichsrechnung. 1886. *M.* 2.—
 R. LEUCKART, Neue Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Lebensgeschichte der Nematoden. Mit 3 Tafeln. 1887. *M.* 7.—
 C. NEUMANN, Über die Methode des arithmetischen Mittels. 1. Abhdlg. Mit 11 Holzschnitten. 1887. *M.* 3. 20
- XIV. BAND. (24. Bd.) 1888. brosch. Preis *M.* 42.—
 J. WISLICENUS, Über die räuml. Anordnung d. Atome in organischen Molekülen u. ihre Bestimmung in geometr.-isomeren ungesättigten Verbindungen. Mit 186 Figuren. 2. Abdruck. 1889. *M.* 4.—
 W. BRAUNE und O. FISCHER, Untersuchungen über die Gelenke des menschlichen Armes. I. T.: Das Ellenbogengelenk v. O. Fischer. 2. T.: Das Handgelenk von W. Braune und O. Fischer. Mit 12 Holzschnitten und 15 Tafeln. 1887. *M.* 5.—
 J. P. MALL, Die Blut- und Lymphwege im Dünndarm des Hundes. Mit 6 Tafeln. 1887. *M.* 5.—
 W. BRAUNE und O. FISCHER, Das Gesetz der Bewegungen in den Gelenken an der Basis der mittleren Finger und im Handgelenk des Menschen. Mit 2 Holzschnitten. 1887. *M.* 1.—
 O. DRASCH, Untersuchung über die papillae foliatae et circumvallatae d. Kaninchens u. Feldhasen. Mit 3 Tafeln. 1887. *M.* 4.—
 W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 18. Abhdlg.: Fortsetzung der Versuche über das elektrische Verhalten der Quarz- und der Boracitkrystalle. Mit 3 Tafeln. 1887. *M.* 2.—
 W. HIS, Zur Geschichte des Gehirns, sowie der zentralen u. peripherischen Nervenbahnen. Mit 3 Taf. u. 27 Holzschn. 1888. *M.* 3.—
 W. BRAUNE und O. FISCHER, Über den Anteil, den die einzelnen Gelenke des Schultergürtels an der Beweglichkeit des menschlichen Humerus haben. Mit 3 Tafeln. 1888. *M.* 1. 60.—
 G. HEINRICIUS und H. KRONFCKER, Beiträge zur Kenntnis des Einflusses der Respirationsbewegungen auf den Blutlauf im Aoriensysteme. Mit 5 Tafeln. 1888. *M.* 1. 80.—
 J. WALTHER, Die Korallenriffe der Sinaihalbinsel. Mit 1 geologischen Karte, 7 lithogr. Taf., 1 Lichtdrucktaf. u. 34 Zinkotyp. 1888. *M.* 6.—
 W. SPALTEHOLZ, Die Verteilung der Blutgefäße im Muskel. Mit 3 Tafeln. 1888. *M.* 1. 80.—
 S. LIE, Zur Theorie der Berührungstransformationen. 1888. *M.* 1.—
 C. NEUMANN, Über die Methode des arithmetischen Mittels. 2. Abhdlg. Mit 19 Holzschnitten. 1888. *M.* 6.—
- XV. BAND. (26. Bd.) 1890. brosch. Preis *M.* 35.—
 B. PETER, Monographie der Sternhaufen G. C. 4460 u. G. C. 1440, sowie e. Sterngruppe bei ρ Piscium. Mit 2 Taf. u. 3 Holzschn. 1889. *M.* 4.—
 W. OSTWALD, Über die Affinitätsgrößen organischer Säuren u. ihre Beziehung zur Zusammensetzung u. Konstitution ders. 1889. *M.* 5.—
 W. BRAUNE und O. FISCHER, Die Rotationsmomente der Beugemuskeln am Ellbogengelenk des Menschen. Mit 5 Tafeln und 6 Holzschnitten. 1889. *M.* 3.—
 W. HIS, Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Mark. Mit 4 Tafeln. 1889. *M.* 3.—
 W. PFEFFER, Beiträge zur Kenntnis der Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen. 1889. *M.* 5.—
 A. SCHENK, Über Medullosa Cotta und Tubaculis Cotta. Mit 3 Tafeln. 1889. *M.* 2.—
 W. BRAUNE und O. FISCHER, Über den Schwerpunkt des menschlichen Körpers mit Rücksicht auf die Ausrüstung des deutschen Infanteristen. Mit 17 Tafeln und 18 Figuren. 1889. *M.* 8.—
 W. HIS, Die Formentwicklung des menschlichen Vorderhirns vom Ende des 1. bis zum Beginn des 3. Monats. Mit 1 Taf. 1889. *M.* 2. 80.—
 J. GAULE, Zahl und Verteilung der markhaltigen Fasern im Froschrückenmark. Mit 10 Tafeln. 1889. *M.* 3.—
- XVI. BAND. (27. Bd.) 1891. brosch. Preis *M.* 21.—
 P. STARKE, Arbeitsleistung u. Wärmeentwicklung bei der verzögerten Muskelzuckung. Mit 9 Tafeln u. 3 Holzschnitten. 1890. *M.* 6.—
 W. PFEFFER, I. Über Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper. — II. Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vacuolen nebst Bemerkungen über den Aggregatzustand des Protoplasmas und über osmotische Vorgänge. Mit 2 Tafeln und 1 Holzschn. 1890. *M.* 7.—
 J. WALTHER, Die Denudation in der Wüste und ihre geologische Bedeutung. Untersuchungen über die Bildung der Sedimente in den ägyptischen Wüsten. Mit 8 Tafeln und 99 Zinkätzungen. 1891. *M.* 8.—
- XVII. BAND. (29. Bd.) 1891. brosch. Preis *M.* 33.—
 W. HIS, Die Entwicklung des menschlichen Rautenhirns vom Ende des 1. bis zu Beginn des 3. Monats. I. Verlang. Mark. Mit 4 Tafeln und 18 Holzschnitten. 1891. *M.* 4.—
 W. BRAUNE und O. FISCHER, Die Bewegung des Kniegelenks, nach einer neuen Methode am lebenden Menschen gemessen. Mit 19 Tafeln und 6 Figuren. 1891. *M.* 5.—
 R. HAHN, Mikrometrische Vermessung des Sternhaufens $\Sigma 762$ ausgeführt am zwölfköpfigen Äquatoraal der Leipziger Sternwarte. Mit 1 Tafel. 1891. *M.* 6.—
 F. MALL, Das retikuläre Gewebe und seine Beziehungen zu den Bindegewebsbrillen. Mit 11 Tafeln. 1891. *M.* 5.—
 L. KREHL, Beiträge zur Kenntnis der Füllung und Entleerung des Herzens. Mit 7 Tafeln. 1891. *M.* 5.—
 J. HARTMANN, Die Vergrößerung des Erdschattens bei Mondfinsternissen. Mit 1 lithogr. Tafel u. 3 Textfiguren. 1891. *M.* 8.—
- XVIII. BAND. (31. Bd.) 1893. brosch. Preis *M.* 24.—
 W. HIS jun., Die Entwicklung des Herznervensystems bei Wirbeltieren. Mit 4 Tafeln. 1891. *M.* 5.—
 C. NEUMANN, Über einen eigentümlichen Fall elektrodynamischer Induction. Mit 1 Holzschnitt. 1892. *M.* 3.—
 W. PFEFFER, Studien zur Energetik der Pflanze. 1892. *M.* 4.—
 W. OSTWALD, Über die Farbe der Ionen. Mit 7 Taf. 1892. *M.* 2.—
 O. EICHLER, Anatom. Untersuchungen über die Wege des Blutstromes im menschl. Ohrlyabrinth. Mit 4 Taf. u. 3 Holzschn. 1892. *M.* 3.—
 H. HELD, Die Beziehungen des Vorderseitenstranges zu Mittel- und Hinterhirn. Mit 3 Tafeln. 1892. *M.* 1. 20.—
 W. G. HANKEL und H. LINDENBERG, Elektrische Untersuchungen. 19. Abhdlg.: Über die thermo- und piezoelektrischen Eigenschaften der Krystalle des chloresäuren Natrons, des unterschwefelsäuren Kalis, des Seignettesalzes, des Resorcins, des Milchzuckers und des dichromsäuren Kalis. Mit 3 Tafeln. 1892. *M.* 1. 80.—
 W. BRAUNE u. O. FISCHER, Best. d. Trägheitsmomente d. menschl. Körpers u. seiner Glieder. Mit 5 Taf. u. 7 Figur. 1892. *M.* 4.—
- XIX. BAND. (32. Bd.) 1893. brosch. Preis *M.* 12.—
 J. T. STERZEL, Die Flora des Rotliegenden im Plauenschen Grunde bei Dresden. Mit 13 Tafeln. 1893. *M.* 12.—
- XX. BAND. (33. Bd.) 1893. brosch. Preis *M.* 21.—
 O. FISCHER, Die Arbeit der Muskeln und die lebendige Kraft des menschlichen Körpers. Mit 2 Tafeln u. 11 Figuren. 1893. *M.* 4.—
 E. STUDY, Sphärische Trigonometrie, orthogonale Substitutionen und elliptische Funktionen. Mit 16 Figuren. 1893. *M.* 5.—
 W. PFEFFER, Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. Mit 14 Holzschnitten. 1893. *M.* 8.—
 H. CREDNER, Zur Histologie der Faltenzähne paläozoischer Stegocephalen. Mit 4 Tafeln und 5 Textfiguren. 1893. *M.* 4.—
- XXI. BAND. (35. Bd.) 1895. brosch. Preis *M.* 27.—
 O. EICHLER, Die Wege des Blutstromes durch den Vorhof und die Bogengänge des Menschen. Mit 1 Doppeltafel. 1894. *M.* 1.—
 W. G. HANKEL und H. LINDENBERG, Elektrische Untersuchungen. 20. Abhdlg.: Über die thermo- und piezoelektrischen Eigenschaften der Krystalle des brom- und überjodsauren Natrons, des Asparagins, des Chlor- und Brombaryums, sowie des unterschwefelsäuren Baryts und Strontians. Mit 2 Tafeln. 1894. *M.* 1. 60.—
 S. LIE, Untersuch. üb. unendl. kontinuierliche Gruppen. 1895. *M.* 5.—
 W. BRAUNE u. O. FISCHER, Der Gang des Menschen. I. T.: Versuch am unbelast. u. bel. Mensch. M. 14 Taf. u. 26 Textfig. 1895. *M.* 12.—
 H. BRUNS, Das Eikonol. 1895. *M.* 5.—
 J. THOMAE, Untersuchungen über zwei-zweideutige Verwandtschaften und einige Erzeugnisse derselben. 1895. *M.* 3.—
- XXII. BAND. (37. Bd.) 1895. brosch. Preis *M.* 20.—
 H. CREDNER, Die Phosphoritknollen des Leipziger Mitteloligozäns und der norddeutschen Phosphorizonen. Mit 1 Tafel. 1895. *M.* 2.—
 O. FISCHER, Beiträge zu einer Muskeldynamik. 1. Abhdlg.: Über die Wirkungsweise eingelenk. Musk. M. 8 Taf. u. 13 Textfig. 1895. *M.* 9.—
 R. BOEHM, Das südamerikanische Pfeilgift Curare in chemischer und pharmakol. Bezieh. I. T.: Das Tabo-Curare. Mit 1 Taf. 1895. *M.* 1. 80.—
 B. PETER, Beobachtungen am sechszölligen Repsold'schen Heliometer der Leipziger Sternwarte. Mit 4 Textfig. u. 1 Doppeltaf. 1895. *M.* 6.—
 W. HIS, Anatom. Forschungen über Joh. Seb. Bach's Gebeine u. Antlitz nebst Bemerk. üb. dessen Bilder. Mit 15 Textfig. u. 1 Taf. 1895. *M.* 2.—
- XXIII. BAND. (40. Bd.) 1897. brosch. Preis *M.* 29.—
 P. DRUDE, Über die anomale elektrische Dispersion von Flüssigkeiten. Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren. 1896. *M.* 2.—
 — Zur Theorie stehender elektr. Drahtwellen. M. 1 Tzf. 1896. *M.* 5.—
 M. v. FREY, Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschl. Haut. I. Abh.: Druckempfind. u. Schmerz. M. 10 Textfig. 1896. *M.* 5.—
 O. FISCHER, Beiträge zur Muskelstatik. 1. Abhdlg.: Über das Gleichgewicht zwischen Schwere und Muskeln am zweigliedrigen System. Mit 7 Tafeln und 21 Textfiguren. 1896. *M.* 6.—
 J. HARTMANN, Die Beob. d. Mondfinstern. M. 4 Textfig. 1896. *M.* 5.—
 O. FISCHER, Beiträge zu einer Muskeldynamik. 2. Abhdlg.: Über die Wirkung der Schwere und beliebiger Muskeln auf das zweigliedrige System. Mit 4 Taf. und 12 Textfig. 1897. *M.* 6.—
- XXIV. BAND. (42. Bd.) 1898. brosch. Preis *M.* 23. 50.—
 R. BOEHM, Das südamerikanische Pfeilgift Curare in chemischer und pharmakologischer Beziehung. II. Teil (Schluß): I. Das Calcibassencurare. II. Das Topfeurare. III. Über einleuchtige Curararinden. Mit 4 Tafeln und 1 Textfigur. 1897. *M.* 3.—
 W. WUNDT, Die geometrisch-optischen Täuschungen. Mit 65 Textfiguren. 1898. (Vergr.) *M.* 5.—
 B. PETER, Beobachtungen am sechszöll. Repsold'schen Heliometer der Leipz. Sternwarte. 2. Abhdlg. Mit 2 Textfig. u. 1 Taf. 1898. *M.* 5.—
 H. CREDNER, Die Sächsischen Erdbeben während der Jahre 1899 bis 1897. Mit 5 Taf. u. 2 in d. Text gedruckt. Kärtch. 1898. *M.* 4. 50.—
 W. HIS, Über Zellen- und Synkytenbildung, Studien am Salmonidenkeim. Mit 14 Figuren im Text. 1898. *M.* 4.—
 W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 21. Abhdlg.: Über die thermo- und piezo-elektrischen Eigenschaften der Krystalle des ameisensäuren Baryts, Bleioxyds, Strontians und Kalces, des salpetersäuren Baryts und Bleioxyds, des schwefelsäuren Kalis, des Glyccocolls, Taurins und Quercits. Mit 2 Tafeln. 1899. *M.* 2.—
- XXV. BAND. (43. Bd.) 1900. brosch. Preis *M.* 26. 30.—
 O. FISCHER, Der Gang des Menschen. II. T.: Die Bewegung des Gesamtschwerpunktes und die äußeren Kräfte. Mit 12 Tafeln und 5 Textfiguren. 1899. *M.* 8.—
 W. SCHEIBNER, Über die Differentialgleichungen der Mondbewegung. 1899. *M.* 1. 50.—
 W. HIS, Protoplasma-Studien am Salmonidenkeim. Mit 3 Tafeln und 21 Textfiguren. 1899. *M.* 5.—
 W. OSTWALD, Periodische Erscheinungen bei der Auflösung des Chroms in Säuren. Erste Mitteilung. Mit 6 Tafeln. 1899. *M.* 3.—