#### R. Groß.

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 gesäunte 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 MUNST. 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 subnikroskopisch 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 ebeufalls nur relativ große, zu Platten geschliffene Kristalle verwendet, für welche die primäre Röntgeustrahlrichtung in spezielle Lagen zu den voransbestimmten 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 Kristalldrähten 1 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 Untersnehung solcher Substanzen, die Kanten und Flächen als Bezugsrichtungen nicht ansbilden, wie z. B. das Eis. Erforderlich war eine experimentelle und konstruktive Weiterbildung der LAIE-Methode und in erster Linie ein genaues und wenig zeitraubendes Ansmeßverfahren 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 Ausschnitt läßt sich der Metallring RR drehen und kaun 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 († 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 em-Teilung auf der Bank D und der Nonius am Schlitten E geben den Ort des Schlittens auf 0,01 cm. Die Achse des Beobachtungsferurohrs 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 Beobachtungsfernrohrs K zu legen. Erfordert ist vor allem ein feines, parallaxefrei angebrachtes Fadenkrenz und eine möglichst licht--tarke, schwach verkleinernde Linsenkombination. Die Erfahrung

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> R. GROSS und N. BLASSMANN, Drahtförmige Kristalle von Wolfram, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLII, 728, (1919.)

zeigt, daß beim Aufsnchen sehr schwacher Flecken auf dem Photogramm 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 I. 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 Schutz gegen Verschmutzen unter Glas) angebracht. Die praktische Erfahrung hat gezoigt, daß die Größe der Glasplatte L ausreichend ist, wenn darauf eine photographische Platte P im Format  $9 \times 12$  aufgelegt werden kann.

## 3. Das Messen mit dem Zyklometer.

Bevor die photographische Platte aufgelogt wird, bringt man etwas Zigarrenasche auf das Zentrnm der Glasplatte L und richtet in der üblichen Weise das Fernrohr K mit Hilfe der Schranben J und F auf den Drehpunkt des Ringes RR ein. Der nun bei E abgelesene Wert ist Nullpunktsstellung des Instruments. Jetzt wird die photographische Platte P so aufgelegt, daß der Mittelpunkt des Primärflecks mit dem Schnittpunkt des Fadenkrenzes in der Nullstellung zusammenfällt. In der Regel ist zur Erzeugung genügeud intensiver Bengungsflecken 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  $\varphi$  von beliebigem Nullazimut aus gezählt und einen linearen Abstand z in cm vom Mittelpunkt des Primärflecks ans, im folgenden kurz als Zentraldistanz bezeichnet.

## 4. Die sphärischen Koordinaten der Beugungsstrahlen.

Die Richtung der die einzelnen Beugungsflecken erzeugenden Beugungsstrahlen ist in allgemeinster Form durch die Koordinaten qund  $\varrho$  eines sphärischen Systems anzugeben, dessen Achse die Richtung des Primärstrahls ist. Das Azimut q kann am Zyklometer direkt abgelesen werden, die sphärische Poldistanz  $\varrho$  ist  $= \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{z}{p}$ , wo p den Abstand des Kristalls von der photographischen Platte bedeutet. Die Wahl des Punktes, den man als mathematischen Ort des Beugungsfleckes 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  $\geq t \cdot tg \rho$  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) Bengungsflecken vom Typ II, d. h. solche, bei denen  $b < t \cdot tg \varrho$  ist, zeigen im Normalfall von innen nach außen ein anfängliches Ansteigen und dann wieder Ausklingen der Schwärzung. Hier rechnet mau z vom Rand des Primärfleckes bis zum Punkte größter Schwärzung und p von der der photographischen Platte zugekehrten Kristalloberfläche bis zur photographischen Schicht<sup>1</sup>.

## 5. Die Methode fortlaufender Photogrammserien.

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

<sup>1</sup> Vgl. R. GROSS, Ber. sächs, Ges. d. Wiss., math.-phys. Kl. Leipzig. **70**, p. 1–12 (Sitzung 7, Jan, 1918).

 $\hfill {\hfill { \hfill \hill \hill { \hfill \hill \hill} \hill \hill \hill \hill \hill \hill \hill \hill$ 



Fig. 2.



Fig. 3.

#### Erweiterte Lanemethode.

Für Objekte von der Art der unter 1. besonders aufgeführten ist dies zunächst unmöglich. Andrerseits lassen sich dentliche Lauephotogramme solcher Körper auch bei sehr geringem Durchmesser erzeugen, wenn die Röntgenröhre geeignet betrieben wurde<sup>1</sup>. So ist z. B. Fig. 2 das Lanephotogramm eines 0,004 cm starken Wolframdrahtes, Fig. 3 von einem 3 mg schweren Diamantkriställchen in 3<sup>min</sup> hergestellt und das sehr schwache Bild durch Positiventwickelung 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-

<sup>1</sup> 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 Scheibehens stehen bleibt.

Man macht nun das erste Photogramm bei willkürlicher Stellung von T, und T<sub>2</sub>. 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. Nnu 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 T2 um 22° verdreht und eine zweite Aufnahme gemacht. Die Koordinaten der n Beugungsflecken dieser Aufnahme seien q2, n, Q2, n, wobei der um 42 gegen den ersten verdrehte zweite Primärstrahl als Achse des jetzigen sphärischen Systems gilt. Ebenso erhalten wir für eine dritte Aufnahme die Beugungsflecken q3, n, Q3, n, wobei der Primärstrahl nnd damit die Achse des bezügliehen Koordinatensystems um  $\psi_a^{\ 0}$ gegen das erste System verdreht sind u. s. f. Die Koordinaten der Lote der (nach BRAGG'scher Vorstellung) für die Bengungsflecken 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 S2, S3 n. s. f. gemessenen Koordinaten werden nun in einer genauen stereographischen Projektion auf das System S, transformiert. Da jedoch voranssetzungsgemäß die kristallographischen Achsen anderweit nicht feststellbar sind, so können die kristallographischen Indizes der einzelnen spiegelnden Netzebenen erst dann angegeben werden, wenn der Symmetrieeharakter des untersuchten Objektes aus der Schar der vorhandenen Beugungsfleeken erkannt wird.

Die auf einem Lauephotogramm möglichen Bengungspunkte sind außer von den durch die Struktur gegebenen Bedingungen noch durch die Forderung  $\rho_{\rm max} > \rho > \rho_{\rm min}$  eingeengt, wobei  $\rho_{\rm min}$ die Stelle des Photogramms bezeichnet, an welcher der zentrale Überlichtungshof beginnt, während pmax durch das Zusammenwirken des Lorenzfaktors, Debyefaktors 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 Beugnngsfleeken sich teilweise überdecken, so wird, den Gesetzen des Lauophotogramms zufolge die Mehrzahl der in dem gemeinsamen Bereich liegenden Flächen auf beiden Photogrammen vorhanden sein. Dabei kann die Intensität eines und desselben Beugungsfleckes auf verschieden orientierten, im übrigen vergleichbaren Anfnahmen stark variieron. Sie ist also keine von der Richtung des Primärstrahls unabhängige Größe.

## Erweiterte Lauemethode.

#### 59

## 6. Anfsuchen der ersten Symmetricebene.

Um ans der sehr nnübersichtlichen Schar der anf einer Photogrammserie spiegelnd wirksamen Netzebenen diejenige Symmetrieklasse herausznfinden, die unter den 11 röntgenometrisch unterscheidbaren für das Objekt zutrifft, prüft man zweckmäßig, ob überhanpt eine Symmetrieebene vorhanden ist.

Man macht zu diesem Zweck eine fortlaufende Serie von Photogrammen, wobei man von Aufnahme zu Anfnahme 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 anf 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.  $\ensuremath{\textcircled{}}$  Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at  $_{60}^{60}$ 

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.



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 Å. Liegt trigonal-vhomboedrisch  $(C_g^{(i)})$  vor, so treten auf dem gesichteten Probegürtel zwei Flächenkonfigmationen herans, die kongrnent, 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

## Erweiterte Lauemethode.

Koordinaten  $\Phi$ , P, so muß eine Aufnahme in der Primärstrahlrichtuug  $\Phi$ , P das dreizählige Bild Fig. 7 ergeben <sup>1</sup>.

IB. Sind gleiche Konfigurationen auf dem Probegürtel überhaupt nicht vorhanden, so gehört das Objekt der triklin-pinakoidalen Röntgensymmetrieklasse (S.,) au.

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

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

festgelegt, wobei m und  $\mu$  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  $\Phi = \mu - 90^{\circ}$ ,  $P = 90^{\circ}$  arctgm. Das Photogramm zeigt nun einen der 6 in Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 14 angegebenen Symmetriecharaktere.



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: tetragonalbipyramidale Röntgensymmetrieklasse  $(C_4^{h})$ .

II C. Anch ein Photogramm von der Symmetrie der Fig. 10 wäre eindentig 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-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Die Fig. 7-14 dienen lediglich zur Veranschaulichung des Symmetriecharakters des entsprechenden Lauephotogramms. Die eingezeichneten Kreise können die Örter tautozonaler Beugungsflecken versinnlichen, während die Linienstärke des Kreises die jeweilige Dichte der Fleckenaneinanderreihung auf ihm andeuten möge.

R. Groß, -

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.



Das Photogramm besitzt 2 Paare von Symmetrieebenen. Man macht eine weitere Aufnahme, in der der Primärstrahl der Fig. 11 um 45<sup>°</sup> in einer der Symmetrieebenen des einen Paares verdreht ist, sodann eine Aufnahme, in der der Primärstrahl der Fig. 11 um 45<sup>°</sup> 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<sup>h</sup>) vorliegt.



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

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

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

## Erweiterte Lauemethode.

ll E b. Liegt keine weitere Symmetricebene vor. so ist die bezügliche Röntgensymmetricklasse monoklin-prismatisch  $(C_2^{b})$ .

II F. Bei weitem am vieldeutigsten ist die Aufnahme vom Typ Fig. 12 mit der Primärstrahlrichtung senkrecht zur ersten Symmetrieebene. Das Bild enthält zwei ungleiche, sich krenzende Symmetrieebenen, von denen die horizontale knrz als MM-, die vertikale als NN-Ebene bezeichnet sei. Wir machen nun zwei weitere Anfnahmen, eine, bei der der Primärstrahl der Fig. 12 in MM nun 90°, eine zweite, bei der er in NN nun 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 dio 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 dyakisdodckaedrischen Röntgensymmetrieklasse  $(T_h)$  werden die drei Bilder symmetrisch wie Fig. 12 und auch in den übrigen Eigenschaften vollkommen gleich, nur haben die M M- 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 Anfnahmen 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. Anch dies Resultat ist noch zweidentig. Wir machen ein letztes Photogramm, indem wir den Primärstrahl der Fig. 12 nm  $45^{\circ}$  in der NN-Ebene verdrehen.

II F d 1. Liefert die letzte Aufnahme ein Photogramm vom Symmetriecharakter der Fig. 11 (das anßerdem 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<sup>h</sup>).

II F d 2. Liegt die ditetragonal-bipyramidale Klasse (D<sub>4</sub><sup>h</sup>) 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 Answahl

#### Personalia.

der durch die Flächen hervorgerufenen Einheitsabschnitte vieldeutig. Man benennt willkürlich einen Beugungsfleck mit 111, resp. 10ī1, 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  $\alpha, \beta, \gamma$  unabhängig voneinander eine Zahl aus der Reihe ... 1, 2, 3 ... cingesetzt werden muß, bleibt bei dieser Methode ebenso unsicher wie bei der Berechnung aus gewachsenen Kristallflächen. Einen Fingerzeig geben hier uur die rechnerischen Auswertungen unter Herausarbeitung cines bestimmten Gitters<sup>1</sup>. Die erweiterte LAUE-Methode macht also anch die letzte Art kristalliner Objekte, die sich der Röntgenuntersuchung bis jetzt widersetzten, zugänglich.

Die Langwierigkeit des Verfahrens, das im schlimmsteu 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 dér 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.

<sup>1</sup> Vgl. R. GROSS, dies. Centralbl. "Das Lauephotogramm des Eises." (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 Kreuner, 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: <u>Centralblatt für Mineralogie</u>, <u>Geologie und</u> <u>Paläontologie</u>

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: 1920

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

Artikel/Article: Erweiterte Lauemethode. 52-64