

d) Schalenhöhe 23,0 mm. Schalenrand mit 1 mm breitem, rein weißem Saum, der von zwei haarfeinen, schwarzen, konzentrischen Strichen durchzogen ist. Hierauf folgt ein 2,5 mm breites, braunviolettes, gegen den Wirbel zu heller werdendes Farbband. Den übrigen Teil der Schale durchziehen mehrere, schmale, an ihrem Unterrande jeweils durch einen feinen weißen Strich gesäumte und gegen die Grundfarbe abgesetzte, konzentrisch verlaufende braunrote Bänder. Wirbel gelbbraun.

6. *Tellina* (?),

eine dünnschalige, durch Druck stark deformierte Klappe.

Grundfarbe lichtweißgrau. Zeichnung durch ein breites und ein schmales, lebhaft ziegelrotes, konzentrisches Farbband. Der Unterrand des letzten ist durch einen haarfeinen, rein weißen Strich gesäumt.

B. Einfarbige Muschelschalen.

1. *Alectryonia rastellaris* MÜNST.

Schalenfarbe hellbraunviolett.

2. *Ostrea Roemeri* Qu.

Schalenfarbe jüngerer Individuen hellgrauviolett, älterer Individuen hellbraunviolett.

3. *Pinna* sp.

Schalenfarbe dunkelweinrot.

Erweiterte Lauemethode.

Von **R. Gross** in Hamburg.

Mit 14 Textfiguren.

1. Objekte des Verfahrens.

Zur röntgenometrischen Feststellung der atomistischen Struktur von einzelnen Kristallen und groben bis submikroskopisch feinen Kristallpulvern haben sich drei grundsätzlich verschiedene Methoden herausgebildet, die sich an die Namen LAUE, BRAGG, DEBYE-SCHERRER knüpfen. Für die Untersuchungsobjekte ist bei der DEBYE-SCHERRER-Methode das Vorhandensein sehr vieler, nach Zufall orientierter Kristallindividuen, bei der BRAGG-Methode die vorherige Feststellung singulärer kristallographischer Richtungen (also goniometrische Meßbarkeit der Kristalle) erforderlich. Bei der LAUE-Methode wurden bisher ebenfalls nur relativ große, zu Platten geschliffene Kristalle verwendet, für welche die primäre Röntgenstrahlrichtung in spezielle Lagen zu den vorausbestimmten Symmetrieelementen gebracht wurde.

Es sind hiernach alle kristallinen Objekte der Untersuchung zugänglich gemacht mit Ausnahme der unmeßbar kleinen oder aus anderen Gründen nicht kristallographisch orientierbaren Einzelindividuen. Gelegentlich der Untersuchung an künstlichen Kristalldrähten¹ ließ sich auch für die letztgenannten Objekte ein Verfahren zur röntgenometrischen Bestimmung der zentrosymmetrischen Symmetrieklasse bei Vorhandensein mindestens einer Symmetrieebene und günstigenfalls auch der Atomstruktur herausarbeiten. Die Methode erwies sich anwendbar auf kristallographische Seltenheiten (Tridymit, Hämoglobin, Melnikowit etc.), ferner für kristallographisch mangelhaft aufgeklärte Bildungen (natürliche und künstliche [auch metallische] Kristallhaare und -drähte) sowie zur Untersuchung solcher Substanzen, die Kanten und Flächen als Bezugsrichtungen nicht ausbilden, wie z. B. das Eis. Erforderlich war eine experimentelle und konstruktive Weiterbildung der LAUEN-Methode und in erster Linie ein genaues und wenig zeitraubendes Ausmeßverfahren der photographischen Platte.

2. Das Zyklometer.

Zur praktischen Feststellung der Orte der Beugungsflecken auf der photographischen Platte konstruierte ich das in Fig. 1 schematisch gezeichnete Instrument.

Auf die schwere Grundplatte A ist das starke eiserne Tischchen B unter einem Winkel von 40° aufgesetzt. In einem kreisförmigen Ansschnitt läßt sich der Metallring RR drehen und kann an acht unter dem Pult angebrachten Klötzchen mit der Hand geschoben werden. Ein in der Zeichnung verdeckter Hebel an der linken oberen Ecke des Pultes schaltet die Feineinstellungsschraube G ein. Der Ring RR trägt eine Gradeinteilung, die am Nonius der Pultplatte B auf $5'$ genau ablesbar ist und umschließt eine fest eingekittete Glasplatte L, die zwei Klemmen MM trägt. Auf den zwei Stützen CC' ist die zur Platte B parallele Bank D befestigt, auf welcher Schlitten E mit Hilfe der Schraube F verschoben wird. Die cm-Teilung auf der Bank D und der Nonius am Schlitten E geben den Ort des Schlittens auf 0,01 cm. Die Achse des Beobachtungsfensterrohrs K, das mit dem Schlitten starr verbunden ist, steht senkrecht zum Pult B. Sie kann durch Schraube J um kleine Beträge senkrecht zur Längserstreckung der Bank verschoben werden. Die optische Einstellung erfolgt durch die Schraube H. Besonderes Augenmerk ist auf die optische Einrichtung des Beobachtungsfensterrohrs K zu legen. Erfordert ist vor allem ein feines, parallaxefrei angebrachtes Fadenkreuz und eine möglichst lichtstarke, schwach verkleinernde Linsencombination. Die Erfahrung

¹ R. GROSS und N. BLASSMANN, Drahtförmige Kristalle von Wolfram. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLII. 728. (1919.)

zeigt, daß beim Aufsuchen sehr schwacher Flecken auf dem Photographum eine Vergrößerung des Plattenkornes und dadurch bedingte Inhomogenität des Bildgrundes sehr störend wirkt. Für besondere Fälle ist eine leicht auswechselbare zweite vergrößernde Kombination vorgesehen. Um gleichmäßiges Licht durch die Glasplatte L in das Beobachtungsfernrohr K zu werfen, wurde nach anderen,

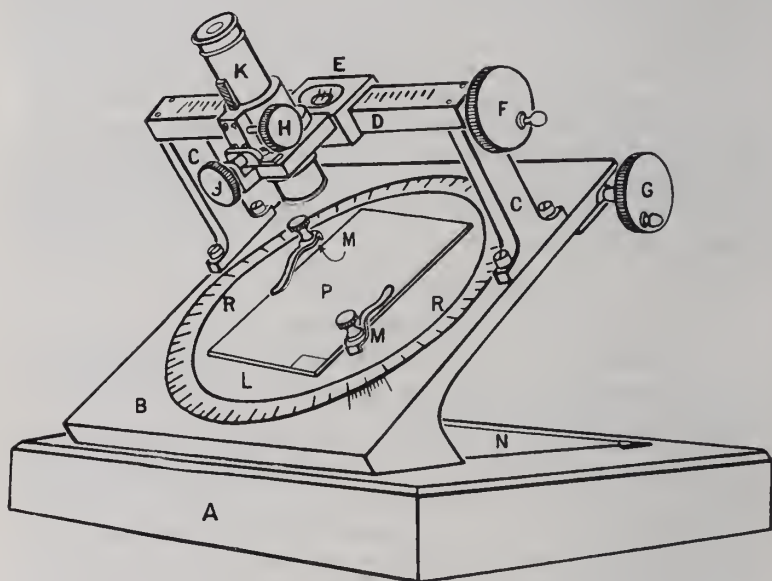


Fig. 1.

weniger zweckmäßigen Versuchen mit Spiegeln, Mattglas etc. bei N ein reinweißes Blatt Pappe (zum Schutze gegen Verschmutzen unter Glas) angebracht. Die praktische Erfahrung hat gezeigt, daß die Größe der Glasplatte L ausreichend ist, wenn darauf eine photographische Platte P im Format 9×12 aufgelegt werden kann.

3. Das Messen mit dem Zyklometer.

Bevor die photographische Platte aufgelagt wird, bringt man etwas Zigarrenasche auf das Zentrum der Glasplatte L und richtet in der üblichen Weise das Fernrohr K mit Hilfe der Schrauben J und F auf den Drehpunkt des Ringes RR ein. Der nun bei E abgelesene Wert ist Nullpunktstellung des Instruments. Jetzt wird die photographische Platte P so angelegt, daß der Mittelpunkt des Primärflecks mit dem Schnittpunkt des Fadenkreuzes in der Nullstellung zusammenfällt. In der Regel ist zur Erzeugung

genügend intensiver Beugungsflecken so starke Belichtung notwendig, daß sich der Primärfleck bereits durch Solarisation aus seinem vollständig geschwärzten Verlaufhof heraushebt.

Die Platte wird nun in der geschilderten Weise festgeklemmt und die Ausmessung der Fleckenörter in leicht ersichtlicher Weise durch Drehung des Ringes RR und Verschiebung des Schlittens E vorgenommen. Man erhält so für jeden Punkt einen Azimutwinkel φ von beliebigem Nullazimut aus gezählt und einen linearen Abstand z in cm vom Mittelpunkt des Primärflecks aus, im folgenden kurz als Zentraldistanz bezeichnet.

4. Die sphärischen Koordinaten der Beugungsstrahlen.

Die Richtung der die einzelnen Beugungsflecken erzeugenden Beugungsstrahlen ist in allgemeinsten Form durch die Koordinaten φ und ϱ eines sphärischen Systems anzugeben, dessen Achse die Richtung des Primärstrahls ist. Das Azimut φ kann am Zyklometer direkt abgelesen werden, die sphärische Poldistanz ϱ ist $= \arctg \frac{z}{p}$, wo p den Abstand des Kristalls von der photographischen Platte bedeutet. Die Wahl des Punktes, den man als mathematischen Ort des Beugungsflecks innerhalb des merklich ausgedehnten Schwärzungsfeldes festlegen muß, sowie der für p einzusetzende Wert ist durch folgende Regel gegeben:

a) Die Beugungsflecken vom Typ I, das sind solche, bei denen der Blendendurchmesser $\geq t \cdot \operatorname{tg} \varrho$ ist (t ist die Dicke des Kristalls in der Primärstrahlrichtung), enthalten ein homogenes Schwärzungsfeld, das nach innen und außen von einem schwächeren Verlaufhof umgeben ist. Man mißt z vom Mittelpunkt des Primärflecks bis zum Mittelpunkt des inneren homogenen Schwärzungsfeldes und setzt p gleich dem Abstand der Kristallmitte von der Schichtseite der photographischen Platte.

b) Beugungsflecken vom Typ II, d. h. solche, bei denen $b < t \cdot \operatorname{tg} \varrho$ ist, zeigen im Normalfall von innen nach außen ein anfängliches Ansteigen und dann wieder Ausklingen der Schwärzung. Hier rechnet man z vom Rand des Primärflecks bis zum Punkte größter Schwärzung und p von der der photographischen Platte zugekehrten Kristalloberfläche bis zur photographischen Schicht¹.

5. Die Methode fortlaufender Photogrammserien.

Kann man den Primärstrahl von vornherein in einer definierten kristallographischen Richtung führen, so vollzieht sich die Indizesberechnung in der einfachen a. a. O. auseinandergesetzten Weise.

¹ Vgl. R. GROSS, Ber. sächs. Ges. d. Wiss., math.-phys. Kl. Leipzig. 70. p. 1—12 (Sitzung 7. Jan. 1918).

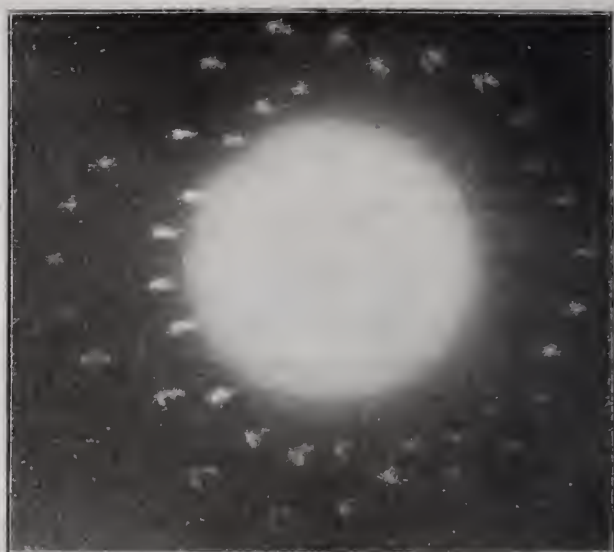


Fig. 2.

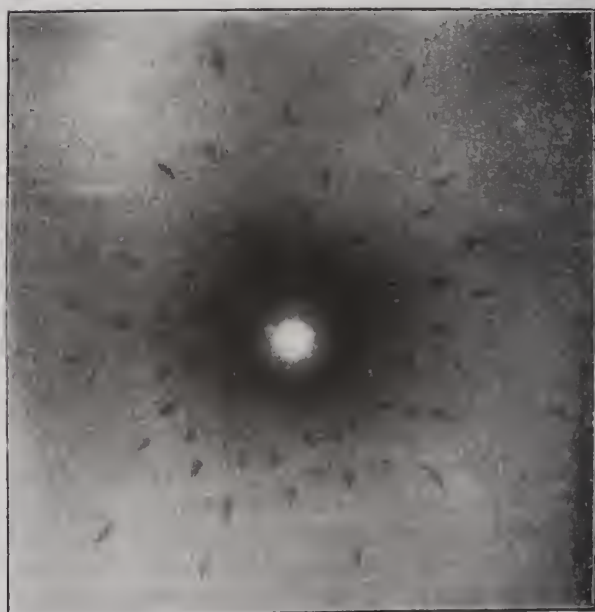


Fig. 3.

Für Objekte von der Art der unter 1. besonders aufgeführten ist dies zunächst unmöglich. Andererseits lassen sich deutliche Lauephotogramme solcher Körper auch bei sehr geringem Durchmesser erzeugen, wenn die Röntgenröhre geeignet betrieben wurde¹. So ist z. B. Fig. 2 das Lauephotogramm eines 0,004 cm starken Wolframdrahtes, Fig. 3 von einem 3 mg schweren Diamantkriställchen in 3^{min} hergestellt und das sehr schwache Bild durch Positiventwicklung hervorgerufen. Beide Photogramme sind der zufälligen Primärstrahlrichtung entsprechend asymmetrisch.

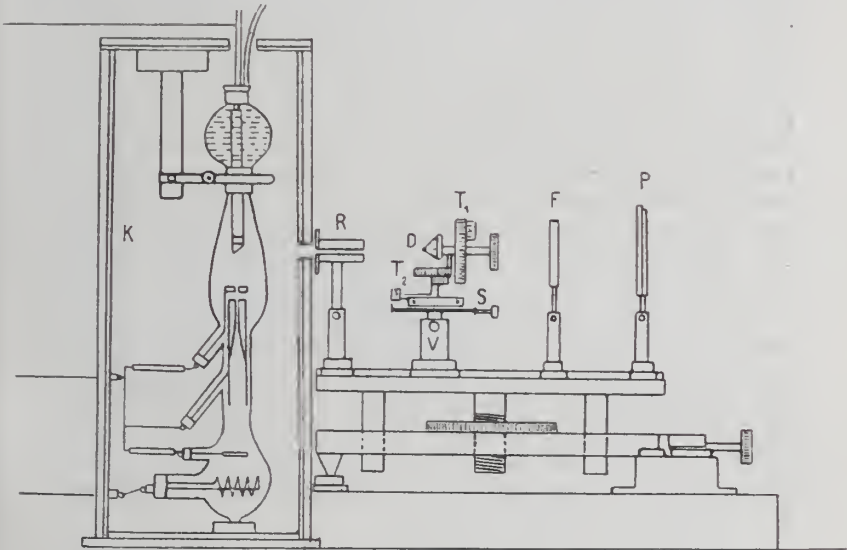


Fig. 4.

In solchen Fällen wird die Apparatur Fig. 4 benützt. Im Schutzkasten K ist die Röntgenröhre eingeschlossen. Durch die Röhrenblende R tritt ein dünnes Primärstrahlbündel aus. Das Untersuchungsobjekt wird auf dem Drehapparat bei D befestigt. Bei sehr geringem Durchmesser kann man es in Plastilina einschließen, die für Röntgenlicht genügend durchlässig ist. Durch die zwei zueinander senkrechten Teilkreise T_1 und T_2 ist die Orientierung der strukturellen Achsen des Präparats zur Primärstrahlrichtung, durch die beiden Kreuzschlitten S sowie durch die Stellschraube V die Zentrierung von D in bezug auf den Röntgenprimärstrahl möglich. Zur Einstellung wird ein fluores-

¹ R. Gross, a. a. O.

zierender Schirm nach F gebracht und D so verschoben, daß es bei einer vollen Umdrehung von T_1 und T_2 in der Mitte des vom Primärstrahl entworfenen hellen Scheibchens stehen bleibt.

Man macht nun das erste Photogramm bei willkürlicher Stellung von T_1 und T_2 . F wird weggenommen und die photographische Platte P senkrecht zum Primärstrahl an Stelle des Schirms gesetzt. Der Abstand des Präparates D von P kann aus den Ablesungen der Schlittenskala bei S und der Skala an der optischen Bank abgelesen werden. Nun kann man für die n Beugungsflecken der ersten Aufnahme die Koordinaten $q_{1,n}$ und $q_{1,n}$ wie unter 3. berechnen. Jetzt wird der Teilkreis T_2 um ψ_2^0 verdreht und eine zweite Aufnahme gemacht. Die Koordinaten der n Beugungsflecken dieser Aufnahme seien $q_{2,n}$, $q_{2,n}$, wobei der um ψ_2^0 gegen den ersten verdrehte zweite Primärstrahl als Achse des jetzigen sphärischen Systems gilt. Ebenso erhalten wir für eine dritte Aufnahme die Beugungsflecken $q_{3,n}$, $q_{3,n}$, wobei der Primärstrahl und damit die Achse des bezüglichen Koordinatensystems um ψ_3^0 gegen das erste System verdreht sind u. s. f. Die Koordinaten der Lote der (nach BRAGG'scher Vorstellung) für die Beugungsflecken als Spiegel in Betracht kommenden Netzebenen sind bezüglich $q_{1,n}$, $(q_{1,n} - 90)$; $q_{2,n}$, $(q_{2,n} - 90)$; $q_{3,n}$, $(q_{3,n} - 90)$ u. s. f. Die in den bezüglichen Systemen S_2 , S_3 u. s. f. gemessenen Koordinaten werden nun in einer genauen stereographischen Projektion auf das System S_1 transformiert. Da jedoch voraussetzungsgemäß die kristallographischen Achsen anderweit nicht feststellbar sind, so können die kristallographischen Indizes der einzelnen spiegelnden Netzebenen erst dann angegeben werden, wenn der Symmetriecharakter des untersuchten Objektes aus der Schar der vorhandenen Beugungsflecken erkannt wird.

Die auf einem Lauephotogramm möglichen Beugungspunkte sind außer von den durch die Struktur gegebenen Bedingungen noch durch die Forderung $q_{\max} > q > q_{\min}$ eingeengt, wobei q_{\min} die Stelle des Photogramms bezeichnet, an welcher der zentrale Überlichtungshof beginnt, während q_{\max} durch das Zusammenwirken des Lorenzfaktors, Debye-faktors und der Empfindlichkeitsschwelle der photographischen Platte bestimmt wird. Um jede Primärstrahlrichtung legt sich also ein Ring, in dem die Lote der spiegelnden Flächen ausstechen. Ist bei einer zweiten Aufnahme der Primärstrahl so orientiert, daß diese geometrischen Örter der möglichen Beugungsflecken sich teilweise überdecken, so wird, den Gesetzen des Lauephotogramms zufolge die Mehrzahl der in dem gemeinsamen Bereich liegenden Flächen auf beiden Photogrammen vorhanden sein. Dabei kann die Intensität eines und desselben Beugungsfleckes auf verschiedenen orientierten, im übrigen vergleichbaren Aufnahmen stark variieren. Sie ist also keine von der Richtung des Primärstrahls unabhängige Größe.

6. Aufsuchen der ersten Symmetrieebene.

Um aus der sehr unübersichtlichen Schar der auf einer Photogrammserie spiegelnd wirksamen Netzebenen diejenige Symmetrieklasse herauszufinden, die unter den 11 röntgenometrisch unterscheidbaren für das Objekt zutrifft, prüft man zweckmäßig, ob überhaupt eine Symmetrieebene vorhanden ist.

Man macht zu diesem Zweck eine fortlaufende Serie von Photogrammen, wobei man von Aufnahme zu Aufnahme den Teilkreis T_1 so verdreht, daß sich die zu erwartenden Fleckenfelder möglichst lückenlos überdecken (Fig. 5 stereographische Projektion).

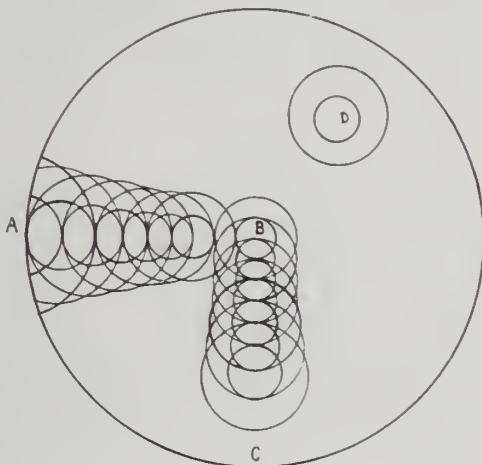


Fig. 5.

Man erhält so einen Überblick über einen ca. 40° breiten Gürtel, in dem die Orte der dichteren Netzebenen bekannt sind.

Zur Entscheidung der Frage, ob der Gürtel über eine Symmetrieebene hinweggeht, werden die spiegelnden Netzebenen wie in Fig. 6 zyklographisch projiziert. Die Netzebenen erscheinen als Großkreise und schneiden sich in einem Punkt, z. B. Z_1, Z_2 , wenn sie tantozonal sind. Das Vorhandensein einer Symmetrieebene wird jetzt dadurch erkennbar, daß die Schnittpunkte der zu zwei Zonen gehörigen Flächenprojektion auf einem Großkreis liegen, z. B. S_1, S_2, S_3, S_4 . Der Großkreis $S_1 S_2 S_3$ ist die Projektion der Symmetrieebene. Die auf solche Weise einander zugeordneten Flächen brauchen wegen der zufälligen Lagen der bilderzeugenden Primärstrahlen nicht intensitätsgleich zu sein. Die Richtigkeit des Verfahrens wird selbst dadurch nicht gestört, daß für die eine oder andere der zu Z_1 gehörigen Ebenen ein Korrelat in Z_2 fehlt.

Der hierdurch etwa fälschlich vermutete Symmetriecharakter steht zu dem wirklichen wie die Meroedrie zur Holoedrie, worüber bei den folgenden Aufnahmen in speziellen kristallographischen Richtungen endgültig Entscheidung getroffen wird.

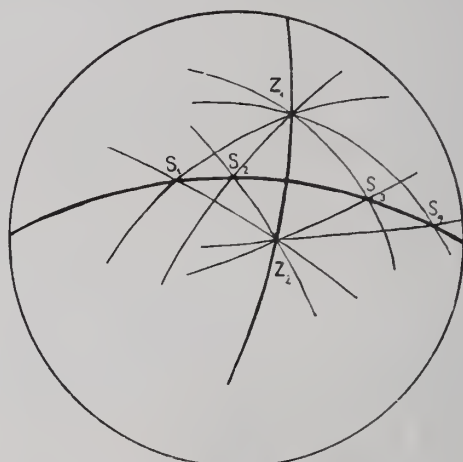


Fig. 6.

Die dabei erhaltenen Photogramme verteilen sich in symmetrischer Hinsicht auf die 10 Klassen der Flächensymmetrie. Sie verhalten sich wie die zur Wirtelachse senkrechten Ebenen in den Klassen C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_6 , $C_1^v (= S)$, C_2^v , C_3^v , C_4^v , C_6^v der Körpersymmetrie.

7. Bestimmung der weiteren Symmetrieelemente.

I. Wurde mit den 16 Aufnahmen, deren Primärstrahlkoordinaten (auf ein sphärisches System bezogen, in welchem der Primärstrahl der ersten Aufnahme Achse ist) $\Phi = \text{const.}$, $P = 0, 10, 20 \dots 130, 140, 150$ sind, keine Symmetrieebene berührt, so kommen als bezügliche zentrosymmetrische Klassen trigonal-rhomboedrisch und triklin-pinakoidal in Frage.

1 A. Liegt trigonal-rhomboedrisch (C_3^i) vor, so treten auf dem gesichteten Probegürtel zwei Flächenkonfigurationen heraus, die kongruent, aber gegen die Längserstreckung des Probegürtels verdreht sind. Das Aufsuchen der gleichen Konfiguration kann allerdings nur durch Übertragen der Pole spiegelnder Netzebenen auf die Kugel erfolgen. Sind nun zweimal zwei Beugungsflecken $F_1 F_1'$ und $F_2 F_2'$ als symmetrisch zugeordnet erkannt, so liegt der Ausstichpunkt der trigonalen Achse dort, wo sich die mittelsenkrechten Großkreise auf $F_1 F_1'$ und $F_2 F_2'$ schneiden. Hat diese Stelle die

Koordinaten ϕ , P , so muß eine Aufnahme in der Primärstrahlrichtung ϕ , P das dreizählige Bild Fig. 7 ergeben¹.

II B. Sind gleiche Konfigurationen auf dem Probegürtel überhaupt nicht vorhanden, so gehört das Objekt der triklin-pinakoidalen Röntgensymmetrieklasse (S_2) an.

II. Hat man nach der unter 6. gegebenen Methode die erste Symmetrieebene erkannt und durch die Gleichung

$$\operatorname{tg} \varrho = m \sin (\varrho - \mu)$$

festgelegt, wobei m und μ zwei für die Symmetrieebene charakteristische, eventuell aus der stereographischen Projektion zu entnehmende Konstanten sind, so macht man eine weitere Aufnahme, deren Primärstrahl senkrecht zur Symmetrieebene steht, also $\phi = \mu - 90^\circ$, $P = 90^\circ - \operatorname{arctg} m$. Das Photogramm zeigt nun einen der 6 in Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 14 angegebenen Symmetriecharaktere.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.

II A. Im Falle der Fig. 8 ist die Bestimmung erledigt. Das Objekt gehört zur hexagonal-bipyramidalen Röntgensymmetrieklasse (C_6^h) und wird, da es nur eine Symmetrieebene besitzt, senkrecht zu dieser notwendig das Bild Fig. 8 ergeben müssen.

II B. Das nämliche gilt im Falle der Fig. 9: tetragonal-bipyramidale Röntgensymmetrieklasse (C_4^h).

II C. Auch ein Photogramm von der Symmetrie der Fig. 10 wäre eindeutig und ließe auf die dihexagonal-bipyramidale Röntgensymmetrieklasse (D_6^h) schließen. Im Gegensatz zu II A und II B muß dieser günstige Fall aber nicht gleich erreicht werden. Voraussetzung für dieses Resultat wäre, daß die erste gefaßte Symmetrieebene Hauptsymmetrieebene war. Es ist möglich und wegen der sechsmal größeren Häufigkeit der Neben- und Zwischen-

¹ Die Fig. 7—14 dienen lediglich zur Veranschaulichung des Symmetriecharakters des entsprechenden Lauephotogramms. Die eingezeichneten Kreise können die Orte tautozonaler Beugungsflecken versinnlichen, während die Linienstärke des Kreises die jeweilige Dichte der Fleckenaneinanderreihung auf ihm andeuten möge.

symmetrieebenen auch sechsmal wahrscheinlicher, daß eine von diesen als erste Symmetrieebene festgestellt wurde. Diese Alternative wird unter II F diskutiert.

II D. Ebenso wie unter II C geschildert, liegen die Verhältnisse im Fall der Fig. 11. Auch hier besteht noch eine wahrscheinlichere Alternative, die in II F diskutiert wird. Im Gegensatz zu II C ist der besondere Glücksfall der Fig. 11 nicht eindeutig.

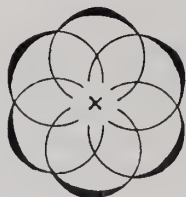


Fig. 10.

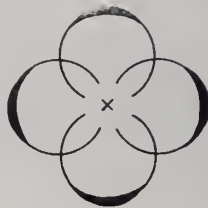


Fig. 11.

Das Photogramm besitzt 2 Paare von Symmetrieebenen. Man macht eine weitere Aufnahme, in der der Primärstrahl der Fig. 11 um 45° in einer der Symmetrieebenen des einen Paares verdreht ist, sodann eine Aufnahme, in der der Primärstrahl der Fig. 11 um 45° in einer der Symmetrieebenen des anderen Paares verdreht ist.

II D a. Von den beiden letzten Aufnahmen wird eine Fig. 12 ähneln und eine der Fig. 13, wenn die hexakisoktaedrische Röntgensymmetrieklasse (O^h) vorliegt.



Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.

II D b. Dagegen deuten zwei verschiedene Photogramme, beide vom Symmetriecharakter der Fig. 13, auf ditetragonal-bipyramidale Röntgensymmetrie (D_4^h).

II E. Ein Photogramm vom Symmetriecharakter der Fig. 14 mit einer zur ersten erkannten Symmetrieebene senkrechten Primärstrahlrichtung ist ebenfalls zweideutig. Die Entscheidung gibt ein Probegürtel fortlaufender Photogramme senkrecht zur ersterkannten Symmetrieebene.

II E a. Findet sich in diesem Probegürtel eine Symmetrieebene, so haben wir es mit der ditrigonal-skalenoedrischen Röntgensymmetrieklasse (D_3^d) zu tun.

II E b. Liegt keine weitere Symmetrieebene vor, so ist die bezügliche Röntgensymmetrieklasse monoklin-prismatisch (C_2^h).

II F. Bei weitem am vieltentigsten ist die Aufnahme vom Typ Fig. 12 mit der Primärstrahlrichtung senkrecht zur ersten Symmetrieebene. Das Bild enthält zwei ungleiche, sich kreuzende Symmetrieebenen, von denen die horizontale kurz als MM-, die vertikale als NN-Ebene bezeichnet sei. Wir machen nun zwei weitere Aufnahmen, eine, bei der der Primärstrahl der Fig. 12 in MM um 90° , eine zweite, bei der er in NN um 90° gedreht ist.

II F a. Liegt dihexagonal-bipyramidaler Charakter (D_6^h) des Objekts vor, so wird ein Photogramm der Fig. 10 ähnlich, das zweite der Fig. 12, soweit die Symmetrie in Frage kommt. Im übrigen ist das letzte Photogramm von Fig. 12 verschieden.

II F b. Liegt rhombisch-bipyramidale Röntgensymmetrie vor (V_h), so werden die beiden letzten Photogramme vom Typ der Fig. 12, aber alle drei Bilder untereinander verschieden.

II F c. Im Falle der dyakisdoekaedrischen Röntgensymmetrieklasse (T_h) werden die drei Bilder symmetrisch wie Fig. 12 und auch in den übrigen Eigenschaften vollkommen gleich, nur haben die MM- und die NN-Symmetrieebene in beiden zusätzlichen Photogrammen ihre Rollen in charakteristischer Weise vertauscht. Schließlich bleibt noch die Möglichkeit

II F d. Die eine der zusätzlichen Aufnahmen zeigt den Symmetriecharakter der Fig. 11, die zweite, nehmen wir an, es sei diejenige, bei der der Primärstrahl in der NN-Ebene verdreht wurde, liefert in jeder Hinsicht das gleiche Bild wie Fig. 12 in der Weise, daß die NN-Ebene hier und in Fig. 12 die gleiche Rolle spielt. Auch dies Resultat ist noch zweideutig. Wir machen ein letztes Photogramm, indem wir den Primärstrahl der Fig. 12 um 45° in der NN-Ebene verdrehen.

II F d 1. Liefert die letzte Aufnahme ein Photogramm vom Symmetriecharakter der Fig. 11 (das außerdem mit dem vorher am gleichen Objekt erhaltenen Photogramm vom Typ Fig. 11 in jeder Hinsicht gleich ist), so ist die bezügliche Röntgensymmetrieklasse die hexakisoktaedrische (O^h).

II F d 2. Liegt die ditetragonal-bipyramidale Klasse (D_4^h) vor, so ähnelt das letzte Photogramm der Symmetrie nach Fig. 12, ist aber in den übrigen Eigenschaften verschieden.

8. Schluß.

Nach diesen Feststellungen ist die zentrosymmetrische Kristallklasse und damit das Kristallsystem gegeben, dem das Objekt zugezählt werden muß. Die gebräuchlichen kristallographischen Achsensysteme lassen sich nun leicht in der richtigen Lage zu den Symmetrieelementen einzeichnen. Dagegen ist in den Systemen, in denen das Achsenverhältnis Freiheitsgrade besitzt, die Auswahl

der durch die Flächen hervorgerufenen Einheitsabschnitte viedeutig. Man benennt willkürlich einen Beugungsfleck mit 111, resp. 1011, der aus Symmetriegründen als primäre Pyramide angesprochen werden kann und bestimmt die übrigen Indizes in der gleichen Weise, wie man dies bei goniometrischen Messungen zu tun pflegt.

Ob das gewählte Achsenverhältnis $\alpha a : \beta b : \gamma c$ tatsächlich dem Verhältnis der Translationen $a : b : c$ im Kristall entspricht, ob also $\alpha = \beta = \gamma = 1$ ist, oder ob für α, β, γ unabhängig voneinander eine Zahl aus der Reihe $\dots 1, 2, 3 \dots$ eingesetzt werden muß, bleibt bei dieser Methode ebenso unsicher wie bei der Berechnung aus gewachsenen Kristallflächen. Einen Fingerzeig geben hier nur die rechnerischen Auswertungen unter Herausarbeitung eines bestimmten Gitters¹. Die erweiterte LAUE-Methode macht also auch die letzte Art kristalliner Objekte, die sich der Röntgenuntersuchung bis jetzt widersetzen, zugänglich.

Die Langwierigkeit des Verfahrens, das im schlimmsten Fall für D_3^d und C_2^h 20, für C_4^h, C_6^h, C_3^i und S_2 höchstens 16, für alle anderen 8 und weniger als 8 Aufnahmen benötigt, wird durch die Leistungsfähigkeit der modernen Hochvakuumröhren im Verein mit entsprechenden Entwicklungsmethoden kompensiert.

9. Zusammenfassung.

1. Es wird ein Instrument, zur Ausmessung der Lauephotogramme beschrieben,
2. eine Apparatur zur röntgenometrischen Bestimmung einzelner sehr kleiner kristallographisch unorientierbarer Objekte angegeben,
3. eine Anweisung zum systematischen Aufsuchen der Symmetrieelemente ausgearbeitet.

Greifswald, Mineralogisches Institut, den 10. Mai 1919.

Bei der Redaktion eingegangen am 27. Juli 1919.

¹ Vgl. R. GROSS, dies. Centralbl. „Das Lauephotogramm des Eisens.“ (1919.) No. 13 u. 14. p. 201.

Personalia.

Gewählt: Geheimer Bergrat Prof. Dr. **Hugo Bücking**, früher in Straßburg jetzt in Heidelberg, von der preußischen Akademie der Wissenschaften zum korrespondierenden Mitgliede ihrer physikalisch-mathematischen Klasse. — Geheimer Bergrat Prof. Dr. **J. Pompeckj** von der preußischen Akademie der Wissenschaften zum ordentlichen Mitgliede ihrer physikalisch-mathematischen Klasse.

Gestorben: Prof. Dr. **Josef Krenner**, Direktor der mineralogischen Abteilung des Ungarischen Nationalmuseums in Budapest, am 16. Januar 1920.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [1920](#)

Autor(en)/Author(s): Gross Rud.

Artikel/Article: [Erweiterte Lauemethode. 52-64](#)