

# XVIII. Formensystem aus Accessorien, abgeleitet am Topas.

Von

V. Goldschmidt in Heidelberg.

(Hierzu Taf. IX—XI.)

Im Jahr 1896 publicierte Verfasser in dieser Zeitschrift (Bd. 26, 4 eine Abhandlung über krumme Flächen (Übergangsflächen). Im engen Anschluß an die damaligen Untersuchungen stehen die vorliegenden. Um den Zusammenhang der Probleme klarzulegen, möge es gestattet sein, einen Passus aus der erwähnten Publication hier abzudrucken.

(S. 4.) Zwischen den ebenen Flächen eines wohlausgebildeten, in seinem inneren Bau nicht gestörten, auch durch äußere Störungen, als Verwachsung mit anderen Krystallen, Einfluß von sonstigen festen Nachbarn usw. nicht influenzierten Krystalls finden sich häufig krumme Flächen. Solche Flächen wollen wir Übergangsflächen nennen. Sie sind, ebensogut wie die ebenen typischen Flächen, ausschließlich das Product der Formenentwicklung, wie sie sich durch Differenzierung der flächenbauenden Primärkräfte ergibt. Solche Übergangsflächen entstehen beim Auftragen (Wachsen), wie beim Abtragen (Lösen).

Darnach können wir definieren:

**Übergangsflächen sind krumme Flächen der Formenentwicklung.**

Sie gehören wesentlich zu dem Formensystem und sind für eine Krystallart ebenso charakteristisch, unter Umständen noch mehr, als die ebenen typischen Flächen. Da sie organisch, d. h. der Entwicklung gemäß, zu dem Formensystem einer Krystallart gehören, so können wir auch definieren:

**Übergangsflächen sind die krummen Flächen eines Formensystems.**

Übergangsflächen erscheinen wiederholt und mit den gleichen Eigentümlichkeiten an der gleichen Stelle verschiedener Individuen derselben Art und zwar gerade an bevorzugter Stelle, an Stelle wichtiger Flächenpunkte und wichtiger Zonenstücke.

(S. 2.) Der Name Übergangsflächen wurde gewählt, um anzudeuten, daß solche zwischen typischen Flächen liegend mit ihrer Krümmung (dazu rechnen wir auch Oscillation und Streifung) von einer zur anderen hinüberführen; auch wohl mehr als 2 (3, 4 . . .) Flächen durch Hinüberleiten verknüpfen. Im Reflex wie im Projectionsbild spricht sich der Übergang darin aus, daß der Verlauf, der Zug des Reflexes von

einem typischen Punkt zum anderen führt. Dieser formellen Verknüpfung liegt eine genetische, organische, eine Verknüpfung durch Entwicklung zu Grund. Die verknüpfenden Punkte (Wirkungscentren) treten in der Richtung der Verknüpfung in gemeinsame Action. Gerade hierin liegt die große organische Bedeutung der Übergangsflächen, daß wir an ihnen erkennen, wie sich diese Action (stetig) vollzieht.

Wir sehen, daß die Entwicklung der Formen sich in der Weise vollzieht, daß sich zwischen je zwei Ausgangspunkten der Entwicklung eine Zone spannt, eine Linie (Ebene) gemeinsamer Action; daß sich in dieser Linie nach einem bestimmten Gesetz, dem Gesetz der Differenzierung (Complication) einer bestimmten Zahlenordnung folgend (harmonische Zahlen) einzelne neue Wirkungscentren (abgeleitete Knoten, typische Flächen) ausscheiden. Durch deren Verknüpfung vollzieht sich die weitere Entwicklung.

Bei den Übergangsflächen beobachten wir den Zug der Verknüpfung; die Ausscheidung typischer Flächenpunkte in diesem Zug manchmal präcis durch Ausscheidung eines scharfen Lichtpunktes, manchmal noch unsicher durch Verdichtung eines Lichtnebels um einen typischen Ort vollzogen. Die Übergangsflächen lassen uns die Entwicklung der Formen in ihrem Werden verfolgen. Sie geben und versprechen einen Einblick in den Ort und die Art des Einflusses der wirkenden Ursachen.

Seitdem wurde die Untersuchung weitergeführt. Es erschienen die ausführlicheren Publicationen über »Entwicklung der Krystallformen«<sup>1)</sup>. Das Complicationsgesetz hat sich durch das ganze Gebiet der Krystallographie bewährt, ja es hat sich zeigen lassen, daß dies Gesetz nicht nur die Krystallformen beherrscht, sondern daß es ein weittragendes Gesetz ist, das in großen Gebieten der belebten, wie der unbelebten Natur der Entwicklung des Mannigfaltigen aus dem Einfachen seinen Stempel aufdrückt, ja sogar, daß es die Entwicklung der Sinne und des menschlichen Geistes beherrscht. So war dies Gesetz u. a. zum Schlüssel des Verständnisses der musikalischen Harmonie geworden<sup>2)</sup>.

Eine besonders interessante Gruppe krummer Flächen, die Ätzfiguren, waren dann vom Verf. zum Gegenstand der Untersuchung gemacht worden. Im Verein mit Fr. E. Wright wurden die Ätzfiguren des Calcit und die zugehörigen Reflexe (Lichtfiguren) messend studiert<sup>3)</sup>. Es bestätigte sich daran alles, was in der Publication von 1896 als Erwartung ausgesprochen war. Die Reflexzüge geätzter Krystalle oder geätzter Kugeln lieferten das Formensystem des Calcit mit seinen Hauptknoten und Hauptzonen. Weitere lösende Behandlung der Kugeln brachte merkwürdige Resultate. Sie lieferte in den Lösungskörpern<sup>3)</sup> die durch Abbau gebildeten Krystallformen. An Stelle der Flächen der gewachsenen Krystalle traten im Lösungskörper Ecken, an Stelle der Ecken Kanten.

Kanten und Flächen der Lösungskörper sind gekrümmt, ebenso die stylisierten Grübchen (Ätzfiguren) und Erhöhungen (Ätzhügel), die sich bei

1) Diese Zeitschr. 1897, 28, 1—35; 444—454.

2) Gdt., Über Harmonie u. Complication. Berlin, Springer 1901.

- Über harmonische Analyse von Musikstücken. Ann. d. Naturphilos. (Ostwald) 1904, 3, 449.

3) N. Jahrb. f. Min. usw. 1903, Beil.-Bd. 17, 355.

der Atzung und Lösung bildeten. Die Reflexe aller dieser Gebilde lieferten die Hauptknoten und Hauptzonen des Formensystems.

Mit diesen Untersuchungen hatten die Ätzfiguren und Lösungskörper ein neues weitgehendes Interesse gewonnen. Man war nun im Stand von einer Krystallart, die nur wenige oder schlecht ausgebildete Flächen entwickelte, das Formensystem in seinen Hauptzügen zu gewinnen. Damit war zugleich der Deutung der Formen und dem Vergleich verwandter Arten durch Analogie eine feste Grundlage gegeben. Aber das Untersuchungsgebiet versprach noch eine unabsehbare Fülle von Resultaten. Jedes neue Ätzmittel, jede neu in Untersuchung genommene Krystallart brachte neue Überraschungen, stellte neue Fragen und ermöglichte neue Schlüsse.

Das messende Studium der Ätzfiguren und Lösungskörper warf Licht auf die Mechanik des Lösungsprozesses<sup>1)</sup>. Auch hier erschloß sich ein neues großes Arbeitsfeld, das durch Messen krummer Flächen und ihrer Reflexe zu bebauen ist.

In der Natur sind neben den krystallbauenden Wirkungen beständig zerstörende (abbauende) thätig und so finden wir viele natürliche Krystalle oberflächlich angegriffen. Oft zeigen sie schöne Ätzfiguren und andere charakteristische Lösungserscheinungen. Solche Krystalle liefern uns ohne ätzende Behandlung die Unterlage zum Studium des Formensystems der Krystallart in der oben angegebenen Weise. Dies ist besonders wichtig da, wo man von einer Krystallart andere als angefressene Krystalle nicht hat, ebenso da wo die Krystalle so klein, selten oder schwer angreifbar sind, daß man Ätzversuche mit ihnen nicht anstellen kann oder sie nicht dafür opfern möchte.

**Wachstumsfiguren.** Statt der Ätzgrübchen, Ätzhügel und Lösungsgebilde verschiedener Art zeigen die Krystalle oft krummflächige Wachstumsgebilde. Stylisierte Erhöhungen und Vertiefungen. Wir wollen sie Wachstumshügel und Wachstumsgrübchen nennen. Dazu Treppen und Streifungen, Rundungen der Kanten und Ecken. Wir wollen alle diese Gebilde als Wachstumsfiguren bezeichnen.

Oft ist es schwer, manchmal unmöglich, Lösungsfiguren und Wachstumsfiguren zu unterscheiden. Es wird unsere Aufgabe sein, Kriterien zu deren Unterscheidung festzulegen. So lange wir nicht für die einzelne Figur entscheiden können, betrachten wir derlei Gebilde als Lösungsfiguren, wenn ihre Gesamtheit darauf schließen läßt, daß die Bildungsgeschichte des vorliegenden Krystalls mit Lösung abgeschlossen hat, umgekehrt als Wachstumsfiguren, wenn wir aus allen Anzeichen schließen können, daß sie mit Wachsen abgeschlossen hat. Die Oberfläche verzeichnet jedesmal den Abschluß der Bildungsgeschichte, die Merk-

1) Diese Zeitschr. 1904, 38, 636.

male der Vorgeschichte sind teils wieder weggeführt, teils liegen sie im Innern des Krystalls begraben.

Ein eigenartiger Beobachter, Fr. Scharff, hat diesen Gebilden sein lebhaftes Interesse zugewendet, sie sorgfältig gesammelt, studiert und abgebildet, doch war er nicht in der Lage sie messend zu verfolgen. Er glaubte in diesen Gebilden dem Wachstum der Krystalle folgen zu können. Scharff galt für einen kristallographischen Sonderling. Seine Liebe zu den Krystallen führte ihn zu einem rechten Weg, auf dem er freilich nicht im Stand war weit vorzudringen.

Es fragt sich nun: Geben die Reflexe der Wachstumsfiguren uns ebenso wie die Ätzfiguren die Hauptknoten und Hauptzonen der Formenentwicklung, wie dies in der oben angeführten Publication über krumme Flächen (Übergangsflächen) angenommen wurde?

Das ist in der Tat der Fall. Die vorliegende Untersuchung am Topas möge als Beleg und Beispiel dienen.

**Beschreibung der einzelnen Krystalle und Reflexbilder.** Es mögen im folgenden sechs gemessene Krystalle beschrieben und abgebildet werden. Zwei von Florissant (Colorado), einer vom Ural und drei von Thomas Mountains (Utah). Von jedem wurde ein Kopfbild, ein perspectivisches Bild und ein stereographisches Projectionsbild beigegeben. Die beiden ersten Bilder (a, b) zeigen die charakteristische Oberflächentextur. Das Projectionsbild gibt den Verlauf der Reflexe, so wie es durch Einstellen am zweikreisigen Goniometer Punkt für Punkt aufgenommen wurde. Eine Ergänzung oder Idealisierung hat dabei nicht stattgefunden.

Die stereographische Projection wurde gewählt, um im gleichen Bild den Verband und die Ausstrahlung auch in und mit der Prismenzone zu erhalten, die bei gnomonischer Projection ins Unendliche rückt. Zum Studium der Details eignet sich besser die gnomonische Projection. Unter Umständen ist zum Studium der Verbände mit Vorteil die perspectivische Projection<sup>1)</sup> anzuwenden.

**Krystall 1** von Florissant (Colorado) (Taf. IX, Fig. 4a, b, c). Dicke : Breite : Höhe = 14 : 12 : 10 mm.

Combination:  $Mlfd_o = \infty.\infty 2.01.02.10.1.$

Zwischen  $d$  und  $o$  eine gerundete Fläche von der Position  $?Y = 4\frac{1}{2}$ . Die Basis  $c = 0$  fehlte, doch tritt ihr Reflex an einigen beschädigten Stellen auf, entsprechend kleinen Spaltflächen. Die Kante  $ff$  ist gezahnt durch parallele Furchen, die sich, zarter werdend, über den unteren Teil der

<sup>1)</sup> Vergl. diese Zeitschr. 1893, 22, 20 (Topas). Beisp. Phosgenit, Quarz, diese Zeitschr. 1896, 26, Taf. II; diese Zeitschr. 1897, 28, Taf. VI (Idokras, Calcit), Taf. VII (Granat, Topas), Taf. VIII (Zinkblende, Magneteisenerz), sowie die folgende Untersuchung »Über Flächen und Zonen«.

Flächen  $f$  fortsetzen. Ähnlich gezeichnet sind  $d$  und  $y$ , die nur auf einer Seite auftreten. Die Prismen  $M$  und  $l$  zeigen Längsstreifung.

Die Oberflächenzeichnungen dürften von Ätzung herrühren. Ihnen entsprechen die Lichtzüge des Reflexbildes Fig. 1c. Dies zeigte außer den Flächenpunkten Lichtzüge in den Zonenstücken  $MI$ ;  $odo$ ;  $oyo$ .

**Krystall 2** von Florissant (Colorado). Dicke : Breite : Höhe = 11 : 12 : 17 mm. (Taf. IX, Fig. 2a, 2b, 2c). Farblos, dem Krystall 1 ähnlich, jedoch an beiden Enden ausgebildet.

Combination:  $yflMg$  ( $g = \infty 3$ ).

Die nach der gemeinsamen Kante hin gerundeten Flächen  $ff$  sind von schön ausgebildeten Ätzhügeln oder Wachstumshügeln bedeckt, die an der Kante  $ff$  eine Verzahnung bilden, wie bei Krystall 1.

Der Reflex liefert die interessante Strahlung (Fig. 2c) von  $f$  aus in den Zonenstücken  $fd$ ;  $fc$ ;  $fol$ , letzterer Zug bogenförmig abgelenkt. Ein lichtstarkes scharfes Strahlenbündel, sehr charakteristisch für die Flächen  $f$ . Die Flächen  $y$  sind glatt mit einer zarten Horizontalstreifung. Sie liefern außer einem präzisen Lichtpunkt am typischen Ort kurze Züge in Zone  $fyoy$ .  $M$  und  $l$  geben Züge in der Prismenzone ähnlich denen in Fig. 1c. Die Orte der Flächen  $M^1l^1$  sind etwas verlegt durch eine Störung im Krystallbau.

**Krystall 3** vom Ural (Nertschinsk?). (Taf. IX, Fig. 3a, 3b). Dicke : Breite : Höhe = 10 : 16 : 14 mm. Ein prächtiger Krystall.

Combination:  $cbMmlyhdiuo$ .

Wasserhell, die Flächen glänzend mit Ausnahme der Basis und der Flächen  $h = \frac{1}{2}0$  (102). Die Basis ist matt und hat drei parallele eigentümliche Rinnen. Die für Topas selteneren  $h$ -Flächen sind hier so groß, daß sie der Combination einen eigenartigen Charakter geben. Sie sind etwas matt. An Stelle von  $d = 10$  findet sich beiderseits eine kleine krumme Fläche.  $f$  ist stark vorherrschend. Dagegen sind die  $y$  nur durch gestreifte und gekrümmte Flächen vertreten.

Die Kanten sind zum Teil gezähnt und gerundet; die Flächen  $f$  und  $M$  mit Figürchen bedeckt, die teils erhöht und teils vertieft sind und von denen sich nicht entscheiden läßt, ob sie durch Wachsen oder Ätzen gebildet sind.

Das Lichtbild (Fig. 3c) ist sehr reich. Es zeigt die Hauptzonen und Hauptknoten des Topas.

**Krystall 4** von Thomas Mountains (Utah). (Taf. X, Fig. 4a, 4b). Dicke : Breite : Höhe = 7 : 9 : 9 mm.

Combination:  $cMlyfydiuo$ .

Wachsgelb, glänzend, durchsichtig. Auffallend sind die großen Vertiefungen in den stark entwickelten  $i$ -Flächen. Sie machen sich in dem Lichtbild

(Taf. X, Fig. 4c) weniger bemerkbar, als man erwarten sollte. Dagegen liefern die schönen Zeichnungen auf *M* und *l* die für diese Formen charakteristischen Lichtbilder. Im Lichtbild treten besonders die Zonenlinien *ciuom* hervor.

**Krystall 5** von Thomas Mountains (Utah). (Taf. X, Fig. 5a, 5b).  
Dicke : Breite : Höhe = 6 : 7 : 12 mm.

Combination: *cbMlfyduoe*.

Alle Flächen glatt und glänzend. *ciu* mit Rundungen der Kanten eingesäumt. Die Flächen der Zone *cinom* zart gestreift, daher die Lichtzüge in den entsprechenden Zonenstücken (Taf. X, Fig. 5c). Die gerundeten Kanten bringen die Lichtzüge in den Zonenstücken *df*, *di*, *fi*, kürzere Lichtzüge in den Zonenstücken *od*, *of*, *fb*, wie in Fig. 5c ersichtlich.

**Krystall 6** von Thomas Mountains (Utah). (Taf. X, Fig. 5a, 6b).  
Dicke : Breite : Höhe = 6 : 8 : 10 mm. Farblos.

Combination: *cMlfyduoe*.

Alle Flächen glänzend außer einer *n*-Fläche. Ferner sitzen matte und gerundete Flächen an Stelle der steilen Domen  $\rho = 20$  (204). *M* und *l* tragen besonders stark entwickelte Wachstumsfiguren, wie solche in Fig. 6b angedeutet sind. Die Flächen *fyo* sind gerändert, d. h. sie tragen auf den Kanten schmale gerundete Flächen. Diese erzeugen, zusammen mit den Streifungen auf *o* und den Wachstumshügeln auf *M* und *l* das reiche Lichtbild (Taf. X, Fig. 6c). Dieses Lichtbild ist von den hier vorliegenden das reichste. Es zeigt in bezug auf Hauptknoten, Hauptzonen und Eigenart der Knoten nicht viel weniger als das Gesamtbild (Taf. XI, Fig. 7), trotzdem ein Stück des Krystalls abgebrochen ist.

Dies Beispiel zeigt, daß oft ein einziger Krystall mit seinen Rundungen, Streifungen und Wachstumsfiguren genügt, um das Formensystem einer Krystallart in seinen Hauptzügen festzulegen.

**Gesamt-Lichtbild und Gesamt-Punktbild.** In Fig. 7, Taf. XI sind die Reflexbilder der sechs gemessenen Krystalle zu einem Gesamt-Lichtbild vereinigt. Daneben zeigt Fig. 8, Taf. XI das Gesamt-Punktbild aller beim Topas beobachteten Formen. Beide in stereographischer Projection. Der Vergleich beider Bilder zeigt schon auf den ersten Blick eine wesentliche Übereinstimmung. Beide Bilder ergänzen und bestätigen einander. Beide geben die gleichen Hauptknoten und Hauptzonen. Beide sprechen verschiedene Sprache, die man durch weiteres Studium immer vollständiger wird lesen lernen. Auch wird man immer besser imstande sein, aus der einen Sprache in die andere zu übersetzen.

**Unterschiede beider Bilder.** Im Lichtbild tritt die **Eigenart der Knoten** und ihrer **Ausstrahlungen** deutlicher hervor. *f* hat einen anderen

Charakter als  $y$ ,  $l$  einen anderen als  $M$ . Wieder anders ist der von  $o$  und von  $d$ .

$f$  wendet seine Ausstrahlung dem Pol zu,  $y$  dem Äquator.  $M$  spannt zwei Hauptzüge, einen nach dem Pol und einen in der Prismenzone,  $l$  dagegen wesentlich nur einen Zug in der Prismenzone.  $b = 0\infty$  greift auffallend wenig in den Verband ein,  $a = \infty 0$  gar nicht. Solche individuelle Verschiedenheiten sind im Punktbild nicht deutlich erkennbar, besonders dann nicht, wenn es nicht sehr punktreich ist.

Wir sehen im Lichtbild **Ablenkungen** von der Zone, deren Gesetzmäßigkeit und Ursache sich studieren läßt. Solche fehlen dem Punktbild, da dieses nur die typischen Formen umfaßt, nicht auch die abgelenkten, vicinalen.

Die **relative Wichtigkeit** der einzelnen Hauptknoten läßt sich im Lichtbild besser übersehen, als im Punktbild, ja oft in den Einzelbildern besser als im Gesamtbild. Dagegen gibt das Punktbild mit den zugehörigen Reihen von Symbolzahlen ein Mittel zur **strengerer Diskussion des Formensystems** im einzelnen. Hierbei leistet die gnomonische Projection im Verein mit den zweiziffrigen Symbolen die besten Dienste.

**Höfe und Strahlenbündel.** Ein auffallender Gegensatz zwischen Punktbild und Lichtbild besteht in folgendem: Im Punktbild sind die Knoten umgeben von einem leeren Hof<sup>1)</sup>. Diese Höfe sind so charakteristisch, daß man an ihnen die Hauptknoten erkennt. In unserem Lichtbild ist es umgekehrt. Da strahlen von den Knoten in Richtung der Zonen kürzere oder längere Züge aus, teils streng in den Zonen, teils abgelenkt und in der Nähe der Knoten durch seitliche Ausbreitung die Winkel zwischen den Zonenlinien ausfüllend<sup>2)</sup>. Diese Strahlenbündel mit ihren Krümmungen und Ausbreitungen füllen gerade die Stellen aus, die im Punktbild leer geblieben sind. Es sind in beiden Bildern dieselben Zonen und dieselben Hauptknoten. Aber, wo im Punktbild die Punkte sich verdichten, setzen die Lichtzüge aus, und wo die Lichtzüge sich verdichten, haben die Hauptknoten ihren Hof. Dies ist eine merkwürdige Tatsache, die nicht zu erwarten war und deren Erklärung Licht verbreiten wird über das Wesen der entsprechenden Gebilde, von ihnen durch weiteres Schließen über das Wesen der Krystallformen und der Krystallbildung.

Wir wollen die genannten Gebilde an anderer Stelle einer besonderen Besprechung unterziehen.

**Zusammenfassung.** Fassen wir das Gesagte zusammen, so kommen

1) Vgl. diese Zeitschr. 1897, 28, 422. Kryst. Proj.-Bilder. Berlin Springer 1887. Jahrb. Min. 1903, Beil.-Bd. 17, Taf. 34 (Calcit).

2) Vgl. N. Jahrb. f. Min. 1903, Beil.-Bd. 17, Taf. 34. Man vergleiche Fig. 22 mit Fig. 23, denke sich das rote Lichtbild Fig. 22 auf das schwarze Punktbild Fig. 23 gelegt.

wir zu folgenden Schlüssen: Die **krummen Flächen im Bau ungestörter Krystalle** liefern die Hauptknoten und Hauptzonen der Formenentwicklung für die Krystallart. Mögen die Krümmungen vom Aufbau oder Abbau herrühren, mögen sie als Ätzfiguren oder Wachstumsfiguren erscheinen, als Streifungen, Rundungen der Kanten oder Ecken, als Facettierungen, als vicinale Gebilde aller Art. Wir wollen alle diese Gebilde unter dem Begriff **Accessorien** zusammenfassen.

Jeder Krystall mit seinen Accessorien liefert einen Teil des Gesamtbildes. Es dürften jedesmal nur wenige passend ausgewählte Krystalle genügen, um das Gesamtbild zu gewinnen. Manchmal liefert ein einziger Krystall mit seinen Accessorien das ganze Formensystem der Krystallart in seinen wesentlichen Zügen. Z. B. Krystall 6 für den Topas.

Jeder Hauptknoten hat seine Eigenart in bezug auf den Reflex, d. h. in bezug auf seine wirkende Beziehung zu den anderen Knoten. Diese Eigenart findet sich an den Krystallen derselben Art von verschiedenen Fundorten und verschiedener Ausbildung, so daß man schon am Reflex die Flächenart erkennen kann.

Es dürften sich die Flächenarten (Knoten) auf Grund der spezifischen Eigentümlichkeiten ihrer Reflexe in Gruppen classificieren lassen, von denen jede ihre eigentümliche Rolle spielt, sowohl im Formensystem der Krystallart, als auch in bezug auf den inneren Bau. Bei verschiedenen Krystallarten spielt dann die gleiche Knotenart die gleiche Rolle, so daß man damit das Analoge finden und Vergleiche ziehen kann.

Das ist besonders wichtig bei flächenarmen Krystallarten, so besonders bei den künstlichen, im Laboratorium oder der Industrie erzeugten Krystallen. Letztere sind stets flächenarm, doch ist man oft in der Lage, dieselben groß zu züchten, sowie durch Wachsen und Ätzen Accessorien an ihnen zu erzeugen. Mit Hilfe dieser wird man imstande sein die Analogien, die correspondierenden, vergleichbaren Stücke zu erkennen und dadurch die Beziehungen verwandter und entfernter Arten, die Gesetze der Veränderung des Krystalls durch Änderung im Bau der Partikel zu gewinnen. Hiermit eröffnet sich ein weites Feld wichtiger Untersuchung.

**Störung im Krystallbau.** Alle obigen Untersuchungen und Schlüsse bezogen sich auf Krystalle, deren innerer Bau ungestört ist. Haben wir aber Krystalle vor uns mit gestörtem inneren Bau, so liefern diese krumme Flächen mit ausgedehnten Reflexen anderer Art. Kennen wir nun die Reflexzüge an ungestörten Krystallen, so können wir diese mit den gestörten vergleichen (graphisch im Projectionsbild) und hierdurch auf die Art und das Maß der Störung schließen. Auch hier erschließt sich der Forschung ein weites Gebiet.