



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Elemente der Mineralogie**

**Naumann, Carl Friedrich**

**Leipzig, 1901**

§. 65. Unregelmässigkeiten der Krystallformen

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84232](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84232)

bezeichnet; dieser Name war nicht glücklich gewählt, denn Polyëdrie, d. h. Umgrenzung von vielen ebenen Flächen, ist eine Eigenschaft aller Krystalle, welche gerade deshalb allgemein als Polyëder definirt werden. *Websky* will nur dann, wenn die Abweichungen der Neigungsverhältnisse gewisser Flächen von den mit ihnen in Verbindung gebrachten theoretischen Werthen in einer analogen Abweichung der inneren Structur, insbesondere in einer Zwillingsbildung ihren Grund haben, von einer Polyëdrie reden, und bezeichnet anderseits als vicinale Flächen denjenigen Complex von verschiedenen, einander und einer bekannten wohlausgeprägten sehr nahe liegenden Flächen, dessen Vorhandensein eine blose Oberflächenerscheinung ist<sup>1)</sup>. Diesen Flächen sind complicirte krystallographische Zeichen eigen, welche indess nur wenig von einfachen Zeichen abweichen. Die Triakisoktaëder  $mO$  sind vicinal dem Oktaëder, wenn die Coëfficienten  $m$  der Einheit sehr nahe stehen, z. B.  $\frac{4}{11}$ ,  $\frac{1}{7}$ ,  $\frac{1}{2}$ ; vicinal dem Rhombendodekaëder, wenn  $m$  einen sehr hohen Werth hat; das Skalenoëder  $\frac{1}{2}R$  ist z. B. dem Rhomboëder  $R$ , das Makrodoma  $\frac{1}{6}P$  der Basis  $OP$ , das Brachyprisma  $\infty P$  dem Grundprisma  $\infty P$  vicinal. Solche vicinale Flächen bieten z. B. der Diamant, Granat, Adular, Aragonit u. viele a. Mineralien dar. *Websky* hat am Adular, *v. Zepharovich* am Aragonit, *Grünhut* am Topas beobachtet, dass die Symbole vicinaler Flächen häufig gleiche Factoren aufzuweisen haben; bei letzterem findet sich z. B. in der Prismenzone die Reihe  $\infty P \frac{2}{3}$ ,  $\infty P \frac{3}{5}$ ,  $\infty P \frac{4}{7}$ ,  $\infty P \frac{5}{9}$ , in welchen den die Axenschnitte ausdrückenden Verhältnisszahlen sämmtlich der Nenner 25 gemeinsam ist. Eine andere Prismenreihe, deren Verhältnisszahlen sämmtlich auf das allgemeine Zeichen  $\frac{n}{n-1}$  führen, ist beim Topas:  $\infty P \frac{2}{3}$ ,  $\infty P \frac{3}{4}$ ,  $\infty P \frac{4}{5}$ ,  $\infty P \frac{5}{6}$ .

Die Brachydomen des Topases  $\frac{2}{3}P$ ,  $\frac{3}{4}P$ ,  $\frac{4}{5}P$ ,  $\frac{5}{6}P$  stehen in dem Verhältniss, dass die Zähler der hier auftretenden Brüche, sofern man sie auf gleichen Nenner 9 bringt, eine arithmetische Reihe bilden. — *Hintze* gibt der Ansicht Raum, dass die Vicinalflächen nicht sowohl von irgend einer Rationalität abhängig sind, dass ihre Gesetzmässigkeiten sich nicht in den Parametern abspiegeln, sondern eher in den Neigungen selbst, also direct in den Winkeldifferenzen liegen.

Unechte Flächen, welche bisweilen wegen ihrer Glätte oder Streifung u. s. w. den wirklichen zum Verwechseln ähnlich sind, entstehen, wenn ein wachsender Krystall einen anderen bereits vorhandenen als Hinderniss antrifft und an diesem eine ganz zufällig verlaufende Contactebene abformt, welche dann noch desto mehr wie eine eigenthümliche Krystallfläche aussehen kann, wenn vielleicht der vorhanden gewesene Krystall später weggeführt worden ist. An Quarz-Individuen finden sich so vielfach die Flächen benachbarter Kalkspathkrystalle mit grosser Vollkommenheit ausgeprägt.

§ 65. **Unregelmässigkeiten der Krystallformen.** Es kann die Streifung und es muss die Krümmung der Krystallflächen schon eine mehr oder weniger auffallende Verunstaltung der ganzen Form bedingen; allein die meisten Unregelmässigkeiten der Formen können bei völlig ebener und stetiger Ausdehnung der Flächen vorkommen. Es gehören dahin besonders folgende Erscheinungen:

1) Ungleiche Centraldistanz gleichwerthiger Flächen. Die Flächen einer und derselben Form oder Partialform können nur dann die für sie geforderte Gleichheit und Aehnlichkeit der Figur besitzen, wenn sie in gleichen Abständen vom Mittelpunkt des Krystalls ausgebildet sind; anderenfalls werden sie nicht nur

<sup>1)</sup> Auch *Tschermak* will den Ausdruck Polyëdrie auf die betreffende Erscheinung bei den verzwilligten mimetischen Krystallen (vgl. § 64) beschränken, bei welchen sie dadurch zu Stande kommt, dass die einzelnen Felder oft verschiedenen Individuen angehören, welche nahezu in derselben Fläche endigen. Alsdann verhalte sich die Polyëdrie zu dem Auftreten der Vicinalflächen, wie die Zwillingsstreifung zur Combinationsstreifung (Lehrb. d. Miner. 1894. 405).



von ungleicher Grösse, sondern auch mit ganz anderer Figur erscheinen, als sie ihnen eigentlich zukommt, wodurch dann auch die Totalform des Krystalls mehr oder weniger entstellt werden muss. Da nun die Ungleichheit der Centraldistanz



Fig. 284.

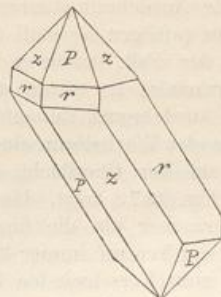


Fig. 285.

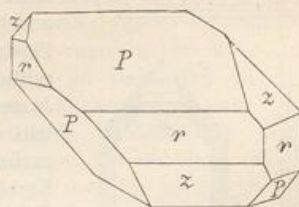


Fig. 286.

in Folge einer nicht allseitig gleichmässig erfolgten Lösungszufuhr eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist, so begegnet man auch sehr häufig den so bedingten Abweichungen von der Regelmässigkeit der Ausbildung. Dadurch wird jedoch die, auch in ihrer physikalischen Beschaffenheit sich offenbarende völlige Gleichwerthigkeit aller Flächen einer und derselben Form nicht aufgehoben.

Man muss sich also eine jede Krystallfläche als parallel mit sich selbst beweglich vorstellen. Gewöhnlich erscheinen die dadurch erzeugten Unregelmässigkeiten als einseitige Verlängerungen oder Verkürzungen der Formen nach einer der Axen, nach einer Kante, oder nach irgend einer anderen krystallographisch bestimmten Linie, wodurch in manchen Krystallsystemen und namentlich im regulären System so auffallende Verzerrungen entstehen können, dass es nicht selten grosser Aufmerksamkeit bedarf, um den wahren Charakter des Systems zu erkennen. Ein Würfel, durch irreguläres Wachstum nach einer Hauptaxe verlängert, sieht aus wie ein tetragonales Prisma mit  $0P$ ; nach einer Axe verkürzt, wie die tetragonale Comb. von  $\infty P$  und stark entwickeltem  $0P$ ; nach allen 3 Axen ungleich ausgedehnt, wie die Comb. der 3 rhombischen Pinakoide (Bleiglänze). Ein Oktaeder, abgeplattet nach einem Paar paralleler Flächen (d. h. in der Richtung einer trigonalen Zwischenaxe) gleicht einem Rhomboeder mit der Basis; stark ausgedehnt nach einer rhombischen Zwischenaxe kann es wie die Comb. eines rhombischen Makro- und Brachydomas aussehen (Spinell, Magnetit, Fluorit). Das Rhombendodekaeder, in der Direction einer Hauptaxe verlängert, liefert scheinbar die tetragonale Comb.  $\infty P.P\infty$ ; nach solcher Richtung verkürzt, die tetragonale Comb.  $P\infty.\infty P$  (Granat, Sodalith); nach einer trigonalen Zwischenaxe ausgedehnt, die rhomboëdrische Comb.  $\infty P2.R$ . Auch die übrigen regulären Formen gewinnen durch Ausdehnung nach einer trigonalen Zwischenaxe die Symmetrie der rhomboëdrischen Abtheilung, z. B. das Ikositetraeder. Das letztere, nach einer Hauptaxe verlängert, erscheint wie eine ditetragonale Pyramide, die oben und unten mit einer Protopyramide combinirt ist. — Fig. 285 und 286 stellen derartige Verzerrungen der in Fig. 284 abgebildeten normalen Krystallform des Quarzes dar. Zu den auffallendsten Beispielen gehören wohl die Salmiakkrystalle, welche von *Marx* und von *Naumann*, sowie die Kochsalzkrystalle, welche von *v. Kobell* beschrieben wurden.

Für die Gewinnung der äusseren Gestalt gilt im Allgemeinen der Satz, dass der Krystall sich mit denjenigen Flächen umgibt, welchen das langsamste Wachstum zukommt (*Becke*).

Dies erläutert sich aus folgender Erwägung: Soll ein würfelförmiger Krystall beim Wachstum seine Form behalten, so müssen die gleichzeitig auf allen



Würfel Flächen abgelagerten Schichten gleich dick, die Wachsthumsgeschwindigkeit muss auf allen Flächen gleich sein. Setzt sich aber auf den oberen und unteren Flächen, indem diese langsamer wachsen, verhältnissmässig weniger Substanz ab, als auf den rascher

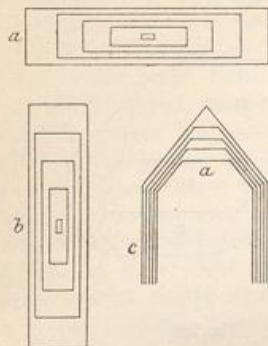


Fig. 287.

wachsenden seitlichen, so müssen gerade die ersteren die grösste Ausdehnung erlangen und es entsteht ein nach ihnen tafeliger Krystall (Fig. 287a). Ist das Umgekehrte der Fall, wachsen die oberen und unteren Flächen rascher, so würde die Gestalt auf Kosten der seitlichen Ausdehnung säulenförmig werden (Fig. 287b). Je rascher das Wachsthum einer Fläche ist, desto mehr tritt sie auf der Oberfläche des wachsenden Krystalls zurück. Fig. 287c zeigt, dass die am oberen Ende des Krystalls rascher als die übrigen wachsende Fläche *a* nicht nur im Verlauf immer kleiner wird, sondern endlich ganz zum Verschwinden kommt.

Wird ein verletzter, z. B. am einen Ende abgebrochener Krystall in eine Lösung gebracht, in welcher er weiterwachsen kann, so vergrössert er sich durch Substanzansatz an der verletzten Bruchfläche viel rascher als an den unversehrt gebliebenen Stellen, so dass die ursprüngliche Form des Krystalls durch Ausheilung wieder hergestellt wird. Auch im Mineralreich wird dieser Vorgang bisweilen beobachtet. Eine aus einem Krystall geschliffene Kugel umgibt sich in ihrer Lösung alsbald mit ebenen Flächen und wird, wie auch jedes unregelmässig begrenzte Körnchen oder Splitterchen allmählich durch Auswachsung zu einem regelmässigen Krystall.

2) Unvollständigkeit der Flächen. An die aus der ungleichen Centraldistanz entstehenden Unvollkommenheiten der Ausbildung schliessen sich unmittelbar diejenigen an, welche darin begründet sind, dass die Zahl der zu einer und derselben Form gehörigen Flächen gar nicht vollständig vorhanden ist; eine Erscheinung, welche sowohl an einfachen Formen, als auch (und noch häufiger) an Combinationen vorkommt, und, bei ihrer völligen Regellosigkeit, weder mit der Hemiëdrie, noch mit der Hemimorphie verwechselt werden darf.

Das Oktaëder kann durch Ausfallen zweier gegenüberliegender Flächen wie ein Rhomboëder erscheinen. Grüne Flussspathkrystalle von der Form  $\infty 03$  sind nach einer trigonalen Zwischenaxe ausgedehnt und haben nur die Hälfte ihrer Flächen entwickelt auf Kosten der anderen, so dass sie wie ein hexagonales Skalenoëder aussehen. Pentagondodekaëder von Eisenkies nehmen durch denselben Vorgang die anscheinende Gestalt eines spitzen Rhomboëders an.

3) Unvollständige äussere Raumerfüllung. Man sieht nicht selten Krystalle, deren Substanz den, durch die Umrisse des Kantennetzes vorgeschriebenen Raum nicht vollständig erfüllt, indem nur die unmittelbar an den Kanten und von diesen aus nach dem Mittelpunkt zu liegenden Theile ausgebildet sind. Die Flächen erscheinen dabei zurückgeblieben, trichterförmig vertieft oder ausgehöhlt, mit treppenartigen Absätzen (Fig. 288), und dies findet bisweilen in dem Grade statt, dass nur noch gleichsam Skelette von Krystallen übrig bleiben. Andererseits beobachtet man auch die Erscheinung, dass die Kanten wie eingekerbt oder eingeschnitten aussehen,

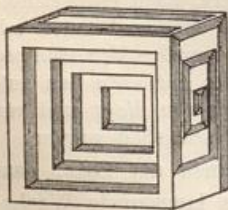


Fig. 288.



was auf denjenigen gestörten Bildungsact zurückzuführen ist, bei welchem die Flächen fortwachsen und die Kanten im Wachsthum zurückbleiben.

Die erstere lückenhafte Ausbildungsweise ist zumal an gewissen künstlichen, aus dem aufgelösten und geschmolzenen Zustande, oder auch durch Sublimation dargestellten Krystallen zu beobachten; z. B. an Kochsalz, Alaun, Wismut, Silber, arseniger Säure, Bleiglanz; sie tritt insbesondere da auf, wo eine rasche Krystallisation stattfindet. Quarze mit rippenartig vorstehenden Kanten zwischen den Rhomboëderflächen beschrieb *Laspeyres* vom Süderholz bei Siptenfelde im Harz; bei allen diesen Erscheinungen handelt es sich um das regelmässige Zurückbleiben von Flächen beim lagenweisen Wiederaufbau von Krystallen. (Aehnliche Einsenkungen kommen auch bei den nicht hierher gehörigen Pseudomorphosen vor, wo sie aber, wie bei den in Malachit umgewandelten Oktaëdern von Rothkupfer, dadurch hervorgebracht wurden, dass die neu entstandene Verbindung weniger Raum beanspruchte, als die ursprüngliche, und nicht hinreichte, den Umriss derselben ganz auszufüllen.) — Die sog. Krystallgerippe (oder Gitterkrystalle) bestehen aus Reihen von linear aneinander gefügten kleineren, insgesamt parallel und im Sinne eines Individuums orientirten Kryställchen (Subindividuen), wobei diese Reihen von einem Centrum aus in der Richtung gewisser Axen geradlinig auslaufen. Diese so in die Erscheinung tretenden Wachstumsrichtungen nennt *Hirschwald* genetische Axen, *Sadebeck* tektonische Axen. In dem regulären System, in welchem Krystallgerippe oder discontinuirliche Wachstumsformen sehr häufig sind, erfolgt die Aneinanderreihung sowohl, wie Fig. 289 zeigt, in der Richtung der drei Hauptaxen (z. B. Salmiak, Rothkupfererz, Bleiglanz, Magnetit, auch beim Gusseisen), als auch in der Richtung der trigonalen Zwischenaxen, welche das Centrum des Würfels mit dessen Ecken verbinden (z. B. Chlorkalium, Speiskobalt, ged. Silber), als auch selten in der Richtung der rhombischen Zwischenaxen, welche vom Centrum des Krystalls gegen die Mittelpunkte der Rhombendodekaëderflächen verlaufen. Dasselbe Mineral kann übrigens je nach den Bedingungen, unter welchen es krystallisiert, bald in der einen, bald in der anderen Axenrichtung wachsen. Wachsen die Krystallgerippe weiter, so können sie sich endlich zu einem einheitlichen Individuum schliessen.

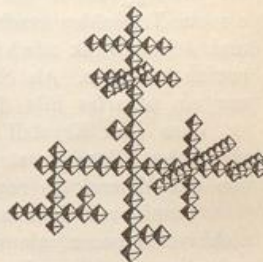


Fig. 289.

Vgl. *Knop*, Molecularconstitution u. Wachsthum d. Krystalle. Leipzig 1867; *Hirschwald*, N. Jahrb. f. Min. 1870. 183; *Lehmann*, Z. f. Kryst. I. 1877. 458. — Hierher gehört auch ein Theil der sog. gegitterten, gestrickten, netzartigen Formen, Individuen, bei denen das Voraneilen des Wachstums an den Ecken und Kanten stern-, strauch-, netzähnliche Gestalten erzeugt, die aus Aestchen, Stäbchen, Blättchen zusammengesetzt sind. Vgl. auch die mikrokrystallinen Aggregationsformen.

Wenn zufolge *Lehmann* das wachsende Krystallindividuum sich dadurch vergrössert, dass dasselbe aus der zunächst umgebenden, etwas übersättigten Lösung Stoff entnimmt, und wenn dadurch um dasselbe ein Hof verdünnter Lösung entsteht, diese Verdünnung aber durch Diffusionsströmung wieder ausgeglichen wird, so sind bei raschem Stoffansatz aus stark übersättigter Lösung die Ecken und Kanten des wachsenden Krystalls gewissermassen im Vortheil gegenüber den Flächen, weil sie ein viel ausgedehnteres Feld der in diesem Falle starken Diffusionsströmung beherrschen, als es einem gleich grossen ebenen Flächenstück möglich ist. Während auf letzterem sich nur eine dünne plane Anwachsschicht bildet, lagert sich auf den geknickten Stellen der Ecken und Kanten gleichzeitig ein dickerer Ansatz ab, welcher von Krystallflächen begrenzt ist, und nun mit seinen eigenen Ecken und Kanten Veranlassung zur Wiederholung des Vorgangs bietet. So entstehen die skelettartigen, gestrickten, gegitterten Formen, deren Auftreten auch durch die Zähigkeit der Lösung begünstigt wird. — Erfolgt das Wachsthum ganz allmählich aus wenig übersättigter Lösung, so ist der



Hof verdünnter Lösung schmal, die Diffusionsströmung schwach; ein Voraneilen der Kanten und Ecken kommt alsdann nicht zur Geltung und es bildet sich ein gleichmässiger Absatz über die ganze Krystalloberfläche hin aus.

Die schalenförmige Auflagerung, oder eine Parallelaggregation mit treppenartiger Ausbildung, wodurch eine Einkerbung der Kanten entsteht, ist sehr ausgezeichnet an Oktaëdern des gediegenen Silbers von Kongsberg, am Rothkupfererz, am ged. Gold von Sysertsch im Ural zu gewahren, auch an künstlichen Alaunkrystallen.

4) Anomalieen der Kantenwinkel. Die Unregelmässigkeiten der Krystallflächen scheinen sich bisweilen sogar bis auf die Lage derselben zu erstrecken, indem solche kleinen Schwankungen unterworfen sein kann, so dass die gleichwerthigen Kanten einer und derselben Krystallform die für sie geforderte absolute Gleichheit des Winkelmaasses nicht in allen Fällen erkennen lassen.

*Breithaupt* hat wohl zuerst auf diese Anomalieen aufmerksam gemacht, indem er z. B. fand, dass die Grundformen mehrer tetragonal und hexagonal krystallisirter Mineralien keineswegs die vorausgesetzte Gleichheit ihrer Polkanten besitzen, und dass selbst bei manchen regulären Formen ähnliche Ungleichheiten vorkommen. Doch hat sich anderseits die Thatsächlichkeit solcher Abweichungen vielfach nicht bestätigt. Dass z. B. die an den beiden Rhomboëdern der Quarzpyramide angeblich vorhandenen Winkeldifferenzen nicht existiren, davon haben sich *Kupffer*, *G. Rose*, *Naumann* und *Dauber* durch sehr genaue Messungen überzeugt, und dass ferner z. B. die für die Grundpyramide des Vesuvians behaupteten Monstrositäten, welche diese Pyramide als ein Triploëder erscheinen liessen, an den Varietäten aus Piemont, von *Poljakowsk* und *Achmatowsk* nicht vorhanden sind, wurde durch *v. Kokscharow* und *v. Zepharovich* bewiesen. Als *Strüver* u. a. die Winkel eines Spinell-Oktaëders, dessen Flächen nur ein scharfes Bild des Fadenkreuzes reflectirten, möglichst sorgfältig maass, fand er, dass »der Krystall allen billigen Anforderungen entspreche, welche man an ein physisches Oktaëder stellen kann«, sowie »dass man vom geometrischen Standpunkt aus das Mineral als regulär zu betrachten hat«.

Damit soll jedoch keineswegs behauptet werden, dass solche Anomalieen gar nicht vorkommen; sie mögen sich recht häufig finden, aber wohl nur auf kleine und unbestimmte Schwankungen beschränken, welche jeder Gesetzmässigkeit ermangeln. So berichtet *Pfaff*, dass er bei genauen, in dieser Richtung angestellten Messungen die Würfelflächen eines Flussspaths im Mittel  $94\frac{1}{2}^{\circ}$  von  $90^{\circ}$ , die Dodekaëderflächen eines Granats im Mittel  $135\frac{3}{4}^{\circ}$  von  $60^{\circ}$ , die Prismenflächen eines Berylls  $6^{\circ}$  von  $120^{\circ}$  abweichend befunden habe, was darauf hindeute, dass da, wo für eine Form ein sehr unwahrscheinliches complicirtes Flächensymbol gefunden wurde, eine Winkelcorrection um mehrer Minuten zur Herbeiführung eines annehmbaren in manchen Fällen wohl gestattet sei. *Dauber* hat mehrfach auf die physischen Einwirkungen aufmerksam gemacht, welche eine Störung in der Lage der Flächen verursachen können, ohne doch immer die Glätte und Ebenheit derselben zu alteriren. Wenn man bedenkt, wie manchen solchen störenden Einflüssen die Krystallbildung unterworfen gewesen sein mag, so wird man es ganz begreiflich finden, dass nur wenige Krystalle jener idealen Regelmässigkeit in der Ausdehnung und Beschaffenheit ihrer Flächen nahe kommen, welche in der reinen Krystallographie vorausgesetzt wird. Dergleichen Anomalieen können aber die Gesetze der Krystallsysteme nimmermehr erschüttern. — Die von den mimetischen Bildungen (§ 64) dargebotenen Winkelunterschiede gehören selbstverständlich nicht hierher, da es sich bei ihnen nur um scheinbar einfache Formen, thatsächlich um Zwillingsbildungen höheren Grades handelt. Ferner ist einleuchtend, dass bei der Entstehung der Umwandlungs-Pseudomorphosen (§ 83) Verschiebungen der für die ursprüngliche Substanz gültigen Winkelwerthe leicht eintreten können.

§ 66. Unvollständige Ausbildung und andere abnorme Gestaltung der Krystalle. Freier Raum nach allen Seiten, oder räumliche Isolirung, verbunden