

# Zur Kenntniss der Flächenveränderungen durch secundäre Zwillingsbildung. II.\*

Von

**O. Mügge** in Hamburg.

Mit Tafel III.

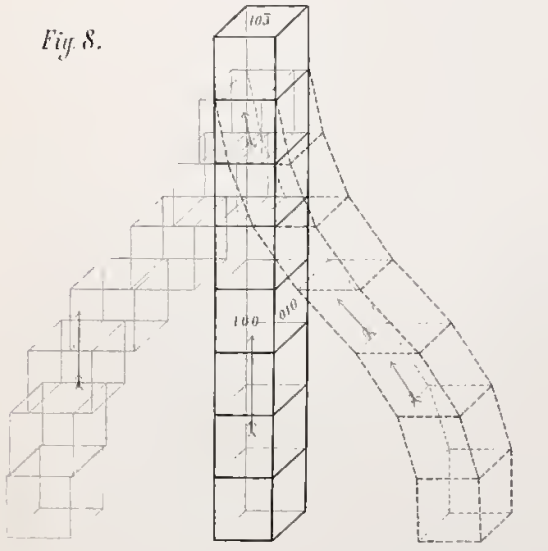
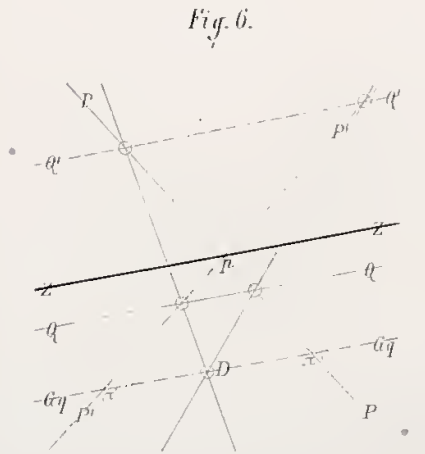
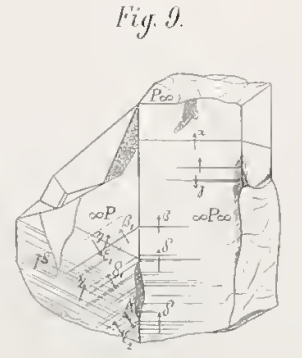
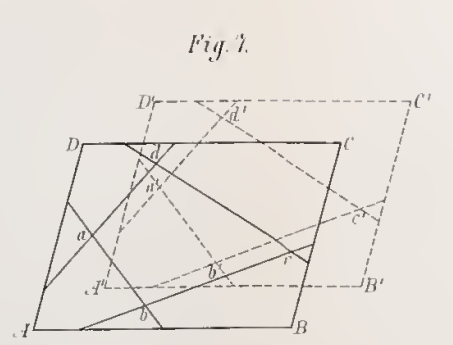
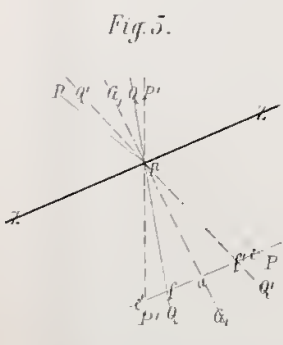
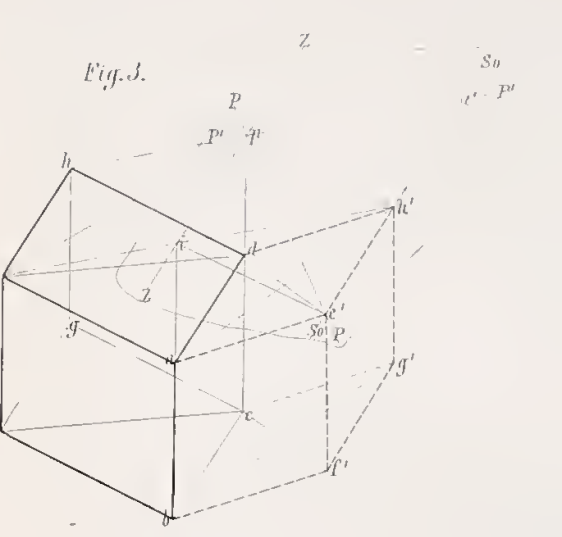
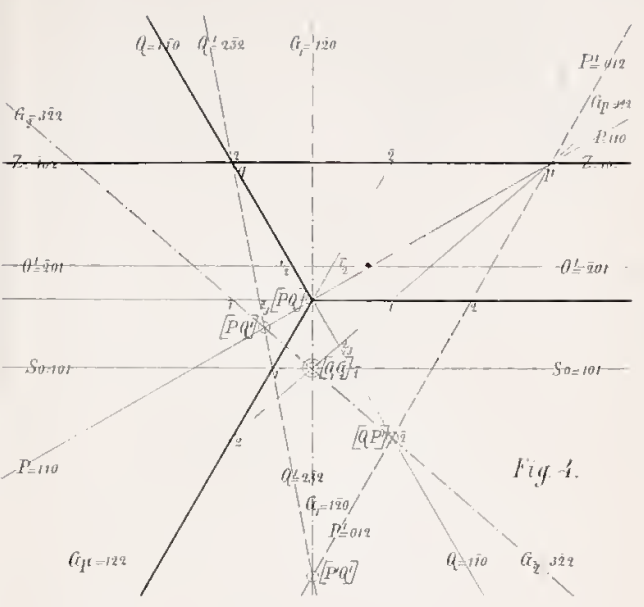
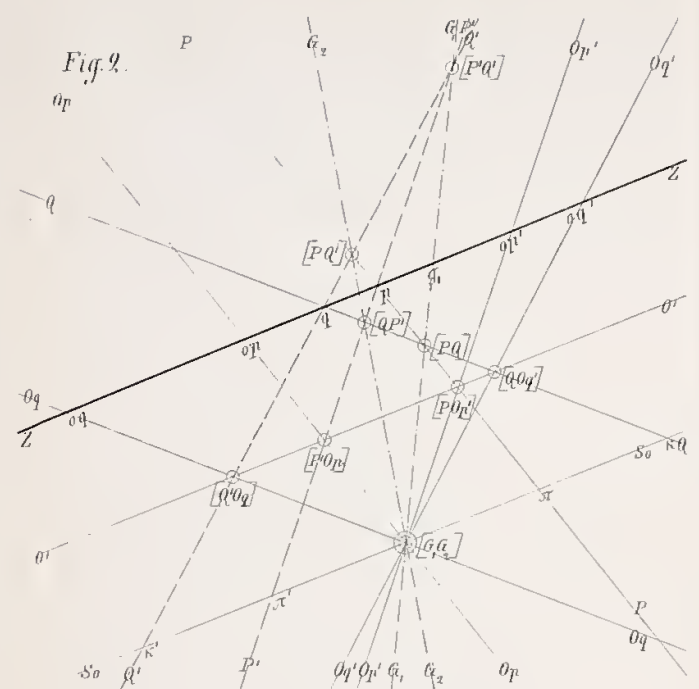
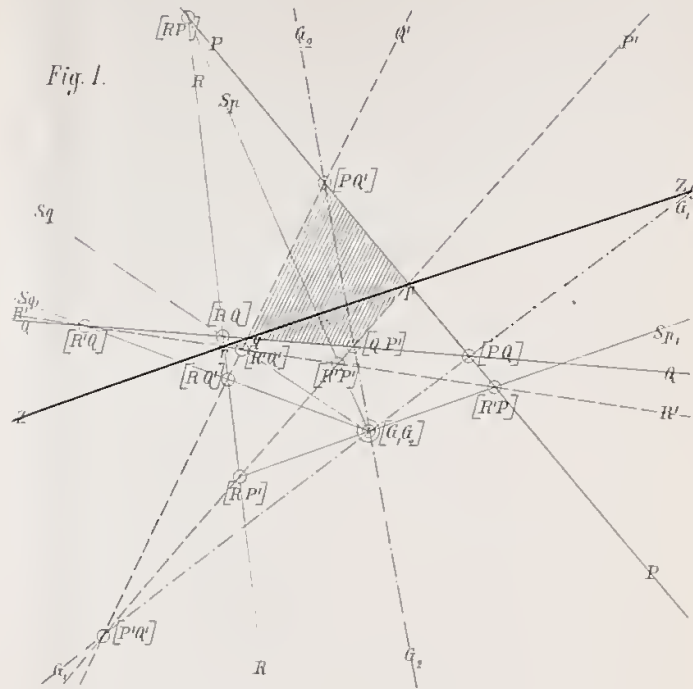
---

Es ist früher gezeigt wie sich die Indices einer Fläche nach der Umlagerung in Zwillingsstellung finden lassen, wenn die Indices der Zwillingssebene und zweier anderer ihr Zeichen nicht verändernder Flächen (Flächen der Grundform) bekannt sind. Der Vollständigkeit wegen erscheint es wünschenswerth auch die allgemeinen Transformationsformeln zu geben, welche sich allerdings so weitläufig gestalten, dass es in der Praxis wohl immer, wenn es sich nicht um einen der weiter unten besprochenen speciellen Fälle handelt, empfohlen wird, einfach nach der früher angegebenen Methode, unter Nicht-Berücksichtigung dieser allgemeinen Formel, oder constructiv zu verfahren.

Sind die Indices der ursprünglichen Fläche  $p, q, r$ , diejenigen der Zwillingssebene  $h_1 k_1 l_1$ , diejenigen zweier anderer Flächen der Grundform  $h_2 k_2 l_2$  und  $h_3 k_3 l_3$ , und setzen wir die nach dem bekannten Schema gebildeten Determinanten-Größen:

---

\* I vergl. dies. Jahrb. 1885. II. p. 44.



O. Mugge del.

Univ. Lith. v. A. Henry, Bonn.

$$\begin{aligned} k_2 l_3 - l_2 k_3 &= u_1; & l_2 h_3 - h_2 l_3 &= v_1; & h_2 k_3 - k_2 h_3 &= w_1; \\ l_1 k_3 - k_1 l_3 &= u_2; & h_1 l_3 - l_1 h_3 &= v_2; & k_1 h_3 - h_1 k_3 &= w_2; \\ k_1 l_2 - l_1 k_2 &= u_3; & l_1 h_2 - h_1 l_2 &= v_3; & h_1 k_2 - k_1 h_2 &= w_3; \end{aligned}$$

ferner die aus den  $u$ -,  $v$ -,  $w$ -Grössen analog gebildeten Determinanten:

$$\begin{aligned} v_2 w_3 - w_2 v_3 &= \mu_1; & w_2 u_3 - u_2 w_3 &= \nu_1; & u_2 v_3 - v_2 u_3 &= \pi_1; \\ w_1 v_3 - v_1 w_3 &= \mu_2; & u_1 w_3 - w_1 u_3 &= \nu_2; & v_1 u_3 - u_1 v_3 &= \pi_2; \\ v_1 w_2 - w_1 v_2 &= \mu_3; & w_1 u_2 - u_1 w_2 &= \nu_3; & u_1 v_2 - v_1 u_2 &= \pi_3; \end{aligned}$$

so berechnen sich für die Indices der veränderten Fläche  $p'$ ,  $q'$ ,  $r'$  nach der früher dargelegten Methode die folgenden Werthe:

$$\begin{aligned} (1) \dots p' &= - \left\{ \begin{aligned} &p(u_1(v_2\mu_3 + v_3\mu_3) + v_1(u_2\mu_2 + u_3\mu_3)) \\ &+ 2q v_1(v_2\mu_2 + v_3\mu_3) \\ &+ r(w_1(v_2\mu_2 + v_3\mu_3) + v_1(w_2\mu_2 + w_3\mu_3)) \end{aligned} \right\} : (\mu_2\pi_3 - \pi_2\mu_3) \\ (2) \dots q' &= \left\{ \begin{aligned} &q(v_2(w_3\nu_3 + w_1\nu_1) - w_2(v_3\nu_3 - v_1\nu_1)) \\ &+ 2r w_2 w_1 \nu_1 \\ &+ p(u_2(w_3\nu_3 + w_1\nu_1) - w_2(u_3\nu_3 - u_1\nu_1)) \end{aligned} \right\} : (\mu_1\nu_3 - \nu_1\mu_3) \\ (3) \dots r' &= \left\{ \begin{aligned} &r(w_3(u_1\pi_1 + u_2\pi_2) + u_3(w_1\pi_1 - w_2\pi_2)) \\ &+ 2p u_3 u_1 \pi_1 \\ &+ q(v_3(u_1\pi_1 + u_2\pi_2) + u_3(v_1\pi_1 - v_2\pi_2)) \end{aligned} \right\} : (\pi_1\nu_2 - \nu_1\pi_2) \end{aligned}$$

Für den Fall, dass die Axenebene 001 zugleich eine Fläche der Grundform ist, hat man zu setzen:

$$h_3 = 0, k_3 = 0, l_3 = 1;$$

und die Formeln 1)–3) vereinfachen sich in folgende<sup>1</sup>:

$$(4-6) \dots \dots \left\{ \begin{aligned} p' &= -p(h_1 k_2 + k_1 h_2) + 2h_1 h_2 q; \\ q' &= q(h_1 k_2 + k_1 h_2) - 2k_1 k_2 p; \\ r' &= -2l_1 k_2 p + 2l_1 h_2 q + (h_1 k_2 - k_1 h_2)r; \end{aligned} \right.$$

ist noch eine zweite Fläche der Grundform Axenebene, also:

$$h_2 = 0, k_2 = 1, l_2 = 0$$

so hat man:

$$(7-9) \dots \dots p' = -p h_1; \quad q' = q h_1 - 2p k_1; \quad r' = r h_1 - 2p l_1$$

Sehr häufig ist der Fall, dass eine Fläche der Grundform Axenebene, die Zwillingsfläche eine prismatische oder doma-

<sup>1</sup> Es ist dabei darauf zu achten, dass die aus den  $u$ -,  $v$ -,  $w$ -Grössen einerseits, den  $\mu$ -,  $\nu$ -,  $\pi$ -Grössen andererseits entstehenden Nullwerthe einander nicht gleichwerthig sind; dieser Umstand beeinträchtigt namentlich den Gebrauch der allgemeinen Formeln 1)–3), da man deshalb genöthigt ist, die Factoren derjenigen Determinanten, welche zu Null werden, in den weiteren Rechnungen mitzuführen.

tische Fläche, eine zweite Fläche der Grundform ebenfalls eine (zu den beiden vorhergehenden meist senkrechte) Axenebene ist, so dass man setzen kann:

$$k_1 = 0; h_2 = 0, k_2 = 1, l_2 = 0; h_3 = 0, k_3 = 0, l_3 = 1,$$

woraus dann die einfache Transformationsformel folgt:

$$(10-12) \dots\dots\dots p' = -p; q' = q; r' = r - 2 \frac{l_1}{h_1} p$$

Bisher ist angenommen, dass ausser der Zwillingsebene zwei Flächen bekannt seien, welche ihr Zeichen nicht ändern, was auch in der Praxis meist zutreffen wird; der allgemeinere Fall ist aber offenbar der, dass der Übergang zweier Flächen P und Q in P' und Q' beobachtet ist, so dass aus der Kenntniss dieser Veränderungen (und der Kenntniss der Zwillingsebene) erst diejenige Zone (Grundzone) zu ermitteln ist, deren sämtliche Flächen unverändert bleiben. Diese Aufgabe ist verhältnissmässig einfach an der Hand der Projection zu lösen, und man gewinnt damit zugleich Einsicht in den Weg, welchen eventuell die Rechnung einzuschlagen hat.

Es sei (Fig. 1, Linearprojection auf eine beliebige Ebene) Z die Zwillingsebene, P und Q zwei Flächen, deren Übergang in P' und Q' beobachtet ist, wobei natürlich P, P' und Z und Q, Q' und Z je in einer Zone liegen. Die von P und Q bestimmte Zone [PQ] geht dann über in die Zone [P'Q']; eine anfänglich in der ersteren Zone gelegene Fläche gehört daher nachher der Zone [P'Q'] an, eine in der Zone [P'Q'] des ursprünglichen Krystalls gelegene Fläche dagegen kommt nachher in die Zone [PQ] des Zwillings. Eine Fläche G<sub>1</sub> daher, welche sowohl in der Zone [PQ] wie [P'Q'] des ursprünglichen Krystalls liegt, wird nachher in die Zonen [P'Q'] und [PQ] des umgelagerten Krystalls fallen, sie wird daher ihr Zeichen nicht ändern und somit eine Fläche der Grundform sein. Ferner wird die Zone [PQ'] übergehen in die Zone [P'Q] und umgekehrt, so dass eine Fläche G<sub>2</sub>, welche ursprünglich in den Zonen [PQ'] und [P'Q] liegt, nach der Umlagerung den gleichnamigen Zonen des verzwilligten Krystalls angehört und also ebenfalls ihr Zeichen nicht ändert. Die Flächen G<sub>1</sub> und G<sub>2</sub> bestimmen in ihrem Durchschnitt [G<sub>1</sub>G<sub>2</sub>] die Grundzone, deren sämtliche Flächen also bei der Umlagerung ihre Indices nicht ändern.

Um nun die Veränderung einer beliebigen Fläche  $R$  zu finden, kann man folgendermassen verfahren: die Fläche  $R$  bestimmt mit  $P$ ,  $P'$ ,  $Q$  und  $Q'$  die Zonen  $[RP]$ ,  $[RP']$ ,  $[RQ]$ ,  $[RQ']$ ; in diesen Zonen liegen auch vier Flächen der Grundzone, nämlich  $Sp$ ,  $Sp'$ ,  $Sq$  und  $Sq'$ . Durch Umlagerung gehen die Zonen  $[SpP]$ ,  $[Sp'P']$ ,  $[SqQ]$  und  $[Sq'Q']$  über in  $[Sp'P']$   $[Sp'P]$   $[SqQ']$  und  $[Sq'Q]$ , da ja die Flächen  $S$  ihre Lage nicht verändern. Diesen vier Zonen muss daher auch die veränderte Fläche  $R$ , nämlich  $R'$  angehören und die vier Zonen-Punkte  $[R'Q]$ ,  $[R'Q']$ ,  $[R'P]$  und  $[R'P']$  liegen daher auf derselben Graden, welche zugleich durch den Punkt  $r$  (Zone  $[RZ]$ ) gehen muss.

Da der Punkt  $r$  stets gegeben ist, genügt natürlich praktisch die Kenntniss einer der Zonen  $[R'P]$  u. s. w.; man wird also z. B. durch Verbindung von  $[RP]$  mit  $[G_1G_2]$  die Gerade  $Sp$  ziehen, dann giebt der Durchschnittspunkt derselben mit  $P'$  zugleich die Zone  $[R'P']$ , die Verbindung von  $[R'P']$  mit  $r$  die neue Lage  $R'$  von  $R$ .

Diese Construction setzt voraus, was praktisch stets erfüllt ist, dass die Lage zweier Flächen  $P$  und  $Q$  vor und nach der Umlagerung bekannt sei; während nicht sofort ersichtlich ist, wie die Lage von  $R'$  zu finden sei, wenn nur  $[G_1G_2]$  und  $Z$  gegeben sind, obwohl doch die Bewegung dadurch bestimmt ist; wir wollen daher auch diesen Fall untersuchen, da er zugleich ein sehr einfaches Verhältniss zwischen der Lage der ursprünglichen und veränderten Fläche, der Zwillingsene und einer Fläche der Grundzone erkennen lässt, auch auf eine wesentlich einfachere Construction als die oben angegebene führt.

Versucht man nach dem vorhin angegebenen Verfahren die Lage unsrer Projectionsebene ( $O$ ) nach der Umlagerung zu finden, wenn  $P$ ,  $P'$ ,  $Q$  und  $Q'$  neben  $Z$  gegeben sind (Fig. 2), so ist zu bedenken, dass die Sectionslinie der durch die Zone  $[PO]$  bestimmten Flächen der Grundzone,  $Op$ , parallel  $P$  verlaufen muss, ebenso die Sectionslinie der analogen Fläche  $Oq$  parallel  $Q$ . Die Zone  $[POp]$  geht über in die Zone  $[P'Op]$ , ebenso  $[QOq]$  in  $[Q'Oq]$ ; da die Projectionsebene nachher in diesen beiden Zonen liegen muss, so ist die Verbindungsgerade von  $[P'Op]$  und  $[Q'Oq]$  die Sectionslinie  $O'$  der

veränderten Projectionsebene O. Auf derselben Geraden müssen natürlich auch die Zonenpunkte  $[Q'Oq']$  und  $[POp']$  liegen, welche den Zonen  $[Q'Oq]$  und  $[P'Op]$  vor der Umlagerung entsprechen. Die Sectionslinie O' muss aber ausserdem parallel der Sectionslinie So (Fläche der Grundzone aus der Zone der Zwillings- und Projectionsebene), also auch parallel Z sein, da ursprüngliche und veränderte Fläche in einer Zone mit der Zwillingsebene liegen müssen. Man hat daher:

$$\text{Str. } (op)p = \text{Str. } [P'Op][POp'] = \text{Str. } [G_1G_2]\pi$$

(es ist  $Z // So // O'$  und  $Op // P$  nach Construction); ebenso:

$$\text{Str. } (op)p = \text{Str. } [P'Op][POp'] = \text{Str. } [G_1G_2]\pi'$$

(da nach Construction  $Z // O' // So$  und  $Op' // P'$  ist); es ist daher auch:

$$\text{Str. } [G_1G_2]\pi = \text{Str. } [G_1G_2]\pi';$$

und O' liegt in der Mitte zwischen Z und So.

Um also, wenn Z und  $[G_1G_2]$  bekannt sind, für P die neue Lage P' zu finden, ziehe man durch  $G_1G_2$  die Gerade  $So // Z$  und trage die Strecke  $[G_1G_2]\pi$ , welche P auf dieser Geraden abschneidet auf der entgegengesetzten Seite von  $[G_1G_2]$  an, so ist die Lage von P' durch die Punkte p und  $\pi'$  bestimmt.

Es ist im Vorigen die Construction ganz an der Hand der allgemein bekannten Linear-Projection geführt. Bei Benutzung der Sätze über harmonische Theilung ergibt sich das Resultat sehr viel rascher. Ergänzt man das in Fig. 1 schraffierte, durch P, P', Q und Q' (und) Z bestimmte Viereck zum vollständigen Vierseit, so erkennt man in den vier Punkten  $[P'Q']$ ,  $[PQ]$ ,  $[G_1G_2]$  und  $g_1$  auf der dritten Diagonalen  $G_1$  dieses vollständigen Vierseits harmonische Punkte. Das harmonische Verhältniss bleibt natürlich dann auch in dem speciellen Falle erhalten, wenn  $G_1 // Z$  wird.

Bei zweckmässiger Auswahl aus den Flächen der Grundzone gelingt es auch leicht, dieses Resultat stereometrisch anschaulich zu entwickeln. Ist abcd (Fig. 3) die Zwillingsebene, cdef eine beliebige Ebene P, deren Veränderung ermittelt werden soll, so lässt sich aus der Grundzone stets eine solche Fläche Gp (vergl. auch Fig. 1) auswählen, welche

zugleich in der Zone der ursprünglichen, veränderten und Zwillingsfläche liegt, es sei in Fig. 3 cdgh. Ist ferner ehpi die beliebige Projectionsebene, so lässt sich auch stets eine solche Ebene So aus der Grundzone finden, welche zugleich der Zone von Projectionsebene und Zwillingssebene angehört, es sei in Fig. 3 eadh. Es ist dann abcdefgh eine Grundform, welche durch Umlagerung in die Zwillings-Lage abcde'f'g'h' kommen möge, wodurch die beliebige Ebene cdef in eine Lage // abg'h' gelangt. In der ursprünglichen Projectionsebene ist ep die Sectionslinie von cdef = P; am umgelagerten Krystall ist die entsprechende Projectionsebene (Ebene von gleichen Indices) i'e'h'p, in ihr pe' die der ursprünglichen Fläche P zukommende Sectionslinie, ih' die der veränderten Fläche, P', zugehörige. Denkt man sich nun die Ebene ah'bg' = P' so weit verrückt bis sie die Zwillingssebene iabcdp in derselben Geraden cdp wie die ursprüngliche Fläche P schneidet, so dass also ihre Sectionslinie ebenfalls durch p geht, so ist offenbar e'h' = e'h', wobei der Punkt h' der Projection der Grundzone [G<sub>1</sub>G<sub>2</sub>], die Gerade So der gleichnamigen Graden in Fig. 2 entspricht.

Die Ableitung der Grundform aus der bekannten Veränderung zweier Flächen mag noch an einem Beispiel rechnermässig erläutert werden. Beobachtet sei bei der Zwillingsbildung des Kalkspathes nach  $-\frac{1}{2}R = (\bar{1}02)^1$  der Übergang von  $P = \infty P2 = (110)$  in  $P' = -\frac{1}{2}R = (012)$ , und der Fläche  $Q = \infty R = (1\bar{1}0)$  in  $Q' = -\frac{3}{2}P\frac{3}{2} = (2\bar{3}2)$  (Fig. 4). Die Zonen P Q, P' Q', P' Q und P Q' erhalten dann die folgenden Werthe:

$$[P Q] = [0, 0, \bar{2}]; [P' Q'] = [8, 4, \bar{2}]; \text{ daraus } G_1 = 1\bar{2}0;$$

$$[P' Q] = [2, 2, \bar{1}]; [P Q'] = [2, \bar{2}, \bar{5}]; \text{ daraus } G_2 = \bar{3}2\bar{2};$$

Mit Hülfe dieser Flächen kann man dann nach der früher angegebenen Methode die Transformationsformeln berechnen. In den meisten Fällen wird es auch ohne weiteres möglich sein die Indices der veränderten Fläche direct aus der Projection abzulesen.

Sind die Flächen P und Q, deren Übergang in P' und Q' beobachtet ist, nicht unabhängig von einander und der

<sup>1</sup> Der Index der dritten horizontalen Axe (l) ist im Folgenden fortgelassen.

Zwillingsebene, sondern liegen z. B. beide in derselben Zone mit der letzteren, so ist die Bewegung nicht bestimmt, da alsdann schon aus der Lage von  $P$ ,  $P'$ ,  $Q$  und  $Z$  diejenige von  $Q'$  ermittelt werden kann. Dagegen ist dann aus der Kenntniss von  $P$  und  $P'$  oder  $Q$  und  $Q'$  allein (neben  $Z$ ) eine Fläche der Grundzone abzuleiten. Liegen  $P$  und  $P'$  nicht in der Zone von Zwillingsebene und Projectionsebene (Fig. 5) so ist offenbar  $G_p$ , welche durch den Punkt  $p$  geht und die zu  $Z$  parallele Strecke  $ee'$  halbirt eine Fläche der Grundzone (daher  $Q'$  ( $af = af'$ ) die neue Lage einer Fläche  $Q$  aus der Zone  $[ZP]$ ). Liegen dagegen  $Q$  und  $Q'$  (und  $Z$ ) in einer Zone mit der Projectionsebene (also  $Q // Q' // Z$ , Fig. 6), so muss offenbar  $G_q // Z$  sein, und es kommt darauf an, den Abstand dieser Geraden von  $Z$  zu ermitteln. Wäre nun die Grundzone  $[G_1 G_2]$  gegeben, demnach  $P$  und  $P'$  ( $D\pi = D\pi'$ ) die Lage einer beliebigen Fläche vor und nach der Verschiebung, so würden dadurch die Zonen  $[PQ]$ ,  $[P'Q']$ ,  $[PQ']$  und  $[P'Q]$  bestimmt sein und  $G_q // Q // Q' // Z$  wäre die durch  $Q$  und  $Q'$  bedingte Fläche der Grundzone. Isto als  $Q$  und  $Q'$  und  $Z$  gegeben, so ist das Verfahren grade umgekehrt: man zieht durch  $p$  die beliebigen Geraden  $P$  und  $P'$ , verbindet die entstehenden Schnittpunkte  $[PQ]$  mit  $[P'Q']$  und  $[P'Q]$  mit  $[PQ']$ , in dem Schnittpunkt  $D$  beider Geraden liegt  $G_q // Z$ .

Es ist selbstverständlich, dass alle durch Umlagerung in Zwillingstellung entstehenden Flächen dem Gesetz der Rationalität der Indices folgen, da sie mit einem Flächencomplex durch Zonen verbunden sind, der einem andern des ursprünglichen Krystalls congruent ist. Ebenso ist es leicht zu zeigen, dass auch einer zweiten, ganz selbstverständlichen Bedingung Genüge geleistet wird, nämlich der, dass das Volumen des umgelagerten Körpers gleich dem des ursprünglichen ist, dass demnach das Spec. Gew. eines Körpers durch derartige Umlagerung nicht geändert wird. Zunächst ist ersichtlich, dass der Inhalt einer Pyramide, welche von der Zwillingsebene als Basis, zwei Flächen der Grundzone und einer beliebigen dritten Ebene begrenzt wird, keine Änderung erleidet, da Grundfläche und Höhe dieselben bleiben. Ebenso aber ist klar, dass alle der Zwillingsebene parallelen Ebenen vor und nach der Umlagerung denselben Abstand von der



Zwillingsebene und von einander haben werden, da sie sich nur parallel ihrer Ebene bewegen. Eine solche Ebene wird eine beliebige Krystall-Combination etwa in dem Polygon  $abcd \dots$  (Fig. 7) schneiden, zwei Flächen der Grundzone und deren Gegenflächen in dem Parallelogramm  $ABCD$ . Das letztere kommt in die Lage  $A'B'C'D'$  und der polygonale Durchschnitt der beliebigen Krystall-Combination nach  $a'b'c'd' \dots$ . Da nun die ursprüngliche, umgelagerte und Zwillingfläche in einer Zone liegen, müssen, da Fig. 7 offenbar nichts als eine Projection der Krystallcombination auf die Zwillingfläche selbst vorstellt, die Seiten dieses Polygons die Sectionslinien gleichzeitig der veränderten und unveränderten Flächen sein, d. h. die Gestalt dieses polygonalen Durchschnittes wird gar nicht geändert. Das ursprüngliche und verschobene Krystallpolyëder haben also gleiche Höhe und beliebige parallel einer Grundfläche in gleicher Höhe gelegte Durchschnitte sind congruent, beide Polyëder mithin inhaltsgleich.

Aus dieser Ableitung ist zugleich ersichtlich, dass das Volumen, also auch die Dichte eines Krystalls sich auch keinen Moment während der Umlagerung ändert, eine Bedingung, welche offenbar auch in erster Linie erfüllt sein muss, da Änderung der Dichte nach allen Erfahrungen den Körper nöthigen würde, in eine andere Modification überzugehen. Man kann aber nicht, allein von dieser Bedingung ausgehend, die geometrischen Verhältnisse entwickeln, denn es ist klar, dass z. B. die Indices der veränderten Flächen nicht mehr in Bezug auf den ursprünglichen analoge Axen rational sein werden, wenn die Bewegung in einem beliebigen Momente aufhört, ehe die Flächen irgend einer Zone in zur ursprünglichen symmetrische Stellungen in Bezug auf irgend eine Ebene übergeführt sind, obwohl auch jetzt noch das Volumen dasselbe ist. Die Indices aller Flächen sind aber natürlich auch dann noch rational in Bezug auf irgend vier Flächen des umlager-ten Complexes<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Vielleicht sind manche Fälle sogenannter optischer Anomalien auf solche unsymmetrische Umlagerungen zurückzuführen, da sie ja unter ganz gleichen Umständen durch dieselben Druckwirkungen und Temperaturveränderungen hervorgerufen werden, welche in andern Fällen zur Zwillingbildung führen. Bedeutende geometrische Änderungen (etwa Verquetschung)

Optische Beobachtungen haben dazu geführt, eine derartige Bewegung entgegen der früher darüber geäußerten Ansicht (dies. Jahrbuch 1883. II. 13) für die Biegung des Gypses nach  $\frac{1}{3}P\infty$  (103) anzunehmen. Man beobachtet nämlich an Präparaten, an welchen vorher die Fläche des muschligen Bruches  $\infty P\infty$  dargestellt ist, dass die Auslöschung auf dieser Fläche nach der Verbiegung stets der Tangente an die Krümmungscurve parallel geht (Fig. 8 rechts). Wenn die früher angenommene in Fig. 8 links gezeichnete Bewegung stattgefunden hätte, müsste die Auslöschung gar keine Änderung erleiden. Durch den letzteren Umstand, dass die optischen Elasticitätsachsen ihre Lage nur proportional der äusseren Form ändern, kennzeichnet sich diese Bewegung gegenüber den Zwillingsumlagerungen zugleich als eine weit mehr äusserliche. Übrigens wurden Sprünge, welche gestatten würden, die ganze Bewegung als blosse vielfache Knickung aufzufassen, auch unter dem Mikroskop nicht beobachtet.

Die Inhaltsgleichheit vor und nach der Umlagerung dürfte natürlich nicht mehr zutreffen für die Formencomplexe zweier dimorpher Substanzen, welche etwa durch Erhitzen in einander übergeführt sind. Dass aber auch hierbei gewisse Krystallflächen ihre Lage nicht ändern, also der Zwillingssebene analog sich verhalten, ist durch die neueren Untersuchungen für einige Körper unzweifelhaft geworden. Beim Glaserit und Aragonit sind die basischen Endflächen nach wie vor dem Erhitzen unzweifelhaft Krystallflächen, da die optischen Constanten vorher wie nachher in Bezug auf sie orientirt sind; ähnlich ist es beim Leadhillit u. a. Dass derartige gemeinschaftliche Flächen auch für solche dimorphe Substanzen vorhanden sind, bei welchen die eintretenden Bewegungen wegen geringerer geometrischer Ähnlichkeit beider Modificationen beträchtlicher sind, scheint aus der von O. LEHMANN (Zeitschr. f. Kryst. 10, p. 5. Taf. I. Fig. 29)

---

der Krystalle sind dabei im allgemeinen nicht zu erwarten, denn die pseudosymmetrischen Krystalle zeigen, dass die Ausbildung starker optischer Differenzen nur von sehr geringen Winkel-Änderungen begleitet zu sein brauchen. (Bei Glaserit nur wenige Minuten, bei Boracit anscheinend nur Bruchtheile derselben.)

gegebenen Beschreibung und Abbildung der molekularen Umlagerung des Chinonhydrodicarbonsäure-Ester's hervorzugehen. Die Umlagerungen scheinen denen durch Zwillingsbildung durchaus ähnlich zu sein, die beiden Modificationen gemeinschaftliche Fläche, die im Durchschnitt der Figur streng geradlinig und einer Kante der sich umwandelnden und der daraus entstehenden Modification parallel verläuft, wäre etwa den bei Verwachsungen von Augit und Hornblende, Orthoklas und Albit etc. beiden Mineralien parallelen Flächen zu vergleichen<sup>1</sup>.

Es ist schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass bei solchen Mineralien, welche Zwillinge nach mehreren Flächen bilden, diese letzteren in der Beziehung zu einander zu stehen scheinen, dass, wenn die eine Fläche Zwillingsfläche ist, die andere gleichzeitig der Grundzone angehört und zwar zumeist einer Fläche derselben mit besonders einfachen Indices. So wird es bei den zahlreichen rhombischen, pseudo-hexagonalen Mineralien sein, welche gleichzeitig Zwillingsbildung nach  $\infty P$  (110) und  $\infty P\check{3}$  (130) eingehen, bei den analogen Flächen  $P\infty$  (101) und  $3P\infty$  (301) des Rutil, bei der Zwillingsbildung des Epidot, Augit u. a. nach  $oP$  (001) und  $\infty P\infty$  (100); ebenso gilt dies für die polysynthetische Zwillingsbildung der rhomboëdrischen Carbonate nach  $-\frac{1}{2}R \times$  (01 $\bar{1}2$ ) und  $-2R \times$  (02 $\bar{2}1$ ) (zwei Flächen von  $-2R \times$  (02 $\bar{2}1$ ) gehören beim Kalkspath der Grundzone an). Die Zwillingsfläche  $-\frac{1}{2}R \times$  (01 $\bar{1}2$ ) tritt also zur Zwillingsfläche  $-2R \times$  (02 $\bar{2}1$ ) des im übrigen so nahe verwandten Magnesit- und Eisenspaths in dieselbe Beziehung, in welcher sonst die beiden Zwillingsflächen einer und derselben Substanz zu einander stehen.

Ganz allgemein geht aber aus diesen Betrachtungen hervor, dass die blosse Bestimmung der Zwillingsfläche nicht genügt, den Vorgang und die Bedeutung der Zwillingsbildung für ein bestimmtes Mineral zu erkennen, da ja Zwillingsbildung nach derselben Fläche auf ganz verschiedene Weise, mit ganz verschiedenen Grundzonen, zu Stande kommen kann.

<sup>1</sup> Ebenso gehören hierher die von O. LEHMANN beobachteten Formveränderungen der Protocatechusäure. (Annal. Phys. u. Chem. XXV. 1885. p. 173 ff.)

## III. Beobachtungen an Korund und Rutil.

## Korund.

Im Anschluss an meine früheren Mittheilungen<sup>1</sup> lasse ich noch einige Messungen folgen, welche bestätigen, dass die Basis zum nächst schärferen Rhomboëder wird, während die Zwillingssebene mit den beiden anderen Rhomboëderflächen eine würfelfähnliche Grundform bestimmt. Die Begrenzungsfläche der Lamellen auf  $OR\kappa$  (0001) ist zur Absonderungsfläche  $OR\kappa$  (0001) im Sinne eines positiven Rhomboëders geneigt unter folgenden Winkeln: (berechnet  $173^{\circ} 3\frac{1}{2}'$ )

an vier Präparaten von Miask:  $169^{\circ} 8'$ ;  $174^{\circ} 35'$ ;  $174^{\circ} 10'$ ;  $174^{\circ} 48'$  und  $174^{\circ} 31'$ ;

an zweien von Novo-Tagilsk:  $172^{\circ} 24'$  und  $172^{\circ} 42\frac{1}{2}'$ ;  $172^{\circ} 18'$ ,  $171^{\circ} 54'$  und  $172^{\circ} 5'$ ;

an einem Krystallbruchstück unbekanntem Fundorts:  $172^{\circ} 18'$ ,  $171^{\circ} 54'$ ,  $172^{\circ} 5'$ .

An den meisten in unserer Sammlung vertretenen Vorkommnissen waren Messungen nicht möglich; indessen liess sich fast stets die abweichende Begrenzung der Lamellen und der richtige Sinn der Neigung ihrer Begrenzungsfläche zur Zwillingssebene constatiren. In jedem Falle lagen die Reflexe auch in der geforderten Zone.

Dass die Lamellen dagegen auf den rhomboëdrischen Absonderungsflächen auch vom Hauptrhomboëder begrenzt sind, ergibt sich aus den folgenden Neigungswinkeln der Flächen der Lamellen gegen die Rhomboëderflächen des Hauptkrystalls (berechnet aus dem Polkantenwinkel von  $R\kappa$  ( $10\bar{1}0$ ) =  $86^{\circ} 4'$ , zu  $180^{\circ} + 7^{\circ} 52'$ ):

an einem Krystall von Tibet sind die Lamellen auf zwei Rhomboëderflächen messbar und ergaben an 6 Präparaten:  $7^{\circ} 44\frac{1}{2}'$ ,  $7^{\circ} 48'$ ,  $7^{\circ} 54\frac{1}{2}'$ ,  $7^{\circ} 29'$ ,  $7^{\circ} 1'$ ,  $7^{\circ} 44\frac{1}{2}'$ .

Die in Zwillingstellung befindliche Rhomboëderfläche liegt dabei stets wie eine Abstumpfungsfläche der scharfen Polkante von  $R\kappa$  ( $10\bar{1}1$ ) des Hauptkrystalls. (Winkel derselben im Mittel, bei sehr ungleicher Flächenbeschaffenheit  $86^{\circ} 12\frac{1}{2}'$ , woraus eine mittlere Abweichung des Winkels  $R : R$  von  $7^{\circ} 35'$  folgen würde.)

<sup>1</sup> Dies. Jahrb. 1884. I. 220.

Ebenso wurde an 11 Präparaten des späthigen in Barsowit eingewachsenen Korunds von Barsowskoi gemessen:  $7^{\circ} 19'$ ,  $7^{\circ} 1'$ ,  $7^{\circ} 44'$ ,  $7^{\circ} 40'$ ,  $7^{\circ} 7'$ ,  $7^{\circ} 33'$ ,  $7^{\circ} 34'$ ,  $7^{\circ} 12'$ ,  $7^{\circ} 32'$ ,  $7^{\circ} 28'$ . Auch hier wurde überall der Sinn der Neigung als richtig befunden, ebenso liegen die Reflexe in der geforderten Zone. Die Lamellen sind hier z. Th. recht breit, bis  $\frac{1}{4}$  mm., sonst meist nur ca.  $\frac{1}{10}$  mm. und weniger.

An vielen anderen Krystallbruchstücken waren dagegen die Lamellen nicht von ebenen Flächen begrenzt; dies setzt ja auch voraus, dass der Zwillingsbildung nach einer Rhomboëderfläche schon Absonderung nach einer zweiten vorausgegangen war. Alle untersuchten Flächen, welche Messungen gestatteten, mussten übrigens erst durch Zerschlagen des Materials hergestellt werden, auf den natürlichen Absonderungsflächen ist der Reflex nicht stark genug, natürliche Krystallflächen lassen die abweichende Begrenzung der Lamellen nicht erkennen. Die obigen Messungen genügen aber, die secundäre Entstehung der Lamellen zu beweisen, da eine zufällige primäre Begrenzung<sup>1</sup> der Lamellen durch  $-2Rz$  (0221) hier durch den Charakter der untersuchten Flächen als Absonderungsflächen ganz ausgeschlossen ist.

Zu derartigen Messungen geeignetes Material von Eisenglanz habe ich bisher nicht auffinden können<sup>2</sup>.

### Rutil.

Nimmt man bei Rutil, wie schon früher angedeutet, als Grundformen die Flächen:

$$P_1 = Z = 011; P_2 = 100, P_3 = 0\bar{3}1,$$

so erhält eine Fläche pqr nach der Umlagerung die Zeichen:

$$p' = p; q' = \frac{q - 3r}{2}; r' = -\frac{q + r}{2};$$

ist dagegen 031 Zwillingssebene, mit 011 und 100 als Flächen der Grundform, so werden die Indices:

$$p' = p; q' = \frac{3r - q}{2}; r' = \frac{q + r}{2}.$$

<sup>1</sup> Oder auch unter Einfluss der umgebenden Flächen des Hauptkrystalls secundäre entstanden; vergl. die Beobachtungen am Rutil.

<sup>2</sup> (Anmerkung während des Druckes.) Unter Elbaner Krystallen hat sich inzwischen ein dafür ausgezeichnetes Material gefunden.

Das vorliegende Material gestattete, die Begrenzung der Lamellen auf drei Krystallflächen zu beobachten: auf dem zur Zwillingsene senkrechten Hauptschnitt 100, auf welchem die Lamellen stets gleichzeitig mit dem Hauptkrystall einspiegeln; dann auf der Ebene des zum letztgenannten Hauptschnitt senkrechten, 010, welcher in  $01\bar{1}$  übergehen muss, und endlich auf den Flächen der primären Säule (110), welche, da sie symmetrisch zu den Flächen der Grundform liegen, dieselbe Veränderung, nämlich in  $21\bar{1}$  bez.  $2\bar{1}1$  erfahren.

Der sicherste und zugleich einfachste Beweis war an zugerundeten Rutilgeschieben von St. Yrieux bei Limoges möglich; es sind im Grossen meist Zwillinge, Drillinge und Vielinge nach  $P\infty$  (101). Beim Zerschlagen geben diese Stücke zuweilen sehr gute Spaltflächen nach  $\infty P\infty$  (100), richtiger hier vielleicht Absonderungsflächen, da sie oft von einer feinen Haut von Eisenoxyd überzogen sind, und, wo sie von Lamellen schräg durchsetzt werden, auch zu  $P\infty$  (101) geworden sind. Auf den meist wenig ebenen Flächen der primären Säule ist die Begrenzung der Lamellen nicht zu ermitteln. Der Neigungswinkel der veränderten Fläche 010 zur unveränderten berechnet sich zu  $8^\circ 22\frac{1}{2}' (+ 180^\circ)$ , und die erstere Fläche neigt dabei im entgegengesetzten Sinne zur Zwillingsene wie die letztere. Gemessen wurde an 10 Präparaten (die mit \* bezeichneten Messungen sind Schimmermessungen; das richtige Einfallen der veränderten Fläche konnte nicht immer constatirt werden, da sich die Lamellen z. Th. nicht auf die seitlichen Flächen verfolgen liessen):

- 1)  $8^\circ 40'$ ;  $8^\circ 15'$ ;  $8^\circ 16'$ ;
- 2—4)  $9^\circ 37'*$ ;  $6^\circ 36'*$ ;  $8^\circ 28'*$ ;
- 5)  $7^\circ 11'$ ;  $8^\circ 18'$ ;
- 6—7)  $9^\circ 12\frac{1}{2}'*$ ;  $7^\circ 59'*$ ;
- 8)  $9^\circ 46'*$ ;  $8^\circ 1'*$ ;
- 9)  $8^\circ 39'*$ ;  $8^\circ 36'$ ;
- 10)  $9^\circ 14'$ .

Die Einzelmessungen differiren bei Schimmer-Einstellungen höchstens um  $2^\circ$ , meist nur etwa  $1^\circ$ .

Etwas weitergehende Messungen gestatteten Krystalle von Graves' Mountain; sie sind meist von einer dünnen Schicht von Eisenoxyden bedeckt, welche sich aber leicht entfernen lässt, so dass man dann gut spiegelnde Flächen vor sich hat.

Nur da, wo die Krystalle verbogen sind, haftet der Überzug fester, so dass die Flächen an solchen Stellen nicht spiegelnd werden. Es konnten hier nur natürliche Krystallflächen untersucht werden; Spaltflächen zeigen zwar auch die Lamellen, oft sogar recht breit, indessen reflectirten alle so schlecht, dass sich höchstens die abweichende Begrenzung und der Sinn der Neigung erkennen liess.

An drei Krystallen wurde auf 010 der obige Winkel ermittelt zu:

$7^{\circ} 29'$ ,  $8^{\circ} 11'$  und  $8^{\circ} 17\frac{1}{2}'$ ;  $7^{\circ} 54\frac{1}{2}'$  und  $7^{\circ} 15'$ ;  $7^{\circ} 57'$  (ber.  $8^{\circ} 22\frac{1}{2}'$ ).

Die grösseren Unsicherheiten werden durch den mangelhaften Reflex der ursprünglichen Flächen bewirkt, weil diese oft gekrümmt sind<sup>1</sup>; es ist daher nöthig, die ganze Fläche bis auf die unmittelbar zu beiden Seiten der Lamelle liegenden Theile abzublenden.

Besonders gute Resultate ergab ein in Fig. 9 abgebildeter vierter Krystall, an welchem auf der vorderen Fläche  $\infty P \infty (100)$  die Lamellen  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\delta$  nach der einen,  $\gamma$  nach der andern Seite neigen; erstere unter  $9^{\circ} 5'$ ,  $7^{\circ} 41'$  und  $8^{\circ} 38'$ ; letztere unter  $9^{\circ} 4'$ ; ebenso ein fünfter Krystall an zwei Lamellen mit  $8^{\circ} 23'$  und  $8^{\circ} 19'$ ; ein sechster mit  $8^{\circ} 25\frac{1}{2}'$ , ein siebenter mit ca.  $10^{\circ}$  und einer Reihe kleinerer Werthe von dunkleren Bildern herrührend. An dem vierten Krystall (Fig. 9) liegen die Lamellen  $\gamma$  und  $\delta$  in unmittelbarer Nähe verbogener Kanten, die Lamellen  $\beta$  und  $\delta$  lassen sich auch auf die links liegende Fläche der ersten Säule als  $\beta_1$  und  $\delta_1$  weiter verfolgen und auch dort messen. Nach der Rechnung muss die veränderte Fläche  $\infty P (110)$  von der unveränderten um  $6^{\circ} 14'$  abweichen und für die Lamellen  $\beta_1$ ,  $\delta_1$ ,  $\eta$  und  $\zeta$  im Sinne der diesen Buchstaben in der Figur beigetzten Pfeile neigen. Gemessen wurde: für  $\beta_1$ :  $5^{\circ} 52'$ ; für  $\delta_1$ :  $6^{\circ} 4'$ ; für  $\eta$ :  $5^{\circ} 54'$ ; für  $\zeta$ :  $5^{\circ} 46'$ ; der Sinn der Neigung entsprach der geforderten. An dem fünften Krystall, welcher gleichfalls Messungen auf  $\infty P (110)$  gestattete, betrug der entsprechende Winkel  $5^{\circ} 34'$ .

An den Lamellen  $\beta_1$  und  $\delta_1$ , z. Th. auch in unmittelbarer Nähe der letzteren treten aber ausserdem Reflexe auf, welche in entgegengesetzter Richtung zur Hauptfläche  $\infty P = 1\bar{1}0$  ge-

<sup>1</sup> Dieser Umstand veranlasste bei den früheren Messungen die Angabe grösserer Winkelwerthe bis zu  $21^{\circ}$  ca.

neigten Begrenzungsflächen der Lamellen entsprechen, und in der Fig. 9 mit  $\varepsilon_1$  und  $\varepsilon_2$  bezeichnet sind; der Neigungswinkel ist für  $\varepsilon_1$ :  $21^\circ 46'$ , für  $\varepsilon_2$ :  $23^\circ 24'$  (Schimmermessung in der Nähe von  $\varepsilon_2$ ). Diese Flächen können nicht durch Umlagerung der Hauptfläche  $\infty P$  (110) entstanden sein; entsprechen auch nicht etwa Spaltflächen  $\infty P$  (110) der Lamellen, sondern einer (zweiten) Fläche  $P\infty$  (101) derselben. Bei den auf  $\infty P\infty$  (100) besonders deutlich reflectirenden Lamellen des vorhin mit aufgeführten sechsten Krystalls und eben so bei mehreren andern, vorher nicht aufgeführten, an welchen die Lamellen sich ebenfalls auf seitliche Flächen  $\infty P$  (110) verfolgen liessen, wurde sogar constatirt, dass die Begrenzung auf den seitlichen Säulenflächen durchaus nicht der geforderten Fläche  $2P2$  (211) entsprach, sondern nur Flächen  $P\infty$  (101) und z. Th.  $\infty P$  (110) (die gemessenen Winkel sind für  $\infty P$  (110):  $45^\circ 41'$  im entgegengesetzten, für  $P\infty$  (101):  $21^\circ 46'$  in demselben Sinne wie die Zwillingsebene zur Hauptfläche geneigt). Es ist daher zweifellos, dass diese Lamellen primär sind, obwohl sie da, wo sie auf der zur Zwillingsebene nicht senkrechten Fläche  $\infty P\infty$  (100) austreten von  $P\infty$  (101) begrenzt sind wie durch Umlagerung entstandene. Für die am Krystall Nro. 4 bei  $\beta$  und  $\delta$  auftretenden Lamellen ist dann etwa anzunehmen, dass neben primär gebildeten und deshalb willkürlich begrenzten Lamellen, später andere (und zwar sehr viel zahlreichere) secundär entstanden; da die mit  $\varepsilon_1$  und  $\varepsilon_2$  bezeichneten Reflexe nur auf sehr kleine Erstreckungen an den Lamellen auftreten, ist auch die Annahme nicht ausgeschlossen, dass ihre Flächen erst später in Folge neuer Material-Zufuhr entstanden.

Natürlich erscheint nun aber die secundäre Natur der Zwillinglamellen in allen den vorher angeführten Fällen zweifelhaft, wo Messungen auf  $\infty P$  (110) nicht möglich und die untersuchten Flächen  $\infty P\infty$  (100) keine Absonderungsflächen waren. Es wurde daher versucht, in solchen Fällen, die z. B. für die Krystalle von Graves' Mountain, und sicher auch für die meisten andern Vorkommnisse, die allerhäufigsten sind, auf eine andere Weise zum Ziele zu gelangen. Es wurden dazu die auf fast jeder Krystallfläche neben dem Haupt-Reflex auftretenden Nebenreflexe und die Abweichungen der Krystall-



flächen von der normalen Lage überhaupt, benutzt. Treten auf einer Krystallfläche neben dem Hauptreflex mehrere andere untergeordnete und von anomaler Lage auf, so ist zu erwarten, dass diese, wenn die Fläche in eine andere übergeht, auch in der neuen Lage wieder erscheinen; und wie leicht ersichtlich, wird ihre Lage zum Hauptreflex um so weniger verändert sein, je kleiner die Bewegung war; ist die veränderte Fläche eine aus der Grundzone, so erscheinen, wenn man die Zone der ursprünglichen Fläche zur veränderten einstellt, im Fernrohr nach einander zwei fast ganz gleiche, congruente (nicht symmetrisch-gleiche) Signalbilder. Dies setzt natürlich voraus, dass die Umlagerungs-Bewegung selbst von der von der Theorie geforderten so wenig abweicht, dass man die Ungenauigkeiten der Bewegung gegenüber den Abnormitäten der Krystallfläche vernachlässigen kann; ferner, dass die kleinen Unebenheiten der Krystallflächen ziemlich gleichmässig über die ganze Fläche vertheilt seien. Diese Voraussetzungen wurden an dem einzigen Material, an welchem sie zu prüfen waren, am Kalkspath, bestätigt gefunden. Es wurden an einer grossen Reihe von Kalkspathspaltungsstücken Zwillingslamellen derart hervorgebracht, dass eine Rhomboëderfläche mit zahlreichen und charakteristischen Reflexen dabei der Grundform angehörte. In einer Reihe von Fällen wurden die Abstände deutlicherer Bilder vorher und nachher gemessen und z. B. gefunden:

vorher:  $30\frac{1}{2}'$ ;  $42\frac{1}{2}'$ ;  $73\frac{1}{2}'$ ;  $122\frac{1}{2}'$ ;  $18'$ ;

nachher:  $29'$ ;  $43'$ ;  $68'$ ;  $121'$ ;  $18'$ .

Die Ähnlichkeit der Bilder war noch in solchen Fällen unverkennbar, wo nur eine Lamelle von  $\frac{1}{8}$  mm. Breite erzeugt war; es musste dann natürlich die Hauptfläche bis auf die der Lamelle unmittelbar benachbarten Theile abgeblendet werden. Einfache Reflexe waren auch nachher einfach; geätzte Flächen gaben vorher und nachher fast ganz gleiche charakteristische Reflexe (natürlich nur für die der Grundzone angehörende Rhomboëderfläche). (Es empfiehlt sich, dabei das kleine dem Fuëss'schen Goniometer (Modell II) beigegebene Kreisignal d (dies. Jahrb. 1881. II. -5-), zu benutzen.)

Diese Methode gestattete nun, die secundäre Entstehung der Lamellen auch am Rutil in einigen Fällen nachzuweisen,

wo nur ihre Begrenzungsflächen  $P_{\infty}$  (101) auf  $\infty P_{\infty}$  (100) des Hauptkrystalls gemessen werden konnten. So gab die zur Zwillingfläche geneigte Fläche  $\infty P_{\infty}$  des früher erwähnten siebenten Krystalls in unmittelbarer Nähe einer Lamelle zwei Reflexe, deren Neigungen zu dem zur Zwillingsebene senkrechten Hauptschnitt  $\infty P_{\infty}$  (010) gleich  $90^{\circ} 2'$  und  $90^{\circ} 42'$  waren; die Lamelle selbst gab auf der entsprechenden Fläche  $P_{\infty}$  (101) ebenfalls zwei Reflexe mit den Neigungen  $90^{\circ} 5'$  und  $90^{\circ} 46'$  zu demselben (beiden Individuen gemeinsamen) Hauptschnitt. Die analogen Winkel für die Lamelle  $\alpha$  des vierten Krystalls (Fig. 9) waren  $89^{\circ} 41'$  für die Lamelle,  $89^{\circ} 43'$  für die nächst benachbarten Theile der Hauptfläche, zugleich besteht auf beiden Flächen das Reflexbild aus mehreren steil schräg über einander liegenden Signalformen; dasselbe gilt von den Reflexen auf  $\infty P$  (110) des fünften Krystalls (vergl. oben). Dagegen wurden z. B. an zwei anderen Krystallen, wo die Begrenzungsflächen auf der Säule erster Ordnung nicht secundären Flächen entsprachen, die folgenden Werthe (für die analogen Winkel  $100 : 010$  und  $101 : 010$ ) gefunden:

Lamelle:  $90^{\circ} 1\frac{1}{2}'$ , Reflex einfach;

Hauptfläche:  $90^{\circ} 23'$  und (Nebenbild)  $90^{\circ} 2'$ ;

ebenso:

Lamelle:  $90^{\circ} 1\frac{1}{2}'$ , Reflex einfach;

Hauptfläche:  $90^{\circ} 6'$  Hauptbild;  $89^{\circ} 24'$  u.  $90^{\circ} 34'$  Nebenbilder.

Selbstverständlich ist diese Methode nur bei einigermassen hell reflectirenden Lamellen anwendbar. Genauere Messungen, auch mit Berücksichtigung der Abweichung der Reflexe aus der Zone (etwa nach der von WEBSKY, dies. Jahrb. 1883. II. - 308 - gegebenen Methode), werden nur an sehr viel besserem Material auszuführen sein, als hier zur Verfügung stand.

Es wurde dagegen noch versucht, dieselbe Methode auf die in Quarz eingewachsenen Krystalle von Rauris in Kärnten anzuwenden, welche vielfach verbogen und dann entweder von zahlreichen Zwillinglamellen  $//P_{\infty}$  (101) durchsetzt sind, oder Absonderung nach einer wenig ebenen Fläche ungefähr von der Lage der Zwillingfläche zeigen<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ebenso verhalten sich gebogene, aber Lamellen-freie Krystalle von Cumington, Mass., und Pennsylvanien (?).

Die zweite Säule der unveränderten Theile ist stark durch oscillatorische Combination mehrerer  $\infty P_n(hk0)$  gestreift, ebenso die durch Umlagerung entstandenen Flächen  $P_{\infty}(101)$  parallel der Zone  $P_n(hkh)$ . Am Hauptkrystall neigen die hellsten Reflexe der Säulenzone zu dem zur Zwillings ebene senkrechten Hauptschnitt unter  $67^{\circ}38'$  und  $81^{\circ}5'$  (entsprechend  $\infty P 2,43$  und  $\infty P 6,37$ ); für die Hauptreflexe der Zone  $P_n(hkh)$  der veränderten Theile ist der entsprechende Winkel  $68^{\circ}19'$  und  $81^{\circ}13'$ , während die Rechnung unter zu Grundelegung der obigen Indices  $66^{\circ}4'$  und  $80^{\circ}22'$  verlangt; an einem zweiten Krystall waren die analogen Winkel:

für die unveränderten Theile:  $109^{\circ}47'$ ;

für die veränderten Theile:  $109^{\circ}4\frac{1}{2}'$  (ber.  $111^{\circ}17'$ ).

Die verhältnissmässig grossen Differenzen erklären sich durch die Menge der in der Säulenzone auftretenden Reflexe. Unter dem Mikroskop im Dünnschliff zeigt sich, dass sich die Lamellen gegenseitig verwerfen, an einander absetzen etc. Auf der Fläche des gemeinschaftlichen, zur Zwillings ebene senkrechten Hauptschnitts müsste die Verticalstreifung an den von Lamellen durchsetzten Theilen um  $8^{\circ}22\frac{1}{2}'$  gedreht erscheinen; dies war aber nicht zu constatiren, die Flächen waren vielmehr an solchen Stellen drusig, wohl in Folge gleichzeitiger Streifung parallel der Zwillings ebene.

Auch am Rutil ist die Bewegungsgrösse nur eine geringe, da 101 und  $30\bar{1}$  unter ca.  $85^{\circ}$  gegen einander neigen. Das Mineral nähert sich dadurch, wie ja auch in seinen saeinitischen Verwachsungen, in der gleichen oscillatorischen Streifung und dem Vorherrschen der Zonen  $\infty P_n(hk0)$  und  $P_n(hkh)$  vielleicht gleich vielen rhombischen Mineralien mit Zwillingsbildung nach  $\infty P(110)$  und  $\infty P\check{3}(1\check{3}0)$  hexagonaler Symmetrie, was für die Beurtheilung seines Verhältnisses zu Brookit (Arkansit) von Bedeutung sein kann.

Vermuthlich ist die zuletzt besprochene Methode, die secundäre Natur der Zwillingslamellen mit Hilfe der Neben-Reflexe der veränderten Flächen nachzuweisen, auch auf andere Mineralien mit Erfolg anzuwenden. Ein besonders geeignetes Material dafür scheinen die Diopside von der Mussa Alp und Achmatowsk zu sein. Die secundäre Natur der Lamellen wird auch hier (vergl. G. v. RATH, Zeitschr. f. Kryst. 5,

p. 495 u. 8, p. 47) schon dadurch wahrscheinlich, dass die Lamellen ganz vorwiegend am untern, oft stark verbogenen Ende der aufgewachsenen Krystalle auftreten. Ist die Grundzone, wie das wahrscheinlich ist, bei Zwillingsbildung nach  $OP(001)$  durch  $\infty P\infty(010)$  und  $\infty P\infty(100)$ , bei Zwillingsbildung nach  $\infty P\infty(100)$  durch  $\infty P\infty(010)$  und  $OP(001)$  bestimmt (an verbogenen Krystallen ist  $\infty P\infty(010)$  meist noch völlig eben), so bleiben im ersten Fall alle Flächen der Säulenzone, im zweiten alle Klinodomen unverändert. Da die häufigeren Lamellen parallel  $OP(001)$  nun gerade am untern Ende der Krystalle liegen und folglich fast immer nur auf den Säulenflächen austreten, ist man hier nur auf die obige Methode angewiesen. Dass Zwillingslamellen parallel  $OP(001)$  in der Säulenzone von denselben Flächen wie der Hauptkrystall begrenzt sind, davon kann man sich leicht überzeugen; indessen bedarf es, da immer nur wenige Lamellen genaueren Messungen zugänglich sind, eines grösseren Materials, als hier zur Verfügung steht. — Ausserdem wird jene Methode voraussichtlich anwendbar sein auf solche Mineralien, bei welchen Spalt- oder Absonderungsflächen nicht, wie bei Korund, Rutil u. a. durch Umlagerung andere Zeichen erhalten, sondern der Grundform zugehören, was vermuthlich z. B. für die Zwillingsbildung des Bleiglanzes nach 40 (441) für eine Würfelfläche zutreffen wird.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [1886](#)

Autor(en)/Author(s): Mügge Johannes Otto Conrad

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Flächenveränderungen durch secundäre Zwillingsbildung 135-154](#)