Die

oscillatorische Combination

der

Krystallformen

Uebersichtliche Darstellung dieser Erscheinung und deren Bedeutung in der Krystallographie

von

Dr. Alois Kathrein.

Mit 3 Tafeln.

1879.

Selbstverlag des akad. Vereins der Natur-Historiker in Innsbruck.

Druck von F. J. Gassner, Innsbruck.

Wenn im Folgenden eine *allgemeine* Darstellung über das Wesen der oscillatorischen Combination, über ihre Erscheinungsweise und Bedeutung in der Krystallographie versucht werden soll, so glauben wir dadurch ein bisher weniger beachtetes Gebiet betreten zu haben; diese Ueberzeugung muss uns wenigstens ein Blick auf die vorhandene einschlägige Literatur beibringen; dass aber der Gegenstand unserer Betrachtung doch nicht ein werthloser und geringfügiger ist, dass die unternommene Arbeit nicht zwecklos und überflüssig war, dafür wird das beste Zeugniss aus vorliegender Abhandlung erfliessen.

Wenn wir nun sofort zum Thema übergehen, so wird sich vor Allem die Frage aufwerfen, was wir überhaupt unter *Combination* der Krystallformen verstehen. In der Verbindung zweier oder mehrerer Krystallformen in ihrer gesetzmässigen relativen Lage liegt der Begriff der Combination. Die ideelle Auffassung dieses Begriffes würde es mit sich bringen, dass an *einer* bestimmten Stelle des Krystalls die eine Form der andern wiche, dass es *eine* entschiedene, wenn auch rücksichtlich ihrer Lage veränderliche Grenze am Krystalle gebe, wo eine Form durch die andere gleichsam ersetzt wird; und in der That hat uns auch die Natur solche mathematische Combinationen construirt, gleichwol ist es nicht übertrieben, zu behaupten, dass bei der weitaus grössern Anzahl der Krystalle dies nicht zutrifft. Bei der Combination zweier oder mehrerer Formen entstehen nothwendig Kanten, die keiner der betreffenden Formen ursprünglich angehören, Kanten, welche sich eben aus dem Durchschnitte der den verschiedenen Formen zukommenden Flächen ergeben und die man als *Combinationskanten* bezeichnet hat; erscheinen nun diese neuen Kanten nicht *einmal* am Krystalle, sondern *oft nacheinander*, ist die Combinationsgrenze zwischen je zwei Formen nicht *eine einzige*, gibt es nicht mehr *eine einzige genau zu fixirende Stelle*, wo der Wechsel zwischen den verschiedenen Formen sich einstellt, so nennen wir das eine *schwingende* oder *oscillirende* Combination. Sie ist nichts Anderes, als die *in veränderlichen Zwischenräumen sich wiederholende* gesetzmässige Verbindung der Krystallformen. Wählen wir, um dies an einem concreten Falle zu beleuchten, einen Magnetitkrystall von Traversella, so sehen wir in dem einen Falle zum O das ∞O sich gesellen, das auf Grund der ihm entsprechenden Lage die O-Kanten abstumpft, es treten dadurch die Combinationskanten zum Vorschein, aber nur *einmal*, wir hätten es also hier mit einer stetigen Combination zu thun (Fig. 1).

Nun aber liegt uns ein anderer Krystall derselben Species aus dem gleichen Fundorte vor, der ein wesentlich anderes Bild gewährt; die beiden Formen scheinen gleichsam um ihre Herrschaft zu kämpfen, *oft* werden die O-Flächen und *eben so oft* die von ∞O theilweise sichtbar; wir können nicht mehr sprechen von einer Grenze zwischen beiden Formen, da sich über die ganze Krystall-Oberfläche die Combinationskanten ausgebreitet; die Flächen der Formen sind nicht mehr eben und glatt, sondern unterbrochen, die Neigung wechselt, bald ist es die des O, bald die des ∞O, jede Fläche der einen ursprünglichen Form theilt ihre Existenz mit der der andern; in der *Alternation* beider Gestalten liegt das Princip dieser Combination. Es kommt nur darauf an, von welcher Seite wir den Krystall in's Auge fassen, um vorherrschend das O oder das ∞O, beziehungsweise beide gleichmässig in ihrer Combination zu erblicken. (Fig. 2.)

Die unausbleibliche Folge einer unstetigen Combination aber wird eine *Treppen-Bildung* sein, da jedoch die einzelnen Stufen dieser Treppe gewöhnlich sehr geringe Höhe besitzen, so erhält das Ganze den Anschein einer *Streifung*. Ich brauche hier nur an die

Säulen des Bergkrystalls zu erinnern, wo sich die Treppenbildung in ausgezeichneter Weise verwirklicht findet und ähnliche Beispiele liessen sich viele vorbringen; gleichwol ist die *Streifung*, die oft einen ungemeinen Grad der Zartheit annimmt, weit häufiger zu beobachten. Diese Streifung kann mit Recht eine der interessantesten Erscheinungen der Krystallflächen genannt werden, ihr gebührt unter den Unvollkommenheiten derselben der erste Platz; anstatt die Regelmässigkeit des Krystalls zu stören, leiht sie ihm vielmehr neuen Schmuck, sie erfüllt die Leere der glatten Ebene mit dem angenehmen Wechsel symmetrischer Zeichnungen. Nun aber gibt es ausser dieser durch die oscillatorische Combination bedingten Streifungen auch noch *andere*, deren Ursachen einerseits in der *Zwillings-Bildung*, andererseits in der *Spaltbarkeit* zu suchen sind. Es sei mir erlaubt, auf diese beiden Arten von Streifung des Zusammenhangs und der Unterscheidung halber nur mit einigen Worten hinzuweisen.

Da es mir überflüssig erscheint, auf die Entstehungsweise der *Zwillingsstreifung* einzugehen, so will ich nur ihren Unterschied von der Combinationsstreifung hervorheben. Abgesehen davon, dass jene schon ihrem Ursprunge, ihrem Prinzipe nach ganz etwas Anderes ist, lässt sich doch nicht verkennen, dass in der Erscheinungsweise eine täuschende Aehnlichkeit zwischen beiden Streifungen waltet; die Zwillingsstreifung ergibt sich aus dem Durchschnitte der Zwillingsebene mit den verschiedenen Krystallflächen, sie hat auf jeder derselben eine ganz bestimmte Richtung und es wird im Allgemeinen nicht schwer fallen, aus dem Verlauf der Streifen ihre richtige Deutung zu finden, wesentlich aber unterscheidet die Zwillingsstreifung von der Combinationsstreifung der Umstand, dass jene auch auf *Spaltungs-* und *Bruch-Flächen* sichtbar wird, während diese als eine reine *Oberflächen-Erscheinung* im Innern des Krystalls völlig verschwindet; dass aber auch die Zwillingsstreifung sorgfältige Beachtung erfordert, beweist unter andern der bekannte Systemwechsel beim Leucit. Nicht zu verwechseln mit dieser eigentlichen Zwillingsstreifung ist die durch Zwillings-Bildung *modificirte* Combinationsstreifung, auf die ich später zurückzukommen Gelegenheit haben werde. Eine dritte Art von Streifung hat, wie gesagt, ihren Grund in der Spaltbarkeit; in ihrem Charakter liegt es, dass sie nie ein- oder ausspringende Winkel erzeugt, sondern nur in Form von Spalten oder Klüften auf der stetigen Krystallfläche auftritt, indem sie nichts Anderes ist, als das Ausgehende von Blätterdurchgängen; sie ist also selbstverständlich *keine blos oberflächliche* Erscheinung. Obwol wir hierin ein wichtiges Unterscheidungs-Merkmal von der Combinationsstreifung gefunden haben, so wird doch die Spaltungsstreifung nicht selten mit jener verwechselt und unterlässt man es oft in den Beschreibungen der Mineralien, auf ihren Ursprung aufmerksam zu machen. Beispiele für dieselbe bilden der Molybdaenglanz, die Glimmer, der Gyps u. s. w. Hinweisen möchte ich auch auf den Zusammenhang dieser Streifung mit dem Asterismus, der oft eben eine Folge derselben ist.

Kehren wir nun nach diesem kleinen Excurse zu unserer Streifung zurück, so können wir schon im Vorhinein bemerken, dass ihr eine viel allgemeinere Verbreitung zukommt, als den obgenannten; sie ist ja das *morphologische Aequivalent*, der morphologische Ausdruck für die oscillatorische Combination, von der wir schon früher gesagt haben, sie beherrsche das ganze Reich der Krystalle! Hören wir, was die alten Mineralogen über diese Verhältnisse uns zu erzählen wissen. Schon *Nikolaus Steno* (1638—1687) gedenkt in seiner Abhandlung (de solido intra solidum naturaliter contento 1669 ed. secunda 1763 pag. 35) der „nie fehlenden Querstreifen auf den Zwischenflächen des crystallus (Bergkrystall)", sowie der dreierlei Streifungen auf den Würfeln des Pyrits, ja selbst die complicirteren Zeichnungen auf den Krystallen des Eisenglanzes (Ferrum) wusste er ganz richtig wiederzugeben in seinem „secundum genus", worunter er die tafelartigen Krystalle begreift, von denen er sagt, dass ihre extremen fünfseitigen Ebenen gestreift seien (l. c. pag. 42); es darf uns auch nicht Wunder nehmen, wenn die Kenntniss der Streifungen in den Uranfängen der Krystallographie sich bereits vorfindet, hat doch diese Erscheinung etwas so Augenfälliges, so Anziehendes an sich, dass sie selbst einer oberflächlichen Beobachtung nicht entgehen kann. Ganz anders steht es aber mit der richtigen *Deutung* der Streifungen. Steno sieht in der Streifung nichts Anderes, als das Resultat des den Krystallen eigenthümlichen *appositionellen* Wachsthums, er parallelisirt sie den Zuwachsstreifen der Muschelschalen, so und nicht anders können wir seine Worte verstehen: „wie ein Krystall entstehe, ist zweifelhaft, aber, wie ein gebildeter fortwachse, sicher; nicht etwa nach Art der Pflanzen von innen, sondern lediglich durch Anlagerung kleinster von einem Fluidum herbeigeführter Theile, namentlich an den Enden, was die nie fehlenden Querstreifen auf den Zwischenflächen beweisen". Und wie ihm also die Streifung des Prisma beim Bergkrystall den Beweis für das Längenwachsthum zu liefern schien, so bestätigten ihm die auf den extremen Flächen befindlichen Streifen des Hämatits das Wachsthum in die Breite, wodurch sich eben aus dem „*secundum genus*" das „schon durch seine Dicke das Wachsthum verrathende *tertium genus*" entwickelte. (Tertium genus ist die auf Elba häufige pyramidal-rhomboedrische Combination: $^4/_3$ P 2. R. $^1/_4$ R).

Aber auch in neuerer Zeit differiren noch die Ansichten bezüglich der Combinationsstreifung, man schiebt ihr sehr häufig die Spaltbarkeit als Ursache unter und verkennt damit ihre eigentliche Natur. Eine der ausführlichsten Arbeiten über diesen Gegenstand erschien im Jahre 1862 unter dem Titel „Sulla poliedria delle facce dei cristalli" in den Memorie della Reale Academia delle Scienze di Torino, Serie II., T. XXI. *Rammelsberg* hat eine Uebersetzung derselben in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, XV. Band, 1. Heft, Seite 19—96 veröffentlicht.

Der Verfasser *A. Scacchi* bringt darin die Anschauung zur Geltung, dass eine *bestimmte* Krystallfläche *mehrere* Lagen einnehmen könne, es könne sich *eine* Fläche in *verschiedenen* Lagen oft wiederholen und eben dieses Verhältniss bezeichnet er mit dem Ausdruck „*Polyedrie*" (l. c. pag. 20). Scacchi hat vielleicht die Consequenzen einer derartigen Auffassung nicht gehörig gewürdigt, er hat wol nicht gedacht, dass damit jene innigen Beziehungen, welche zwischen Axen und Flächen der Krystalle walten, gänzlich zerstört sind, dass damit dem Fundamente der Krystallographie zwei Grundpfeiler entrissen sind, wodurch ihr Bestehen überhaupt in Frage gestellt würde; ohne *Constanz der Kantenwinkel* und *einfaches Verhältniss der Axenlängen* bei den Flächen *einer und derselben* Krystallform muss jede krystallographische Disciplin fallen, es wird dann jede Unterscheidung zwischen Formen überflüssig, alle zusammen sind nur *Erscheinungsweisen* einer und derselben Grundgestalt. Damit soll nun nicht gesagt sein, dass es nicht Anomalien in dieser Beziehung geben könne, Anomalien, die durch Störung in der Structur zu erklären sind, und durch welche wirklich eine bestimmte Fläche aus ihrer gesetzmässigen Lage verrückt erscheint; einer möglichen Ausnahme jedoch eine *solche* Verallgemeinerung zuzugestehen, scheint doch ein etwas zu gewagtes und nicht hinlänglich gerechtfertigtes Unternehmen, zumal in unserem Falle, wo sich eine viel naturgemässere und ungezwungenere Erklärung finden lässt.

Scacchi geht bei seiner Betrachtung vom *Flussspath* aus, dem er besondere Aufmerksamkeit widmet und bemerkt, dass seine $\infty O \infty$-Flächen sich in *normaler* und *abnormaler* Stellung befinden (l. c. pag. 23). Die kleinen zur Hauptaxe geneigten Flächenstreifen auf jenen Flächen betrachtet er als *einer und derselben* Hexaedenfläche angehörig, deren Lage eben *nicht constant* sei (l. c. pag. 21). Ist es nicht doch viel natürlicher, einfach zu sagen: wenn die Flächen des $\infty O \infty$ aus ihrer gesetzmässigen Lage heraustreten, wenn sie also die eine Axe nicht mehr im ∞, sondern in einer gewissen Entfernung n schneiden, so haben sie damit den *Charakter* von Würfelflächen verloren und sind zu Flächen eines ∞On geworden! Oder, um noch deutlicher zu sprechen, sollen wir, wenn auf der Oktaederfläche des Magnetits ein Flächenstreifen zum Vorschein kommt, der das Parameter-Verhältniss 1:1:1 alterirt und dem vielmehr das Verhältniss ∞:1:1 entspricht, sollen wir da noch von einem Oktaeder reden, dessen Lage sich verändert hat; liegt nicht gerade in dieser Aenderung der Lage die Aufhebung des Begriffes Oktaeder! Und wenn sich nun dieser Flächenstreifen öfters auf der O-Fläche wiederholt, was ist da selbstverständlicher, als dass wir darin eine *oscillatorische Combination* des O mit dem ∞O erblicken.

Scacchi überträgt dieses Princip der Polyedrie, vom Fluorit abgesehen, auch noch auf andere Mineralien, u. A. auf den Pyrit, Chabasit, Galenit, Turmalin u. s. f., kurz er erkennt eben in der *Polyedrie* die Ursache jener Streifung, die wir als nothwendige Folge der schwingenden Combination ansehen zu müssen glauben. Ich möchte daher den Ausdruck „*Polyedrie*" mit der ihm von Schacchi gegebenen Bedeutung vermeiden, gleichwol denselben für jene Fälle gebrauchen, wo Krystallflächen nicht mehr eben und glatt, sondern mit den Flächen anderer Formen oscillatorisch combinirt sind. Ebenso bezeichnend für diese Verhältnisse wären die Ausdrücke „*Phatnoedrie*" und „*Ptychoedrie*", welche schon Naumann vorgeschlagen hat. —

Nachdem wir uns nun über das Wesen der oscillirenden Combination, sowie über deren Erscheinungsweise im Allgemeinen klar geworden sind, möchte ich, bevor deren Bedeutung zur Sprache kommt, ihr Auftreten im *Besonderen* charakterisiren. Ich habe zu diesem Zwecke nicht nur alle mir zugänglichen bekannten Fälle von Combinationsstreifung noch einmal genau untersucht, sondern auch, so viel als möglich, die Formen zu ermitteln getrachtet, durch welche in den verschiedenen Krystallen Streifungen vermittelt werden, was man bisher fast immer ausser Acht gelassen und was doch in krystallographischer Beziehung sehr erwünscht sein muss, ohne welche Bestimmung die Streifung als etwas ganz Zufälliges betrachtet werden könnte.

Wenn sich nun die oscillatorische Combination durch eine Streifung der Flächen zu erkennen gibt, so wird der Verlauf der Streifen sich nothwendig nach den *Combinationskanten* richten, denn, wie ich schon Eingangs erörtert, sind die Streifen nichts Anderes, als *sich wiederholende* Combinationskanten und wie diese bald in einer einzigen Richtung dahinziehen, bald sich unter verschiedenen Winkeln treffen, so wird auch die Linienfigur auf den

Krystallflächen sehr verschieden ausfallen müssen. Man hat es daher für zweckmässig erachtet, die Streifungen *einzutheilen* in *einfache*, nur nach einer Richtung verlaufende, und *mehrfache*, welche fiederig, dreieckig, quadratisch, polygonal sein können; oder man unterschied horizontal und vertical gestreifte Krystalle. Auch Schacchi geht bei der Eintheilung seiner Arbeit von dem Principe aus, dass die Krystallflächen entweder in der Richtung *einer* Zone oder in der Richtung *zweier* oder *mehrerer* Zonen polyedrisch seien, was eben so viel bedeutet, als die Streifung habe nur *eine* oder sie habe *mehrere* Richtungen auf derselben Fläche. Alle diese Unterscheidungen sind jedoch einseitig, indem sie entweder *nur* auf die Figur der Streifung oder auf deren Richtung Rücksicht nehmen, während doch die Natur derselben von beiden Verhältnissen zugleich abhängig ist.

Ueberhaupt hat eine Classification der Streifungen nie grossen Werth, versuchen wir trotzdem eine solche, so haben wir dabei den Zweck im Auge, auf diese Weise eine Reihe technischer Ausdrücke zu gewinnen, deren Gebrauch immer bequem und vortheilhaft sein kann. Wenn man vor Allem die Krystallfläche an und für sich betrachtet, so kann man hier von der *Form* der Streifung sprechen, welche entweder *einfach* genannt werden kann, wenn alle Streifen im gleichen Sinne oder *zusammengesetzt*, wenn sie widersinnig verlaufen; die einfache Streifung lässt wieder eine Unterscheidung zu nach ihrer *Richtung* auf den Krystallflächen und man hat diesbezüglich die Ausdrücke: *horizontal*, *vertical*, *diagonal* festzustellen. Die zusammengesetzten Streifungen dagegen gliedern sich in *fiederige*, *trigonale*, *tetragonale*, *polygonale*. Endlich mit Rücksicht auf den Krystall selbst gibt es *gleichartig* gestreifte Individuen, wenn Form und Richtung der Streifung auf allen Flächen dieselbe ist, wenn aber eine diesbezügliche Differenz stattfindet, so nennen wir den Krystall *ungleichartig* gestreift; im letztern Falle können Combinationen der verschiedensten Art entstehen, indem sich horizontale Streifungen mit verticalen oder trigonale mit polygonalen oder endlich einfache mit zusammengesetzten an einem und demselben Krystalle vergesellschaftet vorfinden.

So ist die Streifung der Säulen vieler Bergkrystalle horizontal, die vieler Turmaline, Berylle vertical, das $-\frac{1}{2}R$ des Kalkspaths ist so häufig klinodiagonal gestreift; die genannten wären einfach gestreifte Krystalle. Beispiele für zusammengesetzte gleichartige Streifungen liefern Chabasit und Lirokonit mit federartigen, die Oktaeder des Eisenkieses mit dreieckigen, die Würfel des Flussspaths mit quadratischen Zeichnungen; andererseits treffen wir aber auch sehr häufig ungleichartig gestreifte Krystalle, von denen beispielsweise erwähnt werden sollen: der Adular, dessen prismatische Flächen vertical, die domatischen dagegen horizontal gestreift sind, desgleichen die Hexaeder des Pyrits, welche horizontale und verticale Streifen zeigen, sodann die Combination $\infty O \infty . O$ desselben, bei welcher die Flächen der ersten Form von quadratischen, die der zweiten von trigonalen Figuren geziert sind. Beim Hämatit verbindet sich die einfache Streifung des $\frac{1}{4}R$ in horizontaler und des $-\frac{1}{8}R$ in verticaler Richtung mit der zusammengesetzten des R; beim Granat erscheinen die mOm-Flächen makrodiagonal, die von ∞O aber rhombisch, bei der Zinkblende die Flächen des $\infty O \infty$ diagonal, die des $\frac{O}{2}$ dagegen trigonal gestreift.

Die Möglichkeit der oscillatorischen Combination steht in keinem ersichtlichen Zusammenhange mit den Krystallformen, in so ferne als jede Form einer Krystallreihe sich mit der andern alternirend combiniren kann und so sehen wir denn bald die Grundgestalt, wie beim Kalkspath, bald eine sehr häufig auftretende, für die Species charakteristische Form, wie das $-\frac{1}{2}R$ bei demselben, das $\frac{\infty R}{2}$ beim Turmalin, bald aber wiederum eine äusserst selten selbständig ausgebildete oder bisher unbekannte Gestalt, wie das $\frac{4}{5}R\frac{6}{5}$ beim Chabasit, sich den nachbarlichen Formen aufprägen. Die oscillatorische Combination beschränkt sich gewöhnlich auf je zwei Formen, wenn auch deren mehrere combinirt sind und dabei erscheinen die Streifen in Folge der *Wechselseitigkeit* jeder Combination auf den

Flächen beider Gestalten, die Zeichnungen aber müssen naturgemäss für jede Form *verschieden* ausfallen und das gibt uns, wie wir später sehen werden, Mittel an die Hand, verwickelte, unregelmässige Combinationen auf einfache Weise zu lösen. Besonders schön kann man das Verhältniss der Wechselseitigkeit oscillatorischer Streifungen am Pyrit von Elba (Fig. 3) studiren; die Form der Zeichnungen erklärt sich leicht aus der relativen Lage der Combinationskanten, das Gleiche zeigt Fig. 4, welche uns Krystalle von Granat darstellen soll, wie sie ausgezeichnet in Traversella und Sterzing vorkommen.

Auch ist der Fall nicht unmöglich, dass von zwei sich in oscillirender Combination befindlichen Formen die eine über die andere das *Uebergewicht* erhalte, so dass sie, selbst glatt, nur die andere streift, es ist das gewissermassen eine Einseitigkeit der Bildung. Viel häufiger dagegen beobachtet man, dass die streifende Form sich am Krystall gar nicht selbständig vertreten findet, sich aber trotzdem sehr wol durch die Streifung kundgibt, eine um so interessantere Erscheinung, als dadurch ein scheinbar *einfacher* Krystall doch als eine *Combination* aufgefasst werden muss. Das beste Beispiel hiefür haben wir am Pyrit, dessen einfache Würfel nach drei Richtungen, parallel den ungleichen Seiten der Pentagone des Pyritoeders, dessen einfache $\frac{\infty On}{2}$ in derselben Art gestreift sind. Aehnlich ist das Verhältniss beim Topazolith, wo auch die mOm nicht selbständig entwickelt sind, sondern nur durch Streifensysteme auf den ∞O sich bemerkbar machen (Fig. 5); der Chabasit, der Flussspath sind andere bereits bekannte Beispiele dieser Art. Hier erinnere ich mich an einen Fall, den ich am *Haematit* von *Altenberg* zu beobachten Gelegenheit hatte.

Die Krystalle sind an diesem Fundorte gewöhnlich sehr flächenarm. Die Druse, welche mir vorliegt, hält Krystalle mit dem einfachen R, dazu gesellt sich bei andern oR und auch $\frac{4}{3}P2$, welche den Elbaner Krystallen so eigenthümlich ist und deren Vorkommen bei den Altenberger Krystallen von Naumann nicht aufgeführt wird; diese Form ist aber ganz schwach entwickelt und wird man erst durch eine Streifung, welche freilich keinem, selbst nicht den einfachen Krystallen der Druse, abgeht, darauf aufmerksam (Fig. 6).

Ein anderes Beispiel dieser Art haben wir am Calcit von *Rattenberg:* die grossen Krystalle sind nach oben vom S^2 begrenzt, dessen Flächen durch die *Polkanten* von R gestreift werden, die *Mittelkanten* der Grundgestalt hingegen erscheinen hier, wie in so vielen andern Fällen auf dem S^3, ohne dass jene selbständig vorhanden wäre.

Wenn wir oben ausgesprochen, dass die oscillatorische Combination im Allgemeinen nur zwischen je zwei Formen zum Ausdruck gelange, so ist damit nicht behauptet, dass es nicht Fälle geben könne, wenn auch weit seltener, wo drei oder mehrere Krystallgestalten mit einander eine alternirende Combination eingehen. Die natürliche Folge derartiger Complicationen ist die Verschmelzung der den einzelnen binären Combinationen entsprechenden Zeichnungen, wodurch die Gesammtfigur eine complicirtere werden wird. Ich habe einen solchen Fall an einem *Schwefelkies-Krystall* von Elba und an einer *Apophyllittafel* von der Seiseralpe recht deutlich beobachten können. Bei ersterem, der die Combination $\infty O \infty . O$ darstellt, sind die O-Flächen trigonal gerifft, während auf den $\infty O \infty$-Flächen nach drei verschiedenen Richtungen in die Länge gezogene Achtecke zum Vorschein kommen (Fig. 7), die sich aus der Combination der durch O und $\frac{\infty On}{2}$ bedingten Zeichnungen deuten lassen. Das Bild auf dem oP des tafelförmigen Ichthyophthalm-Krystalls von der Seiseralpe gibt Fig. 8, wobei wiederum eine *binaere* Streifen-Combination stattfindet, welche auf eine Alternation zwischen oP und $\frac{1}{3}P$ einerseits und der Basis und $\frac{1}{2}P\infty$ andererseits zurückzuführen sein wird.

Wir heben also nochmals hervor, dass derlei *combinirte* Streifensysteme eine seltene Erscheinung sind, dass überhaupt zusammengesetzte Polyedrien der Krystallflächen bei weitem nicht so häufig auftreten, als einfache, unter welchen wiederum den *verticalen* der *erste* Platz gebührt, welche sich bei fast allen säulenförmig krystallisirten Mineralien einstellen, in hervorragender Weise am Rutil, Kassiterit, Lievrit, Goethit, Manganit, Pyrolusit, Antimonit, Diopsid, Turmalin, Beryll, Apatit, Gyps, Feldspath u. a. m.

Wie wichtig es sei, zu constatiren, durch welche Krystallform eine bestimmte Streifung entsteht, aus der Natur einer Streifung auf ihre Ursache zurückzuschliessen, wurde bereits erklärt und wird die Bedeutung einer solchen Bestimmung in einem späteren Abschnitte unserer Arbeit noch offener an's Licht treten. Man muss bei dieser Untersuchung nicht nur die *Form*, sondern auch *Richtung*, *Lage* und *Neigung* der Flächenstreifen berücksichtigen, denn gleiche Figuren können auf ganz *verschiedene* Formen hindeuten, wenn ihre Lage oder Richtung differirt und selbst in Form und Lage übereinstimmende Polyedrien müssen nicht nothwendig *einer und derselben* Form entsprechen; sie können das nur, wenn ihre Neigungswinkel gleich sind.

Einige Beispiele werden das Gesagte beleuchten. Die spiegelnden Flächen der Pyritoktaeder von Traversella zeigen nicht selten sehr regelmässige Streifungen, denen ein gleichseitiges Dreieck zu Grunde liegt; unterscheiden wir jedoch näher, so bemerken wir schnell, dass die Lage dieser Trigone sich nicht immer gleich bleibt, bald schneiden ihre Seiten *normal* die Ecken der O-Flächen, behaupten also eine zu diesen *diagonale* Stellung, bald aber ist ihre Lage eine *mittlere*, indem der Schnitt gegen die Ecken der oktaedrischen Trigone in *schiefer* Richtung ausgeführt erscheint. Eine einfache krystallographische Ueberlegung wird schnell in dem ersteren Falle die Einwirkung des $\infty O \infty$, im letzteren die des Pyritoeders oder Dyakisdodekaeders erblicken (Fig. 9 und 10). Flussspath und Eisenkies haben quadratische Polyedrien auf ihren $\infty O \infty$-Flächen und doch ist beim *einen* das Tetrakishexaeder, beim *andern* das Oktaeder Ursache der Streifung, die *Lage* der Quadrate muss eben entscheiden.

Welchen Werth eine genaue Bestimmung der relativen Lage der Streifungen für die Eruirung der Krystallform hat, durch welche eine oscillatorische Combination eingeleitet wird, zeigt sich auch an den Krystallen des *Elbaner Hämatits* und an den *Eisenrosen des Gotthards* (Fig. 11 und 12). Das Grund-R gibt uns hier den Massstab an die Hand, um uns in der Lage der Streifenfiguren zu orientiren; beim Eisenglanz nämlich liegen die *Seiten* der durch oscillirende Combination $\frac{1}{4}$R.oR entstandenen Trigone gerade *über* den Flächen von R, während bei den Eisenrosen an diese Stelle die *Ecken* der Dreiecke zu stehen kommen, woraus wir auf ein —mR schliessen müssen, dessen m gewöhnlich $= \frac{1}{2}$ ist; dass wir es aber wirklich mit einem *Rhomboeder* zu thun haben, beweist auch die diagonale Stellung der Dreiecke auf beiden Flächen von oR.

Eine durchaus nicht seltene einfache Streifung der Würfelflächen bemerkt man am Pyrit und an der Zinkblende. Ausser der Lage kann uns hier auch die Richtung der Streifen auf den einzelnen Flächen zur Bestimmung der Krystallform behülflich sein, welche sie erzeugt, indem die Pyritstreifen drei verschiedenen Richtungen folgen, entsprechend je zwei parallelen Flächen des Würfels, die Streifen der Blende aber auf je zwei diametral gegenüber liegenden Flächen sich in ihren Richtungen rechtwinklig kreuzen; die krystallographische Deutung dieser Richtungs-Verhältnisse aber lässt hierin sofort $\frac{\infty O n}{2}$, beziehungsweise $\frac{O}{2}$ erkennen. Wenn Form, Lage und Richtung der Streifungen nicht mehr genügen zur Entwicklung der ihnen zu Grunde liegenden Krystallformen, so bleibt nur mehr ein Weg offen, der uns doch zum Ziele geleiten kann, nämlich die Bestimmung der *Neigung* der alternirenden Flächenstreifen und dieses Mittels wird man sich wol am öftesten bedienen müssen, wenn man bedenkt, welch' eine Fülle ihrem Charakter nach zwar identischer, in ihren Kantenwinkeln aber verschiedener Formen die Natur geschaffen, wenn man bedenkt, dass trotz *wesentlicher* Differenz der Gestalten, ihre *Polyedrie* in Umriss, Richtung und Lage *gleich* sein kann! Und doch lässt sich die Schwierigkeit solcher Messungen nicht leugnen, zumal bei dem Umstande, dass die Streifung meist sehr fein und dicht, ja oft in mikroskopischer Zartheit auftritt, wodurch selbst die Beobachtungen mit den besten Instrumenten unsicher, die resultirenden Werthe schwankend und zum Theil unrichtig ausfallen müssen; dazu kommt noch ein erschwerendes Moment, nämlich die Entstehung von *Scheinflächen*, welche bei grosser Gedrängtheit der Streifen Lichtreflexe geben können, wie ebene, glatte Flächen, denen sie in Wirklichkeit doch nicht entsprechen.

Hingegen gibt es Fälle, wo die oscillatorische Combination sehr deutlich ausgebildet ist und es nur geringer Mühe bedarf, die Neigungen der einzelnen Flächen zu bestimmen. Dass die Streifung beim Flussspath wirklich durch den Pyramidenwürfel entsteht, kann aus ihrer Form und Lage allein *nicht* erschlossen werden, indem ganz die gleiche Zeichnung auch für das Rhombendodekaeder zutreffen würde; wenn wir aber auf die *ein-* oder *ausspringenden Kantenwinkel* schauen, die die abwechselnden Flächenstreifen miteinander bilden, so werden wir entschieden sagen können, dass wir es mit einem ∞On zu thun haben, so lange diese Winkel *mehr*, denn 135° messen, spiegeln dagegen zwei auf entgegengesetzten Seiten einer Würfelkante gelegene Streifen gleichzeitig ein, so wissen wir, dass sie einem ∞O angehören. Ganz analog sind die Verhältnisse beim Pyrit und Granat. Ich habe schon oben erwähnt, dass die schief gestellten Trigone auf den Oktaedern von Traversella auf das $\frac{\infty\mathrm{On}}{2}$ oder $\left[\frac{\mathrm{mOn}}{2}\right]$ zurückzuführen sind, jetzt wird der Unterschied der Neigung die Entscheidung herbeiführen für das eine, wenn die beiderseitigen Flächenstreifen längs der Oktaederkante einen Kantenwinkel 180° bilden, für das andere, wenn dieser Winkel *kleiner* ist. Dasselbe gilt vom Granat, wo auch die Unterscheidung der oscillatorischen Combination von ∞O mit mOm oder mit mOn lediglich durch die Bestimmung, ob die alternirenden Flächen dies- und jenseits der ∞O-Kante in *eine* Ebene fallen oder *nicht*, gewonnen werden kann; es hat dies hier in so ferne grössere Bedeutung, als gewisse Varietäten von Granat durch den Achtundvierzigflächner ausgezeichnet sind.

Dass die Polyedrie der Quarzsäulen durch eine *Protopyramide* erzeugt wird, steht ausser allem Zweifel, welchen Coefficienten aber diese Pyramide hat, ob gerade 4P oder nicht vielmehr auch andere mP in's Spiel treten, lässt sich nur von Fall zu Fall bestimmen eben durch Messung der Kantenwinkel und ich habe da gesehen, dass auch P mitunter jene Streifung verursacht.

Auch beim Haematit von Elba ist es zur Bezeichnung der das R streifenden Formen nothwendig, die Neigung der Flächenstreifen zu determiniren, indem Deuteropyramide und Skalenoeder ganz dieselben Linien auf R hervorrufen (Fig. 13). Es mögen immerhin verschiedene Skalenoeder sein, die R klinodiagonal streifen, aber doch habe ich auch die oscillatorische Combination zwischen R und $\frac{4}{3}$P2 deutlich wahrgenommen. Die horizontalen Striche auf R gehören zu einem mR, wobei man für m den Werth $\frac{1}{4}$ findet, sehr wahrscheinlich wird aber auch $\frac{3}{5}$R eintreten.

Merkwürdig sind die *Veränderungen*, welche die durch oscillirende Combination bedingte Streifung bei der *Zwillingsbildung* erfährt. Eine ganz allgemeine Erscheinung ist es, dass einfache Streifungen zu *zusammengesetzten* werden in Folge der Coincidenz der Flächen verschiedener Individuen. Auf diese Weise zusammengesetzte Streifungen sind, flüchtig betrachtet, allerdings sehr leicht mit an und für sich zusammengesetzten Polyedrien zu verwechseln, allein der Umstand, dass eben die coincidirenden Flächen verschiedenen Krystallen angehören und deshalb ihre Streifung, wenn auch dem Charakter nach gleich, doch wiederum gewisse individuelle Differenzen der Ausbildung an sich tragen wird, dieser Umstand, sage ich, wird uns in den Stand setzen, auch hier die nothwendige Unterscheidung zu treffen, in andern Fällen aber wird schon die Natur der Streifungen das Urtheil fällen.

Ein treffendes Beispiel für diese Verhältnisse haben wir am *Scheelit*, der seine Fiederstreifung der Penetration zweier enantiomorpher durch die Tritopyramiden gestreifter Individuen verdankt; die an und für sich auch durch eine ditetragonale Pyramide erklärliche Zeichnung bekundet ihre Entstehung durch eine *Ungleichheit* der beiderseitigen Streifensysteme. Hieher hat man auch die in den meisten Handbüchern der Mineralogie beschriebenen Fiederstreifungen am Harmotom, Phillipsit, Arsenkies u. s. w. zu stellen. Die schönen, auf der Basis brachydomatisch gestreiften *Aragonit*-Krystalle von Herrengrund und Leogang verrathen ebenfalls ihre Zwillingsbildung durch fiederige oder polygonale Streifungen, bei manchen Drillingen bilden die Streifensysteme *einspringende* Winkel, ganz so, wie bei den Drillings-Krystallen des *Chrysoberyll* (Alexandrit), welche Naumann in seinen „Elementen der Mineralogie" beschrieben und gezeichnet hat. In den beiden letzteren Fällen schliesst das Vorkommen *einspringender* Winkel jeden Zweifel über die Entstehung der zusammengesetzten Polyedrie aus.

Eigenthümlicher Natur sind die Beziehungen der Zwillingsbildung zur Polyedrie des *Fluorits* und *Chabasits.* Die schönen Fluoritwürfel von Cumberland mit ihrer bekannten quadratischen Streifung sind meistens zu Zwillingen verbunden, wobei beiden Individuen eine trigonale Zwischenaxe gemeinsam ist, um welche das eine gegen das andere um 180° verdreht erscheint; so kommt es denn, dass bei der gegenseitigen Durchdringung der Individuen die Ecken des einen durch die Flächen des andern durchstossen, und diese hervortretenden Ecken sind es, welche auf den Habitus der Streifung einen unverkennbaren Einfluss üben, indem durch sie die Lage des *Durchschnittspunktes* der Diagonalen oder, was dasselbe ist, die Spitze von ∞On normirt wird; das Gleichgewicht der oscillatorischen Flächenentwicklung ist gestört, die Gleichheit der Centraldistanz alterirt und so gewiss in dieser *Zwillingsbildung* die Ursache dieser *Modification* liegt, so wäre es doch unrichtig, zu glauben, die *Gegenwart* der Streifung überhaupt sei durch das Vorhandensein solcher Ecken bedingt, was Scacchi (l. c. pag. 22) allerdings behauptet, indem er sagt, dass Flächen, wo *keine* Kante aufsteht, ganz eben seien, während gerade auf solchen Flächen die Streifung in ihrer Reinheit, Regelmässigkeit und Deutlichkeit sich darstellt. Das Centrum der Polyedrie liegt immer unmittelbar an einer der steileren Kanten der aus der Würfelfläche aufragenden Ecken (Fig. 14); und zwar ist eine der Diagonalen parallel der kürzeren Durchschnittslinie dieser Ecke mit der Hexaederfläche; wird eine Diagonale in Folge dieses Parallelismus theilweise nicht mehr frei sichtbar, so erhält sie gleichsam einen Ersatz dadurch, dass die andere kürzere oder längere Kante der Ecke das fehlende Stück der Diagonale entsendet (Fig. 15 und 16); auch für den Fall, dass eine zweite durchstossende Ecke den Verlauf einer Diagonale abbricht, übernimmt sie selbst die Fortsetzung derselben (Fig. 17). Die Rhomboeder des Chabasits, an und für sich einem Würfel sehr ähnlich, erinnern noch mehr durch die Art und Weise ihrer Verwachsung an die Zwillinge des Flussspaths, indem auch hier eine Penetration beider Individuen in verwendeter Stellung erfolgt. Auch hier habe ich einen innigen Zusammenhang zwischen der *Lage* der Polyedrie und den durchtretenden Ecken nirgends vermisst; das *Auftreten* der oscillirenden Combination zwischen R und $\frac{4}{5}R\frac{6}{5}$ aber ist durchaus nicht an die Gegenwart einer solchen Ecke gebunden. Die Mittellinie der Fiederstreifung tangirt immer unmittelbar eine der kürzeren Kanten der durchstossenden Ecke, wo dann auch die Streifung beginnt, während darunter die glatte Fläche von R sichtbar ist (Fig. 18).

Die Einwirkung der schwingenden Combination auf die *Regelmässigkeit* der Krystallform äussert sich in dreifacher Weise: durch Verjüngung, Abrundung und Linsenbildung. Wenn auf den an und für sich verticalen prismatischen Flächen des Bergkrystalls fortwährend Ansätze pyramidaler Flächen erfolgen, so muss, zugegeben, dass auch die Säulenflächen immer wieder zur Geltung kommen, mit der Höhenzunahme eine allmählige axiale Näherung der oscillirenden Flächen verknüpft sein, das heisst, der Krystall wird sich gegen den Pol hin verschmälern, er wird in der That nicht mehr ein Prisma, sondern eine sehr steile Pyramide darstellen und diese *Verjüngung* ist eine so allgemeine Erscheinung, dass ein Quarzkrystall ohne dieselbe zu den Seltenheiten gehört.

Die Intensität dieser Zuspitzung hängt natürlich ab von der Ausbildung der Streifung, je feiner diese ist, desto schwächer, je tiefer und dichter die Furchen, desto auffallender die Verschmälerung. *Abrundungen* treten immer dann ein, wenn die oscillatorische Combination sehr intensiv entwickelt ist, wenn die Streifung sich nicht einseitig auf eine Form beschränkt, sondern in vollem Gleichgewichte alle in oscillatorischer Combination befindlichen Gestalten beherrscht. Je gedrängter die Streifen sich folgen, desto deutlicher wird die Rundung hervortreten, welche die frühere Kante verdrängt hat, desto täuschender wird ihre Aehnlichkeit mit einer stetigen Fläche. Eines der bekanntesten Beispiele dieser Art liefert uns der Turmalin, dessen Säulen so häufig von drei convexen Flächen begrenzt sind, die aus der Verschmelzung des Deuteroprisma mit dem trigonalen entstanden sind. Sind eben so viel entkantende Flächen als Kanten vorhanden, dann wird die Rundung eine vollkommene, das Prisma zum Cylinder, besonders durch Verbindung von Prismen der ersten und zweiten Art in ausgezeichneter Weise am Beryll, Rutil (Pfitsch, Pfunders), Apatit (Sachsen). Auch beim Pyrit werden oft die unpaaren Kanten des $\frac{\infty On}{2}$ durch eine sanfte Wölbung ersetzt, welche aus der oscillirenden Combination jener Gestalt mit dem $\infty O \infty$ erklärlich ist. Eine ähnliche Convexität kann man an den Speerkies-Zwillingen von Eger bemerken, bei denen $P\breve{\infty}$, $\frac{1}{3}P\breve{\infty}$ und oP allmählig ineinander übergehen.

Noch einer eigenthümlichen Erscheinung muss ich gedenken, welche an Kalkspath-Krystallen, die ich in den „Schwazer Dolomiten" des Kogls und der Mauknerötz fand, zu beobachten ist. Bekanntlich gibt es bei diesem Minerale ein Rhomboeder, das man ob seiner auffallenden Aehnlichkeit mit dem Würfel sehr passend *Fastwürfel* genannt hat, es ist das in den Massengesteinen Südtirols so verbreitete $-\frac{3}{2}R$.

Die uns jetzt vorliegenden Krystalle haben zwar auch das Aussehen solcher Fastwürfel, sind aber in Wirklichkeit *Combinationen* von $-2R$ mit $-\frac{1}{2}R$; die oscillatorische Combination ist hier so fein, dass die Ebene von -2R durch eine schwach convexe Fläche ganz allmählig in das $-\frac{1}{2}$R übergeht, welches die beiden Pole der Krystalle gerade in so weit abstumpft, dass die Form mit dem Hexaeder verwechselt werden kann (Fig. 19). Schliesslich sei noch des Elbaner Hämatits gedacht, dessen polare Begrenzung ebenfalls convex zu sein pflegt; die Kanten des durch oR horizontal gestreiften $\frac{1}{4}$R werden durch $-\frac{1}{8}$R beseitigt, alle drei Formen miteinander bilden in ihrer oscillatorischen Combination jene gewölbte Fläche (Fig. 13); ist die Hauptaxe sehr verkürzt, sind die Krystalle also tafelartig, dann machen sie den Eindruck von *Linsen* und hiemit ist uns bereits der Uebergang zur dritten Art von Defigurationen gegeben.

Die *Linsenbildung* ist nichts Anderes, als eine Abrundung der Krystallform, sie ist der vollkommenste Ausdruck der Abrundung, wobei, wie der Name schon sagt, die Form einer Linse imitirt wird. Die Linsenbildung ist wiederum das Ergebniss der schwingenden Combination wenigstens zweier Gestalten, da eine Combination überhaupt nur zwischen verschiedenen Formen, nie und nimmer aber zwischen den Flächen einer einfachen Form denkbar ist. Ausgezeichnet entwickelt sehen wir die Linsen beim *Mesitin* (Traversella, Zillerthal), *Siderit* (Schwaz) und *Calcit* (Knappenwand, Sulzbachthal in Pinzgau). Bei allen entstehen sie auf gleiche Weise: durch oscillatorische Combination des Grund-Rhomboeders mit dem $-\frac{1}{2}$R, das vermöge seiner Stellung die Polkanten von R normal abstumpft und die Flächen desselben fiederig streift, während es selbst durch R klinodiagonal gerifft wird (Fig. 20); zwischen beiden Streifensystemen aber besteht eine so gleichmässige Ausbildung, dass jede Scheidung derselben unmöglish, die Grenze zwischen beiden Formen verwischt wird und die ebenen, glatten Flächen durch ein Kugelsegment mit seidenartigem Schimmer verdrängt sind (Fig. 21). Auch die Gypslinsen vom Montmartre sind sehr wahrscheinlich auf diesem Wege entstanden, wenigstens scheinen gewisse Streifen darauf hinzuweisen; die Alternation bezieht sich hier auf: -P, oP und verschiedene $P\infty$.

Wenn nun auch eine grosse Anzahl von Krümmungen der Krystallflächen in der oscillatorischen Combination ihren Grund hat, so soll damit die Möglichkeit nicht bestritten werden, dass auch andere Kräfte solche Defigurationen der Krystalle einleiten könnten, zumal es gewisse Erscheinungen gibt, welche auf diesem Wege ihre Erklärung nicht finden können; ich erinnere nur an gewisse aufgeblasene Bitterspath-Rhomboeder, an die sattelförmig gebogenen Krystalle des Siderits und Dolomits.

Nachdem wir somit die *morphologischen* Verhältnisse der oscillatorischen Combination erörtert, erübrigt uns noch die Würdigung ihrer *Stellung* in der *Krystalllehre.*

Es mag etwas sonderbar klingen, wenn wir behaupten, die oscillatorische Combination sei ein Förderungsmittel für die angewandte Krystallographie, sie biete den Schlüssel zur Enträthselung manch' schwierigen Problems, und doch wird die volle Berechtigung dieser Aussage aus dem Folgenden sich sehr leicht ergeben. Wer immer sich mit der Bestimmung der Krystalle nur einigermassen vertraut gemacht, dem werden auch die Schwierigkeiten nicht fremd sein, welche eine solche Arbeit stets begleiten, welche die Sicherheit und Zuverlässigkeit gewonnener Resultate so oft beeinträchtigen; er wird erfahren haben, dass die Natur, weit entfernt, jene idealen Formen, die ihm die theoretische Krystallographie vor Augen geführt, wiederzugeben, ihre Freiheit und Unabhängigkeit selbst innerhalb der Schranken des Gesetzes zu wahren versteht. Wie schwierig ist es nicht oft, den Flächen der Krystalle ihre gehörige Deutung zu geben, also eine Combination, und sei sie auch noch so einfach, richtig zu lösen! Die aufmerksame und verständige Betrachtung der durch oscillirende Combination erzeugten Streifung aber kann uns da sehr hülfreich zur Hand sein. Einige Beispiele sollen dies gleich erweisen.

Gewisse Galenitkrystalle vom Harz zeigen in der Combination $O . \infty O . \infty O \infty$ eine solche Ausbildung, dass die Flächen von $\infty O \infty$

mit denen von ∞O verwechselt werden könnten, die einfache durch mO erzeugte Streifung der letzteren aber gibt sofort den Ausschlag. Jene Krystalle des Arsenkieses, denen lediglich $\infty P.\frac{1}{4}\breve{P}\infty$ zu Grunde liegt, könnten mitunter bezüglich ihrer Aufstellung in Zweifel lassen, da beide Formen so oft ganz gleichmässig entwickelt sind; auch hier kommt uns schnell die wol nie fehlende *brachydomatische* Streifung zu Hülfe, die prismatischen Flächen sind dagegen glatt oder parquettirt. Auch bei den wasserhellen Apophyllit-Krystallen ($oP.\infty P\infty$) vom Banat, deren einzelne Flächen sich geometrisch durchaus nicht unterscheiden, führt die Streifung zur schnellen Unterscheidung von oP und $\infty P\infty$, indem ersteres glatt, letzteres aber durch $\infty P2$ vertical gestreift ist. Die schönen Prehnit-Krystalle von Ratschinges lassen ebenfalls bezüglich ihrer Aufstellung im Unklaren, da der Säulenwinkel nur auf Grund einer Messung unterschieden werden könnte; nun aber konnte ich bemerken, dass oP immer durch $m\bar{P}\infty$ gestreift ist, wodurch die Orientirung ohne weiteres Hülfsmittel gegeben ist (Fig. 22).

Eine besondere Wichtigkeit hat die Streifung für den Axinit, da man sich durch dieselbe sehr schnell in den meist verwickelten Krystallen zurechtfindet.

Nach der von Naumann gewählten Stellung sind immer die Flächen $\infty'P'$ und $'P$ gestreift, daraus lassen sich die Flächen bestimmen, sodann nach Belieben andere Aufstellungen versuchen. Die so charakteristische horizontale Furchung des $P\bar{\infty}$ beim Adular verhindert jede Verwechslung mit Calcit oder Dolomit, wozu die äussere Form leicht verleiten könnte, denn die am Adular so häufige Combination $\infty P.P\bar{\infty}$ ähnelt ganz einem R jener beiden Minerale; wir sehen daraus, dass die Streifung sogar für Bestimmung der Species entscheidend werden kann.

Hören wir einen weitern Fall, wo auch die Streifung für die Erkenntniss der Species von Vortheil sein kann. Wenn der Turmalin in der Combination $\infty R2.-2R$ erscheint, so hat er gewiss grosse geometrische Aehnlichkeit mit einem Rhombendodekaeder von Granat, dazu kann sich nun auch physikalische Uebereinstimmung gesellen, eine Verwechslung beider Mineralien wird sehr wahrscheinlich; wie nun, wenn wir auf die Streifung Rücksicht nehmen. Hier gibt es freilich nur Gegensätze, die verticale Streifung des Turmalins suchen wir umsonst am Granaten, sie ist dort gar nicht möglich, die Rhombenfelder des Granaten sind dagegen so häufig durch mOm gestreift, wodurch ihr Charakter unverkennbar hervortritt. Eine derartige Verwechslung zwischen Turmalin und Granat wird noch begünstigt durch die Unregelmässigkeit der Granatkrystalle, welche nicht selten in der Richtung einer trigonalen Zwischenaxe in die Länge gezogen erscheinen, wodurch natürlich der Krystall einen rhomboedrischen Habitus gewinnt und der Combination eines ∞R2 mit einem R gleicht, die Combinations-Streifung aber wird immer deutlich zu erkennen geben, dass man es in dem einen Falle, wo die Streifung aller Krystallflächen gleichartig ist, mit einer *einfachen* Gestalt, im andern Falle, wo sich die Streifung nur auf die prismatische Zone beschränkt, mit einer *Combination* zu thun habe. Auf dieselbe Weise werden sich Zirkone der Combination ∞P∞ . P durch *polyedrische* Differenzen vom Granat unterscheiden lassen.

Das tesserale System, so sehr es den andern Systemen durch die nach allen Richtungen entwickelte Symmetrie zum Vorbild dient, überbietet sie gleichwol alle durch die Menge und Eigenthümlichkeit seiner Verzerrungen. Die Defiguration der Krystallform kann so weit fortschreiten, dass selbst der allgemeine Charakter des Systems verloren geht. Aus dieser schwierigen Lage kann wiederum die Combinations-Streifung den Krystallographen herausreissen. Ein Beispiel hiefür: am Bleiglanz finden sich Krystalle der Combination O . ∞O∞, welche in der Richtung einer trigonalen Zwischenaxe eine einseitige Verkürzung erlitten haben, ausserdem aber in ihrer Flächenentwicklung eine solche Ungleichmässigkeit zeigen, dass sie ganz den Habitus der rhomboedrischen Combination oR.R.-$\frac{1}{2}$R angenommen (Fig. 23); untersuchen wir jedoch näher die Beschaffenheit der einzelnen Flächen, so entdecken wir unschwer, dass sechs davon mit rechteckigen Streifensystemen versehen, während die übrigen acht glatt sind. Jetzt wird die Entwicklung der Combination freilich eine leichte, da wir wissen, dass jene Rechtecke auf den sechs Flächen durch die oscillatorische Combination des $\infty O \infty$ mit dem O nothwendig erscheinen müssen. Ebenso verhält es sich mit Pyrit-Krystallen $\infty O \infty . O$ von Traversella, welche auch in den sonderbarsten Verzerrungen auftreten, bei welchen die einzelnen Flächen so sehr in Umriss und Grösse differiren, dass man daran ihren Charakter nicht mehr erkennen kann; die quadratischen und trigonalen Zeichnungen jedoch, welche auf den dem $\infty O \infty$, beziehungsweise O angehörigen Flächen meist deutlich zu sehen sind, benehmen uns jeden Zweifel über die Natur des betreffenden Krystalls (Fig. 24).

Bekanntlich gilt für die Lösung von Combinationen als oberste Regel, dass immer die in Grösse und geometrischer Figur übereinstimmenden Flächen zu einer und derselben Form gehören und dass die Zahl der in einer Combination verbundenen Gestalten von der Zahl verschiedener Flächenfiguren abhängig sei. So allgemein richtig diese Sätze in der Theorie sein mögen, so erprobt sich ihr Werth in der Praxis doch nicht jederzeit. Viel sicherer geht man in dieser Beziehung, wenn man zur Combinations-Streifung seine Zuflucht nimmt; denn möge durch ungleiche Centraldistanz, durch ungleiche Flächenentwicklung die Grösse und Figur zusammengehöriger Flächen noch so sehr differiren, so bleibt doch immer nur *Eines* unerschütterlich stehen und das ist die jeder Fläche eigenthümliche *Streifung*, sie ist das einzige unter allen Umständen, selbst bei den stärksten Defigurationen, *Fixe;* an ihr hat man gleichsam einen *Index* für die *Gleichwerthigkeit* oder *Ungleichwerthigkeit* der Flächen. Die geometrischen Umrisse der einzelnen Flächen werden sich in der Combination verändern, die Zahl der Begrenzungskanten für die Flächen derselben Form ist variabel, indem nicht nur die constanten Combinationskanten, sondern auch ursprüngliche Kanten in schwankender Anzahl sich einfinden; die Streifung aber, die ja nichts Anderes ist, als der wiederholte Ausdruck der Combinationskanten, schliesst eben deshalb jeden Wechsel von vornherein aus.

Auch zur *Hemiedrie* steht die oscillatorische Combination in inniger Beziehung, indem sie den hemiedrischen Charakter der Species erkennen lehrt und unwiderleglich bestätigt. Die Hemiedrie besteht in der Sonderung der Flächen einer und derselben Form in zwei Gruppen, welche wieder zwei ganz selbständige Formen herstellen, deren Flächen an Zahl, Grösse und Figur vollkommen gleich sind und nur entgegengesetzte Lage behaupten.

Es ist nun bekannt, dass sich zwei entgegengesetzte hemiedrische Gestalten keineswegs ausschliessen, sondern nur zu häufig sich an einem und demselben Krystalle zum Holoeder combiniren; dabei kommt es wol vor, dass die Flächen der einen Halbform über die der andern prävaliren, jedoch gehört eine mehr gleichmässige Entwicklung beider Hemieder eben auch nicht zu den Seltenheiten. Gerade im letzgenannten Falle und selbst bei *geometrischer* Differenz der Flächen zweier enantiomorpher Formen kann die Combinations-Streifung den Zweifel über die Wirklichkeit der Hemiedrie vollständig lösen, während jener geometrische Unterschied beider Hälften uns durchaus nicht den *sichern* Beweis ihrer Trennung liefern kann, in so ferne als ja auch die Flächen *holoedrischer* Gestalten in ihrer geometrischen Ausbildung selten Gleichmass zeigen. Bemerkt man z. B, dass die Flächen eines Oktaeders, und sollten dieselben auch noch so congruent sein, bezüglich ihrer Oberflächen-Beschaffenheit differiren, sich mit Rücksicht darauf in zwei selbständige Gruppen sondern, zwischen denen eine Streifungsdifferenz waltet, so ist damit der Beweis für vorhandene Hemiedrie bereits erbracht, denn es ist weder denkbar, dass sich die Flächen einer Gestalt nur mit einem *Theile* der Flächen der andern combiniren, noch viel weniger, dass eine oscillirende Combination zwischen den Flächen *einer und derselben* Form stattfinde; da es aber im Charakter der Hemiedrie liegt, jeder Hälfte ihre volle Selbständigkeit zu verleihen, sie zur eigentlichen Krystallform zu machen, so werden wir es eben so begreiflich finden, wenn nunmehr die Gleichwerthigkeit aller Flächen eines Holoeders bezüglich der oscillatorischen Combination und der daraus resultirenden Streifung aufgehoben erscheint

Ich erinnere hier vor Allem an die drei hemiedrischen Minerale Fahlerz, Kupferkies und Zinkblende. Die Beobachtung zeigt, dass der *eine* Halbflächner im Gegensatz zum *andern* gestreift ist. Bei den Fahlerz-Krystallen von Kapnikbanya z. B. ist nur *ein* Tetraeder *) durch $\frac{mOm}{2}$ trigonal gestreift, ebenso sind nur auf den Flächen des *einen* Sphenoids beim Kupferkies durch das *andere* erzeugte Dreiecke zu sehen, wodurch selbst bei vollkommen gleichmässiger Entwicklung der beiden Sphenoide das scheinbare Holoeder als Combination erkannt wird.

In ausgezeichneter Weise kann man den Zusammenhang zwischen Hemiedrie und Polyedrie an der Blende studiren. Bei den Krystallen der Combination $\frac{O}{2} . - \frac{O}{2}\ \infty O \infty$ habe ich gefunden, dass das *eine* Tetraeder selbst glatt, das *andere* trigonal, den Würfel parallel den abwechselnden Diagonalen seiner Flächen streift; diese Polyedrie hat man bei der Kapniker Blende, besonders an der schwarzen, wo in Folge dessen die gleichmässige Entwicklung beider Tetraeder ihre Differenz und Selbständigkeit nicht aufzuheben vermag (Fig. 25).

Die rhomboedrische Hemiedrie des Quarzes ist eine längst bekannte Erscheinung; sie äussert sich häufig durch eine ungleichmässige Ausdehnung der Flächen seiner hexagonalen Pyramide, so dass man jede P aus zwei Rhomboedern in Gegenstellung zusammengesetzt betrachtet; die geometrischen Verhältnisse können uns zwar die Hemiedrie andeuten, nicht aber ihre Wirklichkeit verbürgen, indem derartige Unregelmässigkeiten in der Entwicklung gleichwerthiger Flächen, wie schon gesagt, keine Seltenheit sind.

Nun ist $+ \frac{P}{2} = + R$ (p) durch $- \frac{P}{2} = - R$ (z), letzteres nicht auch durch ersteres gestreift, wodurch die Verschiedenheit

*) Es bleibt natürlich ganz unbestimmt, ob das *positive* oder *negative* Tetraeder, indem die durch zufällige krystallogenetische Verhältnisse bedingte Oberflächen-Beschaffenheit uns keinen Anhaltspunkt geben darf für eine diesbezügliche Unterscheidung und jede Annahme, welche hier gemacht würde, nur willkürlich und ohne allgemeine Giltigkeit sein könnte.

beider Halbflächner noch auffallender wird (Fig. 26 [a]); besonders fand sich diese Streifung bei *Amethysten*, ausserdem beobachtete ich auch an Amethysten und andern Quarz-Krystallen *horizontale* Streifen, gleichsam als Fortsetzung der prismatischen Polyedrie, auf $+R$, nicht aber auf $-R$ (Fig. 26 [b]).

Auch die rhomboedrische Tetartoedrie des *Dioptases* wird eigentlich erst durch die Streifung zweifellos, indem das selbständige Auftreten untergeordneter Flächen, welche die abwechselnden Combinationskanten zwischen Prisma und Rhomboeder abstumpfen, äusserst selten ist und eben deshalb wol auch als ungleichmässige Flächen-Entwicklung gedeutet werden könnte; dagegen fehlt die Streifung, parallel den alternirenden Zickzackkanten, auf den Flächen von $-2R$ nicht leicht, Ursache derselben ist aber die Hälfte eines Skalenoeders $-2R\frac{7}{6}$, mithin ein *Tritorhomboeder* (Fig. 27.)

Eine andere Seite der Bedeutung, welche die Combinations-Streifung für die Förderung des krystallographischen Studiums hat, liegt in der Möglichkeit, durch dieselbe *neue*, bisher *nicht selbständig* beobachtete Formen einer *Krystallreihe* aufzufinden. Und wie soll das möglich sein?

Wir haben schon im Verlaufe unserer Abhandlung Gelegenheit gehabt, zu bemerken, dass die Streifung einer Krystallform durchaus unabhängig ist von der freien, selbständigen Entwicklung der streifenden Gestalt, und dass in so ferne scheinbar einfache Krystalle mit Rücksicht auf die Polyedrie doch als Combinationen aufgefasst werden müssen. Ich erinnere an die vollkommen entwickelten Rhombendodekaeder des Magnetits, deren Rhomben sehr schön klinodiagonal gestreift sind, an die Würfel und Pentagondodekaeder des Schwefelkieses, an die Hexaeder des Fluorits, an die Prismen des Quarzes, welche so vielfältig durch Formen gestreift werden, die an den betreffenden Krystallen gar nicht zu sehen sind; und so kann es kommen, dass auch Formen, die sehr selten, vielleicht nie, frei auftreten, doch in der Streifung einen Ausdruck finden, wie die Rhomboeder der *dritten Art* beim *Dioptas*.

Der nicht gehörigen Würdigung oder gänzlichen Missachtung der oscillatorischen Combination und ihrer Folge, der Streifung, aber hat man es zuzuschreiben, wenn Formen von Krystallreihen so lange unbekannt geblieben, wie z. B. das Skalenoeder $\frac{4}{5}R\frac{6}{5}$ des Chabasits, das sich auch zuerst durch die Streifung verrathen hat. Als ich den *Aragonit* bezüglich seiner Zwillingsstreifungen untersuchte, fiel mir bei den schönen weingelben Krystallen von *Horschenz* eine ganz eigenthümliche Streifung in die Augen, die meine Aufmerksamkeit um so mehr in Anspruch nahm, als mir dieselbe durch oscillatorische Combination der bekannten Formen aus der Krystallreihe des Aragonits nicht erklärlich schien. Dass diese Streifung aber wirklich eine durch Combination und nicht durch Spaltbarkeit oder Zwillingsbildung hervorgerufene war, dafür bürgte mir einerseits das Vorhandensein von Erhöhungen und Vertiefungen, andererseits die blos oberflächliche Verbreitung derselben, was bei der Durchsichtigkeit der Krystalle leicht zu konstatiren war.

Die beiden untersuchten Individuen stellten die Combination $\infty P . \infty P\breve{\infty} . P\breve{\infty}$ dar, unter diesen Formen nun war $P\breve{\infty}$ durch höhere $mP\breve{\infty}$ horizontal gestreift (Fig. 28), von den Flächen von ∞P nur ein Theil, längs der Combinationskante mit $\infty P\breve{\infty}$, etwas schief und sehr fein gestreift; diese Polyedrie, stamme sie von was immer für einer Form, ist undenkbar ohne die Annahme der Ungleichwerthigkeit des gestreiften und glatten Theiles der prismatischen Fläche, die Folge davon ist aber, dass die gestreifte Parthie einem anderen Prisma angehört, das gemäss seiner Lage ein $\infty P\breve{n}$ sein wird; der Combinations-Kantenwinkel dieses Prismas mit dem ∞P ist allerdings so wenig von 180^0 entfernt, dass es eben der Streifung bedurfte, um darauf aufmerksam zu machen. Schauen wir nun auf die Flächen von $\infty P\breve{\infty}$, so finden wir dieselben durch Streifensysteme in *drei* Längszonen geschieden, von denen die äusseren schief, die mittleren horizontal gestreift sind.

Aus den nämlichen Ursachen, wie oben, müssen wir auch hier, von der Gleichwerthigkeit dieser Zonen absehend, die beiden extremen wieder einem $\infty P\breve{n}$ zuschreiben, dessen n grösser ist, als das des früher erwähnten, während die mittlere Fläche allein dem $\infty P\breve{\infty}$ angehört. Die Streifung wird auf allen diesen Flächen durch ein $mP\breve{\infty}$ ($P\breve{\infty}$) verursacht. Die beiden $\infty P\breve{n}$ aber dürften für den Aragonit neu sein, wenigstens erwähnt sie das ausführliche und umfassende Werk *Schraufs*, der Atlas der Krystallformen, nicht.

Eine interessante Erscheinung boten mir auch einige *Bergkrystalle* von *Marmarosch* durch eine Fiederstreifung auf ihren pyramidalen Flächen, ähnlich der des Chabasits (Fig. 29). Die beiden Streifensysteme, welche sich in der Höhenlinie der Trigone treffen, sind nicht parallel den Polkanten der P, sondern nach oben hin ein wenig davon divergirend, nach unten bleibt ein kleiner dreieckiger Raum von der Streifung verschont; oft reducirt sich die ganze Polyedrie auf die erhöhte Mittellinie und die zwei untersten Fiederstreifen. Wie können wir uns nun eine solche Zeichnung erklären?

Wenn wir bedenken, dass diese Streifungen, deren Entstehung weder in Blätterbrücken, noch in Zwillingsbildung, sondern lediglich in der Combination zu suchen ist, sich nicht nur auf *alternirenden*, sondern auch auf *korrespondirenden*, *benachbarten* Flächen vertheilen, so liegt es nicht ferne, in denselben die Wirkung der oscillatorischen Combination einer mPn mit P zu erblicken, welche dihexagonale Pyramide sich auch stetig combinirt, dann nämlich, wenn die Streifen verschwunden sind und nur eine sehr stumpfe Kante die Fläche von P halbirt. Dagegen könnte man einwenden, die Fiederstreifung sei, ähnlich wie beim Schwerstein, durch Vereinigung einfacher Polyedrien in Folge Zwillingsbildung entstanden. Abgesehen davon, dass unter dieser Voraussetzung die Streifung durch bereits bekannte Halbflächner des Quarzes eine entgegengesetzte Richtung annehmen, das heisst, nach oben divergiren müsste, entkräftet schon die genaue Coincidenz beider Streifensysteme gegen die Mittellinie jenen Einwurf; dazu kommt noch der Umstand, dass ich bei allen jenen Krystallen, auf welchen sich die besprochene Polyedrie zeigte, nirgends auch nur eine schwache Spur einer Zwillingsnaht wahrnehmen konnte, deren Auffindung bekanntlich bei einiger Sorgfalt nicht schwer fällt, zumal auf den prismatischen Flächen; es scheint mir also obige Annahme einer zwölfseitigen Pyramide die ungezwungenste und natürlichste, obwol ich die Möglichkeit nicht bestreiten will, dass aus einer äusserst regelmässigen und glücklichen Verwachsung enantiomorpher Individuen jene Streifung resultiren könne, es entstünde dann mPn aus den beiden Skalenoedern $+\frac{mPn}{2}$ und $-\frac{mPn}{2}$. Möge sich aber die Sache verhalten wie immer, die Krystallform, durch welche jene Fiederstreifung erzeugt wurde, ist zum Mindesten mit Rücksicht auf ihre Coefficienten in der Krvstallreihe des Quarzes neu.

Allein nicht nur zur Entdeckung neuer Formen kann uns die oscillirende Combination verhelfen, sie vermag es mitunter, selbst über den *Systemcharakter* der Krystalle Aufschluss zu geben. Wie oft begegnen wir nicht in der Natur Krystallformen, die uns über ihr System in Zweifel lassen.

Ich will gar nicht sprechen von den Schwierigkeiten, welche aus mannigfaltigen Verzerrungen der Gestalten erwachsen, wodurch oft der eigentliche Charakter des Systems gänzlich verleugnet wird, es bedarf ihrer gar nicht, um doch dem Krystallographen die Entscheidung schwer zu machen. Die Beziehungen der Krystallformen verschiedener Systeme sind so inniger Natur, dass oft eine kleine Aenderung in der Aufstellung genügt, um sofort einen Wechsel im System herbeizuführen und selbst einer und derselben Lage können in Folge besonderer Entwicklung der Combination mehrere Systeme entsprechen. Die Streifung aber, als nothwendige Folge der oscillatorischen Combination, steht in einem so gesetzmässigen Verbande mit der Natur der Formen und Flächen, sie ist nicht unterworfen jeglicher Veränderung und Unregelmässigkeit. Je mehr wir uns also ihrer Betrachtung hingeben, je tiefer wir ihre Verhältnisse erfassen werden, desto grösser wird auch der Vortheil ausfallen, den wir daraus schöpfen. Die Streifung hat uns bereits früher einmal verzerrte Combinationen (Galenit, Pyrit) gelöst, sie hat ferner den

Unterschied geometrisch übereinstimmender Flächen (Apophylit vom Banat) nachgewiesen, durch sie konnte einer Verwechslung von Granatkrystallen mit anderen ähnlichen Formen vorgebeugt werden; in allen diesen Fällen hat uns aber die Streifung zugleich über den Charakter des Systems vergewissert.

Ein anderes Beispiel gibt uns der *Harmotom*. Dieses Mineral gehört zu den sog. *systemreichen*, indem es nicht weniger als vier Systemen eingereiht wurde. Der Harmotom ist aber auch durch seine Streifungen ausgezeichnet, deren Betrachtung nicht ohne Interesse sein wird. Nehmen wir vorderhand *rhombische* Krystallformen an, so sind (Fig. 30) die Flächen der Pyramide und des Brachydomas oben und unten parallel ihren Combinationskanten gestreift; diese einseitige Streifung von P widerspricht offenbar dem Wesen des tetragonalen Systems, das immer eine Fiederstreifung bedingen würde, selbst wenn man sich den Mangel zweier Flächen der dem Brachydoma substituirten Deuteropyramide durch ungleichmässige Flächenentwicklung erklären wollte; dazu kommt nun die Streifung des $\infty P \bar{\infty}$, welche durch P erzeugt wird und dem $\infty P \breve{\infty}$ abgeht, letztere Form ist vielmehr entweder ganz glatt oder durch $P \breve{\infty}$ horizontal gestreift (Harz); die Ungleichwerthigkeit dieser beiden pinakoidalen Flächen äussert sich oft auch noch dadurch, dass die Flächen $\infty P \breve{\infty}$ rauh geworden sind durch einen Ueberzug von Pyrit-Kryställchen, der die $\infty P \bar{\infty}$-Flächen verschont (ich habe dieses Verhältniss an einer schönen Druse vom Harz beobachtet). Eine solche Verschiedenheit von Flächen, welche doch unter Voraussetzung *tetragonaler* Formen zu einer und derselben Gestalt, dem ∞P, gehören müssten, ist aber mit dieser Voraussetzung selbst *unvereinbar*, denn gleichwerthige Flächen sind auch in derselben Weise gestreift.

Nun noch etwas über den röthlichen Analcim von Fassa, dessen Krystalle die Combination $\infty O \infty . 2O2$ in vollem Gleichgewicht repräsentiren. Nicht geringe Ueberraschung machte mir die Entdeckung von Streifen, welche auf den Quadraten diagonal verlaufen. Diese Streifung verdient trotz ihrer Einfachheit ganz besondere Aufmerksamkeit, in so ferne, als sie durch die Formen des *tesseralen* Systems *nicht* gedeutet werden kann (Fig. 31). Leider war mir eine Untersuchung nur an zwei einzigen aufgewachsenen Krystallen möglich und konnte ich nur bemerken, dass die Streifen auf zwei benachbarten Hexaederflächen parallele und über eine Würfelkante hinweg fortlaufende Richtung behaupten, wie das eben die Zeichnung versinnlicht.

Eine solche Polyedrie würde sich im tetragonalen Systeme durch oscillatorische Combination eines $\infty P n$ mit $\infty P \infty$ und oP mit $\frac{mP\infty}{2}$, im rhombischen auch durch $\infty P\breve{n}$, $mP\breve{\infty}$ u. s. w. leicht ergeben. Diese Anomalie der Streifung sei als ein weiteres Bedenken hinzugefügt denjenigen, welche seinerzeit *Brewster* und *Des-Cloizeaux* gegen die tesserale Natur des Analcim geltend gemacht.

Wir hätten nun die Beziehungen der oscillirenden Combination zu den einfachen Krystallen kennen gelernt und es erübrigt noch, mit einigen Worten der Bedeutung zu gedenken, welche sie für die *Zwillingsbildung* hat.

Es wurde schon hingewiesen auf die Modificationen, denen bei der Verbindung von Individuen die Combinationsstreifung unterworfen ist; es wurde auch angedeutet, dass *individuelle* Verschiedenheiten der Streifensysteme es sind, welche die Unterscheidung einer solchen Combination von ähnlichen an und für sich zusammengesetzten Polyedrien ermöglichen. Von diesen Prinzipien geleitet, werden wir im gegebenen Falle im Stande sein, über die Natur einer zusammengesetzten Streifung ein entscheidendes Urtheil zu fällen; hiemit ist aber dann schon die Frage gelöst, ob der vorliegende Krystall ein einfacher oder ein Zwilling ist. Die Streifung kann also den Beweis liefern für die Zwillingsbildung, aber noch mehr, sie erklärt auch die *Gesetze* derselben. Es würde mitunter gewiss keine Leichtigkeit gewesen sein, einen Zwilling als solchen zu erkennen, viel Zeit und Mühe würde es gekostet haben, bis wir uns diese Erkenntniss verschafft hätten, ja man würde manche Zwillingsbildung dort nicht geahnt haben, wo sie doch vorhanden ist, wenn die Streifung gefehlt hätte, durch deren Beachtung wir leicht und schnell unser Ziel erreicht haben. Es gilt das besonders von jenen Verwachsungen, welche äusserlich vollkommen den Eindruck eines *einfachen* Individuums machen; hierher gehören die *Penetrationszwillinge* des Scheelits, Aragonits, Chrysoberylls, Harmotoms, Phillipsits u. s. w. Bei diesen allen fallen die Flächen der einzelnen Individuen in *eine* Ebene und wird die Unterscheidung der *Zwillingsnaht* erst durch das Zusammentreffen der verschiedenen Streifensysteme möglich.

Besondere Vorliebe zu derartigen Verwachsungen zeigen die Krystalle des Quarzes, da aber die Streifung hier eine horizontale ist, so kann es selbstverständlich nicht zur Bildung einer Mittellinie kommen, trotzdem erkennt man leicht die Zwillingsfuge an der *Entwicklungsdifferenz* der Polyedrie, indem es nicht leicht denkbar ist, dass die oscillatorische Combination zweier Individuen vollkommen gleiche Intensität besitze (Fig. 32).

Gerade diese Abweichung, diese Nichtcoincidenz der Streifen scheint beim Harmotom für die Annahme Des-Cloizeaux's zu sprechen, der, gestützt auf optische und krystallographische Untersuchungen, jene Krystalle, die man für gewöhnlich als rhombische Combination $\infty P\bar{\infty} . \infty P\breve{\infty} . P . P\breve{\infty}$ deutet, für Durchkreuzungszwillinge des *monoklinen* Systems hält, die rhombische Polyedrie auf dem $\infty P\breve{\infty}$ würde dann aus der Combination der bei jedem Individuum einfachen prismatischen Streifung dieser Fläche resultiren (Fig. 33).

Gerade hier erinnere ich mich eines ganz eigenthümlichen Pyritvorkommens bei *Vlotho* unweit Preussisch-Minden. Die Krystalle zeichnen sich zwar nicht durch ihre Form — es sind nur einfache Würfel — wol aber durch ihre Polyedrie aus, welche in Fig. 34 wiedergegeben ist. Wie können wir uns nun eine solche Streifung erklären?

Ist es möglich, dass sie *ausschliesslich* das Ergebniss oscillatorischer Combination irgend welcher tesseraler Formen sei? Eine kurze Ueberlegung wird die Unzulässigkeit dieser Ansicht bestätigen, zugleich aber auch die einzig richtige Erklärung darin finden, dass man diese Streifung als eine durch Zwillingsbildung combinirte auffasse. Die Beachtung der Streifung allein war es hier, welche aus einem scheinbar *einfachen* Krystalle einen *Durchkreuzungszwilling* gemacht; es sind zwei durch das $\frac{\infty On}{2}$ gestreifte Würfel, die sich so verbunden haben, dass die Hemieder sich zum Holoeder ergänzen. Je mehr nun die hemiedrischen Formen in der Combination mit dem Hexaeder zur Geltung kommen, desto mehr nähert sich der Habitus des Zwillings dem sog. „eisernen Kreuze", bei welchem der Würfel ganz untergeordnet erscheint.

Mit einfachen Krystallen können aber auch Contactzwillinge verwechselt werden, wie z B. die Herrengrunder Zwillinge und Drillinge des Aragonits, wo auch die basische Streifung sofort die Unterscheidung gibt.

Aus der Combinationsstreifung lässt sich, wie schon gesagt, nicht nur die *Wirklichkeit* der Verwachsung ermitteln, sondern eben so leicht ihr *Gesetz*. Da die schwingende Combination immer zwischen bestimmten, uns bekannten Formen stattfindet, da also die Lage und die Richtung der *Streifen* zu den Flächen eine constante ist, so dienen sie uns gleichsam als *Zeiger* für diese Flächen und wir können aus den Winkeln, welche die Streifensysteme miteinander bilden, aus den Sutturen derselben mitunter auf sehr einfachem Wege die Art und Weise der Verwachsung, mithin *Zwillingsebene* und *Zwillingsaxe* bestimmen.

Treffende Beispiele hiefür liefern Aragonit, Chrysoberyll, Markasit, Arsenkies u. s. f. Beim erstgenannten findet man nicht so selten Zwillinge wie Fig. 35. Da der Winkel α 116°10′ misst, so könnte eine Verwechslung der prismatischen Flächen mit den pinakoidalen erfolgen und der Zwilling als einfaches Individuum betrachtet werden; die *brachydiagonale Streifung* aber beugt nicht nur dem vor, sondern sie lehrt auch die Gesetze der Verbindung kennen, denn, da die Streifensysteme einen Winkel von 116°10′ bilden, so muss eine Fläche von ∞P Zwillingsebene sein, weil wir wissen, dass der ∞P-Winkel diesen Werth hat.

Bei den Zwillingen des Chrysoberylls beträgt der Winkel der makropinakoidalen Streifen $59^{0}46'$, welcher Winkel zu einem $3P\breve{\infty}$ gehört, mithin ist eine Fläche dieses Domas Zwillingsebene; ebenso schliessen wir aus den Winkeln, welchen die brachydomatischen Polyedrien beim Arsenkies und Speerkies bilden, nämlich dort $111^{0}12'$, hier $106^{0}5'$ nothwendig auf eine Fläche von ∞P als Zwillingsebene, denn jene Winkel sind ja dem ∞P der betreffenden Species eigen. Wenn die Zwillingsebene am Krystall auch als selbständige Fläche ausgebildet ist, dann genügt zu deren Bestimmung die Beobachtung, mit welcher Krystallfläche die Streifungsnaht parallel läuft. Das Zustandekommen einer Mittellinie drückt oft schon das Gesetz aus, welches der Zwillingsbildung zu Grunde liegt (Tungstein).

Bei mehrfach zusammengesetzten Krystallen sind die Ansichten bezüglich der Art und Weise ihrer Verwachsung oft getheilt; so gilt den *Einen* das als ein Sechslings-Krystall, was *Andere* für einen Drilling halten. Betrachten wir zu diesem Behufe die sog. *Alexandritkrystalle* des Chrysoberylls. Während dieselben nach *v. Kokscharow Drillinge* sind, wobei sich die einzelnen Individuen gleichsam durchdrungen haben, nimmt *Frischmann* an, jeder solcher Krystall bestehe aus *sechs Zwillingen* mit dem $\infty P\breve{\infty}$ als Zusammensetzungsfläche. Die Streifung des $\infty P\bar{\infty}$ kann auch hier für das Eine oder Andere sprechen. Es dreht sich offenbar die Meinungsverschiedenheit um *Penetration* und *Juxtapoſition;* hat wirklich erstere stattgefunden, dann müssen die Streifen in je zwei diametral gegenüberliegenden Ausschnitten aa, bb, cc (Fig. 36) genau *zusammenfallen*, denn sie gehören ja *einem und demselben* Individuum an und sind nur durch die Penetration der andern Individuen unterbrochen worden; bestätigt sich diese Identität der Streifensysteme *nicht*, nun so müssen wir Juxtaposition voraussetzen.

Ganz analoge Verhältnisse ergeben sich beim Aragonit u. a. m. Die vollkommene Uebereinstimmung der Zeichnungen in je zwei gegenüberliegenden Feldern der Hexaederfläche des Eisenkieses (Fig. 34), die Verschiedenheit derselben in den anliegenden, das rechtwinklige

Zusammenstossen aller Streifen, dies Alles bezeichnet so klar und deutlich die Gesetze, welche jene Zwillingsbildung beherrschen.

An diese Besprechung der krystallographischen Bedeutung der oscillatorischen Combination lassen sich noch einige Worte knüpfen, welche deren Stellung zu den *optischen* Erscheinungen beleuchten sollen. Bekannt sind die innigen Beziehungen, welche zwischen optischem Verhalten und äusserer Gestaltung der *Quarzkrystalle* walten und diese Abhängigkeit der optischen Natur von der krystallographischen Entwicklung kann uns sehr zweckdienlich werden, wenn es sich um Anfertigung *rechts-* und *linksdrehender* Platten handelt, denn in Ermanglung eines solchen äussern Kennzeichens würde das Gelingen unserer Arbeit dem Zufall überlassen bleiben.

Die Bestimmung nun, welcher *Art* ein Krystall sei, geschieht gewöhnlich durch Berücksichtigung der Lage der Trapezflächen zu den pyramidalen, nun aber fehlen sehr häufig die Flächen des Plagieders, dafür sind die der trigonalen Pyramide, die sog. „Rautenflecke", entwickelt; da letztere aber weder der einen noch der andern P-Fläche zugeneigt sind, sondern eine normale Zwischenstellung behaupten, so bietet uns ihre relative Lage keinen Anhaltspunkt für die Entscheidung, ob sie rechts- oder linksgebildet sind, es sei denn, wir könnten aus der *vorherrschenden* Entwicklung der Flächen von $+R$ (p) im Vergleiche zu denen von $-R$ (z) die Orientirung gewinnen; allein dies wird schon in Anbetracht der höchst ungleichmässigen Flächenausdehnung, welche beim Quarz so allgemein eintritt, oft unmöglich sein, um von jenen Fällen gar nicht zu sprechen, wo eine Differenzirung der Pyramide in zwei Rhomboeder überhaupt nicht stattgefunden. Wenn nun alle anderen Unterscheidungsmittel versagen, so kann doch eine gewöhnlich deutlich erkennbare *Streifung* auf $\frac{2P2}{2}$ noch entscheiden; es ergibt sich dieselbe aus der oscillirenden Combination von $\frac{2P2}{2}$ mit $+R$ und aus der Richtung der Streifen, welche immer parallel einer Rhombenkante sind, können wir unmittelbar die Bildung des Krystalls erschliessen, indem bei *rechtsdrehenden* Individuen die Streifen von *rechts oben* nach *links unten*, bei *linksdrehenden* von *links oben* nach *rechts unten* verlaufen.

Eine andere Seite der optischen Bedeutung der oscillatorischen Combination gewinnen wir aus der Betrachtung ihrer Beziehung zum *Asterismus*. Möge die Ursache des Asterismus immerhin in polysynthetischer Verwachsung, in regelmässiger Interponirung kleiner Krystalle gesucht werden, so darf man hiebei doch nie vergessen, dass es auch *äussere Flächenstreifung* sein kann, welche diese Erscheinung veranlasst und diese Ansicht hat sich auch seit dem Erscheinen der Abhandlung *v. Kobell's* über den Asterismus und die Brewster'schen Lichtfiguren mehr und mehr Bahn gebrochen.

Werden in eine polirte, spiegelnde Fläche parallele Linien eingravirt, so reflektirt dieselbe nicht mehr ein einziges Bild eines leuchtenden Gegenstandes, z. B. einer Kerzenflamme, sondern eine ganze Kette in gerader Richtung sich folgender Flammenbilder; die nothwendige Folge davon ist, dass an Stelle eines Lichtpunktes eine Lichtlinie getreten, welche rechtwinklig die parallelen Streifen der Spiegelfläche kreuzt. Jedem Liniensystem auf der glatten Fläche wird eine Lichtlinie entsprechen, so dass die Gestalt der Lichtfigur lediglich von der Art der Streifung abhängig sein wird. Ganz dieselben Erscheinungen ergeben sich bei *transmittirtem* Lichte; es ist also natürlich, dass mån bei Betrachtung einer Kerzenflamme durch die horizontal gestreiften Prismaflächen des Quarzes eine Lichtlinie erblickt, welche mit der Hauptaxe parallel ist; bei pelluciden Apatit-, Beryll-, Turmalin-Krystallen, deren Säulen vertical gestreift sind, sieht man auch einfache zur Hauptaxe senkrechte Lichtstreifen, und so zeigen alle mit einfachen Polyedrien versehenen Krystalle, seien sie pellucid oder nicht, eine zu ihrer Streifungsrichtung rechtwinklige Lichtlinie.

Zusammengesetzte Streifungen dagegen erzeugen auch mehrere Lichtsreifen, welche sich unter verschiedenen Winkeln treffen, durchkreuzen u. s. w.; so sieht man durch manche Quarzsäulen nicht einen, sondern zwei oder mehrere parallele Lichtstreifen, es deutet das offenbar auf Zwillingsbildung. Der Chabasit zeigt zwei Lichtlinien, welche einen Winkel bilden, der das Supplement desjenigen ist, in welchem die Streifensysteme zusammenstossen; die trigonal gestreiften Oktaederflächen des Magnetits reflektiren einen dreistrahligen Stern, dessen Radien den Höhenlinien der Dreiecke entsprechen, die Würfelflächen des Pyrits ein rechtwinkliges Kreuz in der Richtung der Diagonalen, ebenfalls ein rechtwinkliges, aber normal gestelltes Lichtkreuz sieht man bei gewissen Flussspath-Würfeln im transmittirten Lichte.

Komplicirtere Lichtfiguren haben wir am Pyrit und Apophyllit zu verzeichnen. Auf den $\infty O \infty$-Flächen des ersteren wird oft ein sechsstrahliger Stern sichtbar (Fig. 37), der in der Combinationsstreifung, welche oben (Fig. 7) abgebildet ist, seine Erklärung findet. Die tafelartigen Apophyllit-Krystalle von der Seiseralpe dagegen, deren Polyedrie bereits besprochen wurde, sind beim Durchsehen mit einem achtstrahligen Lichtstern geziert (Fig. 38). Eine andere eigenthümliche Lichtfigur bieten uns die durchsichtigen Alexandrit-Krystalle, wobei die durch wiederholte Zwillingsbildung combinirten Streifensysteme (Fig. 36) Lichtlinien bedingen, welche sich so vereinigen, dass sie die Umrisse eines Hexagons darstellen.

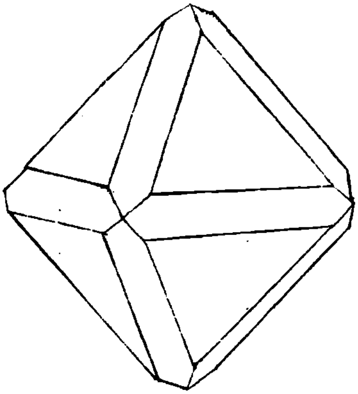
Und so liessen sich noch manche Beispiele vorbringen, wir glauben jedoch, das Gesagte werde genügen, um den innigen Zusammenhang der oscillatorischen Combination und des Asterismus einigermassen zu beleuchten.

Hiermit wären wir auch am Schlusse unserer Arbeit; sie hat uns Einsicht verschafft in ein in mancher Beziehung noch dunkles Gebiet, sie hat uns von dem Werthe überzeugt, der einer scheinbar geringfügigen und zufälligen Oberflächenerscheinung innewohnen kann, sie hat gezeigt, dass man sich durch Missachtung selbst des Geringsten den Weg zu weiteren, vielleicht nicht werthlosen Entdeckungen verschliessen könnte!

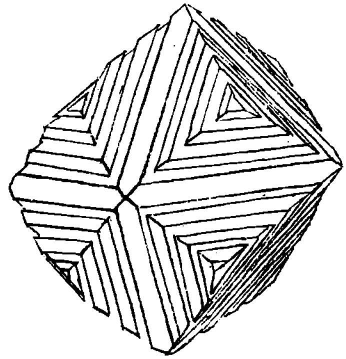
Die oscillatorische Combination der Krystallformen, so einfach ihr Prinzip ist, entwickelt nichts destoweniger eine solche Mannigfaltigkeit in ihrer Erscheinungsweise, und selbst auf die Gestalt der Krystalle konnte ihre Rückwirkung nicht ausbleiben. Zur vollen Erkenntniss ihres Werthes konnte nicht so sehr die Betrachtung ihrer Morphologie, als vielmehr eine Würdigung ihrer Verhältnisse zur Krystallographie führen und wir glauben dieser Aufgabe durch unsere Schilderung entsprochen zu haben. Im Verlaufe derselben wurde der Vortheile gedacht, welche aus dem Studium der Combinationsstreifung für die Bestimmung des Krystallsystems, für die Vervollständigung und Charakterisirung der Krystallreihe, für die Entwicklung zweideutiger und verzerrter Combinationen gewonnen werden können; es wurde darauf hingewiesen, dass diese Streifung es sei, durch welche oft die Zwillingsbildung constatirt und ihre Gesetze ermittelt werden, es wurde endlich auch nicht vergessen ihrer Bedeutung zu den optischen Erscheinungen der Krystalle.

Und so übergebe ich denn diese Abhandlung, als einen kleinen Beitrag zum Studium der Krystalle, dem angehenden Mineralogen. Möge daraus der Forschungsgeist neue Anregung schöpfen zu weiterem Schaffen und möge dieser Wirksamkeit dann eine reichliche, für die Wissenschaft schätzbare Ernte erwachsen!

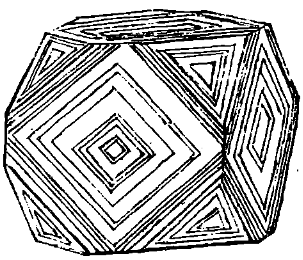
1.



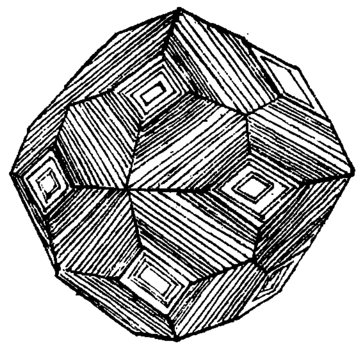
2.



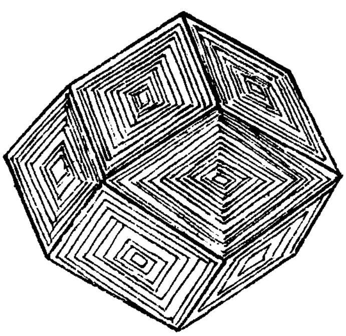
3.



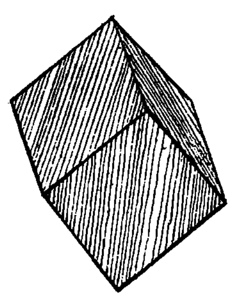
4



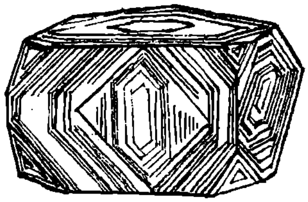
5



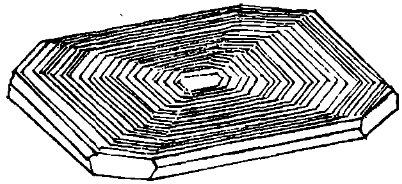
6



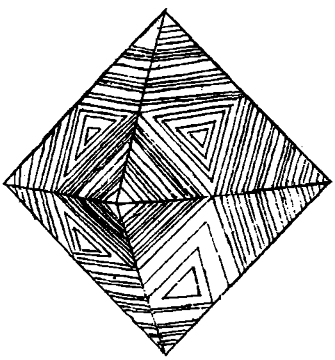
7.



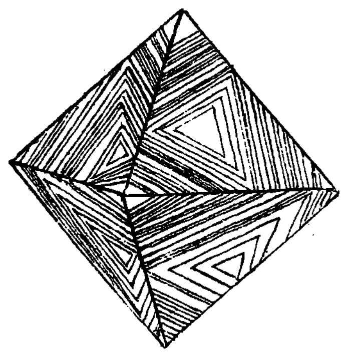
8



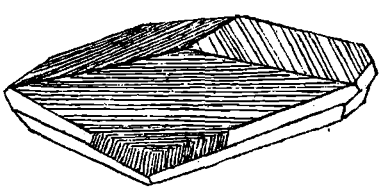
9.



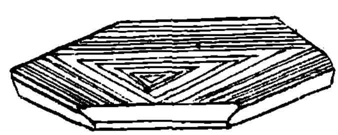
10.



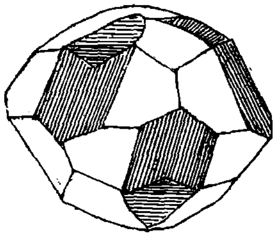
11.



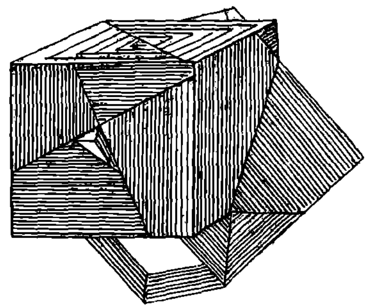
12.



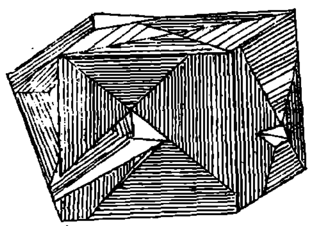
13.



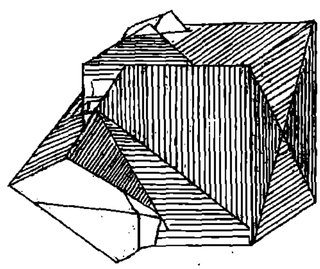
14.



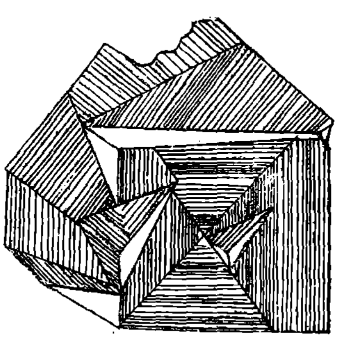
15.



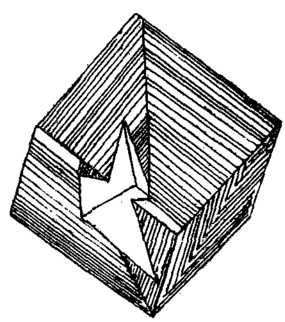
16



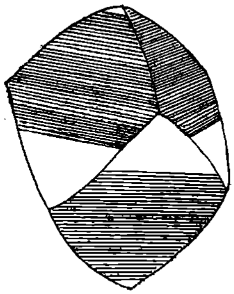
17



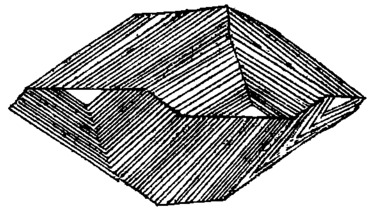
18.



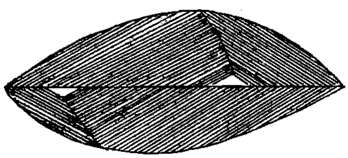
19



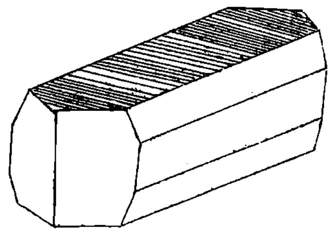
20.



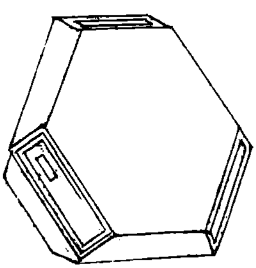
21.



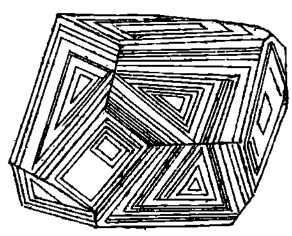
22.



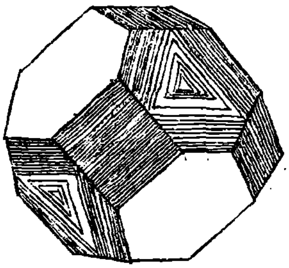
23.



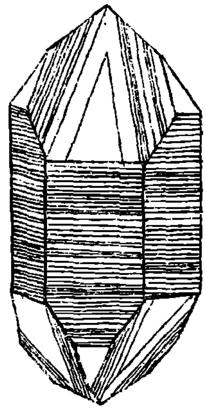
24.



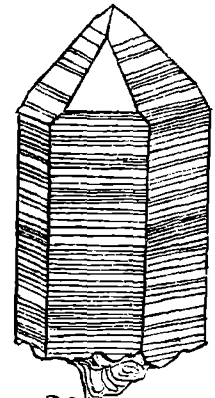
25.



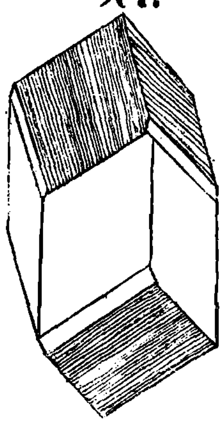
26.a



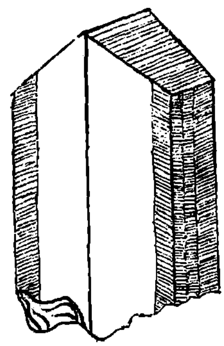
26.b



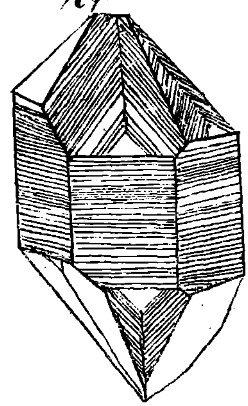
27.



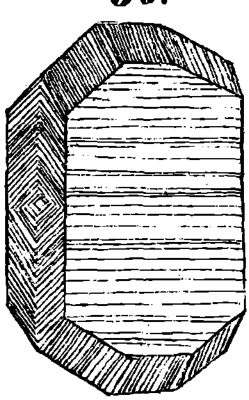
28.



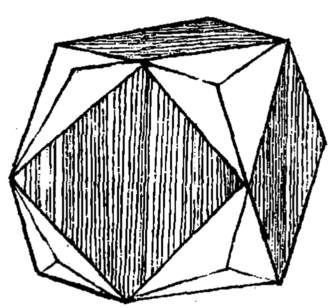
29.



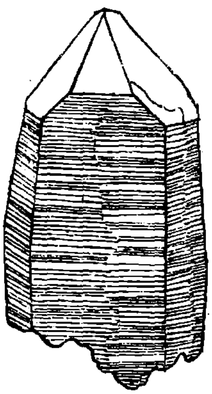
30.



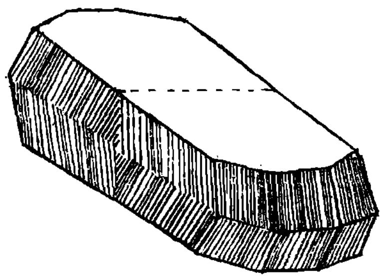
31.



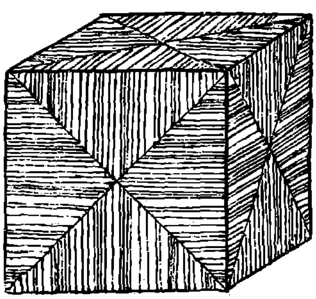
32.



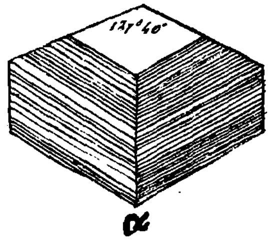
33.



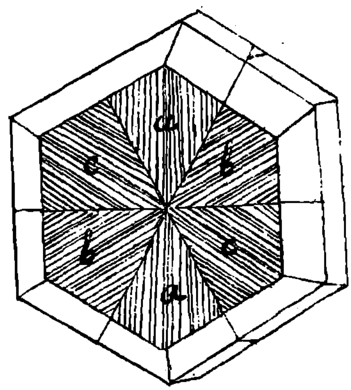
34.



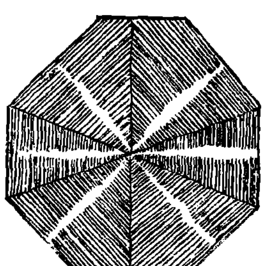
35.



36.



37.



38.