



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Elemente der Mineralogie**

**Naumann, Carl Friedrich**

**Leipzig, 1901**

§. 52. Begriff und Eintheilung

---

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

einander parallel verbunden, dass jedes derselben nur eine dünne Lamelle darstellt (Fig. 243); dies spricht sich in der abwechselnden Wiederholung zweier Flächen aus, welche Winkel mit einander bilden, die sich zu  $180^\circ$  ergänzen. Ist die Dicke der einzelnen Lamelle sehr gering, so erscheint die Parallelverwachsung wie ein einziger Krystall, dessen Flächen fein gerieft sind (vgl. § 64).

Bei der Parallelverwachsung gleichartiger Krystalle braucht den einzelnen nicht übereinstimmende Krystallform eigen zu sein; Fig. 244 zeigt ein grösseres Skalenoëder (R3) von Kalkspath, auf dessen Ende ein Krystall desselben Minerals von der Combination  $-\frac{1}{2}R.\infty R$  in völlig paralleler Stellung aufsitzt.

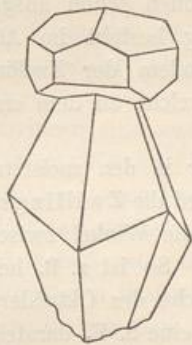


Fig. 244.

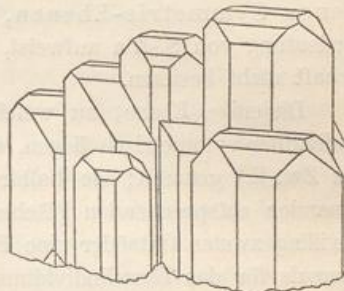


Fig. 245.

Wenn eine Anzahl von Krystallen in paralleler Stellung verbunden ist, ohne dass durch deren gleiche Grösse oder innige Verwachsung der Eindruck einer charakteristischen Gesamtform hervorgerufen wird, so kann man eine derartige Vereinigung mit *Tschermak* einen Krystallstock nennen;

Fig. 245 stellt einen solchen von Baryt dar. Säulenförmige Krystalle (z. B. von Diopsid, Epidot) sind manchmal nur an dem einen Ende einheitlich und compact, an dem anderen nach Art eines Krystallstocks beschaffen, indem sie hier pinselähnlich in zahlreiche dünne Säulchen oder Stengel von paralleler Stellung aufgelöst oder zerfasert erscheinen.

Nicht selten haben sich auf den Krystallen eines Minerals beim Weiterwachsen viele neue kleine Individuen derselben Substanz in paralleler Stellung über die ganze Ausdehnung hin abgesetzt. Wenn es dann auch äusserlich so aussieht, als ob ein grösseres Individuum durch und durch aus lauter kleineren Kryställchen aufgebaut sei, so wird dies durch die Untersuchung des Inneren nicht bestätigt, denn hier ist das Individuum von ganz compacter und geschlossener Zusammensetzung, nur in der äusseren Partie tritt die Eigenschaft des Krystallstocks, die Trennung in viele kleine Einzelindividuen hervor. Diese letzteren sind bald von derselben Form, wie sie auch das ganze grössere Gebilde zeigt, z. B. Kalkspathrhomboëder  $-\frac{1}{2}R$ , welche äusserlich als aus vielen kleinen Rhomboëderchen derselben Form aufgebaut erscheinen. In zahlreichen ferneren Fällen aber besitzen die kleinen oberflächlichen Kryställchen eine andere, bisweilen complicirtere Gestalt, als das ganze Gebilde selbst: z. B. Oktaëderformen von Flussspath, anscheinend zusammengesetzt aus lauter kleinen Würfelchen, deren Ecken alle im Niveau der Oktaëderflächen liegen (Fig. 246), Würfelformen von Flussspath, äusserlich endend in winzige Tetrakishexaëder, Skalenoëder R3 von Kalkspath, welche äusserlich aus zahlreichen kleinen Individuen der Combination  $-\frac{1}{2}R.\infty R$  aufgebaut aussehen.

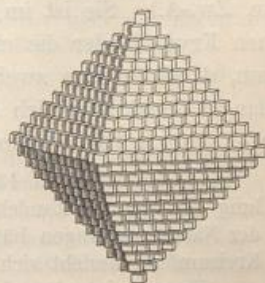


Fig. 246.

#### b) Zwillingsbildung.

§ 52. **Begriff und Eintheilung.** Gleichgestaltete Krystallindividuen einer und derselben Substanz verwachsen aber mit einander nicht nur in paralleler, son-



dern auch in unparalleler Stellung, jedoch in ganz bestimmter, krystallogonomisch gesetzmässiger und symmetrischer Weise. Solche Verwachsungen heissen Zwillingskrystalle. Die Gesetzlichkeit der Verwachsung besteht darin, dass die beiden Individuen immer eine gleichartige Krystallfläche gemeinschaftlich haben, und dass ausserdem: 1) eine in dieser Fläche liegende gleichartige Kante an beiden Krystallen dieselbe Lage besitzt, oder aber dass 2) zwei in dieser Fläche liegende Kanten wechselseitig parallel sind. Die genannte Fläche und jene Kanten sind entweder an den einzelnen Individuen schon ausgebildet oder daran möglich. — Die Wirkung dieser Verwachsung besteht im Allgemeinen in der Erwerbung neuer Symmetrie-Ebenen, indem der Zwilling als solcher Ebenen mit der Bedeutung von S.-E.n aufweist, welche an dem einzelnen Individuum diese Eigenschaft nicht besitzen.

Diejenige Ebene, zu welcher in den meisten Zwillingskrystallen die beiden Individuen symmetrisch liegen, wird die Zwillingssebene (im Folgenden abgekürzt als Zw.-E.) genannt; sie halbirt die Winkel zwischen den bei beiden Individuen einander entsprechenden Flächen. So ist z. B. bei dem in Fig. 251 dargestellten Zwilling zweier Oktaëder eine Fläche des Oktaëders die Zw.-E. Die Zw.-E. kann niemals für das Einzelindividuum eine S.-E. darstellen, weil, wenn zwei Individuen symmetrisch zu einer ihrer S.-E.n verwachsen sind, dann überhaupt kein Zwilling, sondern eine parallele Verwachsung vorliegt. So sind z. B. in der holoëdrischen Abtheilung des regulären Systems die Flächen von  $\infty 0 \infty$  und  $\infty 0$ , in der des tetragonalen  $0P$ ,  $\infty P$ ,  $\infty P \infty$ , des rhombischen  $0P$ ,  $\infty \bar{P} \infty$ ,  $\infty \bar{P} \infty$  von der Function als Zw.-E. ausgeschlossen, während im triklinen eine jede Fläche als solche dienen kann. — Im Allgemeinen ist die Zw.-E. nur zu solchen Krystallflächen parallel (oder senkrecht), welche sich durch Einfachheit ihrer Parameterverhältnisse auszeichnen. Die Zw.-E. braucht nicht immer parallel einer möglichen Krystallfläche zu gehen, sie kann auch senkrecht zu einer solchen liegen.

Die Normale auf diese Zwillingssebene heisst die Zwillingsaxe (oder Drehungsaxe, Zw.-A.). Sie ist im Allgemeinen diejenige Richtung, um welche man sich den einen Krystall oder die eine Hälfte des Zwillings durch  $180^\circ$  verdreht vorstellen kann, damit er zum zweiten oder zu der anderen Hälfte in die Zwillingsstellung gelangt: denkt man sich anderseits das eine Individuum eines Zwillings um die Zw.-A. durch  $180^\circ$  herumgedreht, so wird es dem anderen Individuum parallel.

Die Drehung um  $180^\circ$  ist selbstverständlich nur ein Hülfsmittel für die Vorstellung von dem Zustandekommen eines Zwillings, nicht etwa ein Vorgang, der sich in der Natur zugetragen hätte. Auf diese Vorstellung von der Drehung um einen halben Kreisumfang bezieht sich auch der von Haüy eingeführte Ausdruck »Hémitropie«.

Eine zwei- oder vierzählige S.-A. des Einzelindividuums kann keine Drehungs- (oder Zwillings-)Axe sein, da durch eine  $180^\circ$ -Drehung um eine solche der Krystall wieder mit sich selbst zur Deckung kommt, also eine parallele Verwachsung vorliegen würde.

Wenn so im Allgemeinen Zw.-E. und Zw.-A. sich gegenseitig bedingen, so gibt es doch auch seltene Ausnahmen: Zwillingsverwachsungen von zwei rechten oder von zwei linken (nicht spiegelbildlich gleichen) enantiomorphen Formen besitzen keine Zw.-E., die in erforderlicher Weise symmetrisch gelegen wäre, wohl aber noch eine Zw.-A., um welche nach einer Drehung um  $180^\circ$  Deckung der Individuen erfolgt. Umgekehrt haben Zwillingsverwachsungen von je einem rechten und einem linken



(nur spiegelbildlich gleichen) enantiomorphen Individuum zwar noch eine Zw.-E., aber keine Zw.-A. mehr.

Durch Angabe des Symbols der Zw.-E., resp. der Richtung der darauf senkrecht stehenden Zw.-A. wird das der Verwachsung zu Grunde liegende sog. Zwillingsgesetz ausgedrückt. Ein und dasselbe Mineral kann verschiedene Zwillingsgesetze aufweisen: so sind 2 Individuen von Orthoklas bald nach  $0P$ , bald nach  $\infty P$ , bald nach  $2P$  verzwillingt; Individuen des rhombischen Arsenkieses bald nach  $\infty P$ , bald nach  $\bar{P}$ .

Bei der Betrachtung der Zwillinge hat man besonders zweierlei Verhältnisse, nämlich die gegenseitige Stellung beider Individuen, und die Art und Weise ihrer Verwachsung zu berücksichtigen.

Nach der Stellung der Individuen sind zuvörderst Zwillinge mit parallelen Axensystemen, und Zwillinge mit geneigten (oder nicht parallelen) Axensystemen zu unterscheiden. Die Zwillinge der ersten Art (z. B. Fig. 248, 249, 257) können nur bei hemiëdrischen (sowie tetartoëdrischen und hemimorphen) Formen und Combinationen vorkommen, und stehen unter dem allgemeinen Gesetz, dass beide Individuen mit einander in derjenigen Stellung verwachsen sind, in welcher ihre beiderseitigen correlatën Theilformen aus den betreffenden holoëdrischen Stammformen als Gegenkörper abzuleiten sein, oder in welcher sie diese Stammformen reproduciren würden.

Denkt man sich an dem hierher gehörigen Zwilling der beiden Tetraëder (Fig. 248) die 8 zackentartigen Hervorragungen hinweg, so erhält man als Kernform das Oktaëder. — Diese Zwillinge der ersten Art hat *Haidinger* sehr richtig Ergänzungszwillinge genannt, weil sich die wirklich hemiëdrischen Formen beider Individuen in ihrer Vereinigung zu den betreffenden holoëdrischen Stammformen ergänzen. Bei ihnen liegen daher ungleichartige Krystallräume parallel. In Folge des geringeren Grades von Symmetrie, welchen die hemiëdrischen (und tetartoëdrischen) Krystalle gegenüber den holoëdrischen besitzen, können zwei der ersteren einen Zwilling bilden, indem sie symmetrisch zu einander in Bezug auf diejenige Ebene verwachsen, welche eben durch die Theilflächigkeit ihren Charakter als S.-E. des Krystalls verloren hat. Bei dem einzelnen Tetraëder ist die Würfeläche keine S.-E.; aber der Ergänzungszwilling zweier Tetraëder (Fig. 248) hat Symmetrie nach den Würfelächen erlangt. So werden die S.-E.n, welche in Folge der Hemiëdrie bei den einzelnen Individuen verschwunden sind, durch derartige Zwillingbildung für den Zwilling als solchen wiederhergestellt.

Zwillinge mit parallelen Axensystemen werden nicht nur von theilflächigen, sondern auch von hemimorphen Krystallen gebildet, indem 2 Individuen mit ihren übereinstimmend geformten Enden aneinanderwachsen, so dass die abweichend beschaffenen Enden dann zugleich die beiderseitige conform ausgebildete Endigung des Zwillings abgeben; so sind z. B. am Kieselzink (Fig. 13 auf S. 34) 2 hemimorphe Individuen mit denjenigen unteren Enden aneinandergewachsen, welche blos die rhombischen Pyramidenflächen zeigen, so dass der Zwilling an seinen beiden Enden die Basis  $0P$  aufweist, welche bei dem Einzelindividuum keine S.-E. darstellt.

Die Zwillinge mit geneigten (oder nicht parallelen) Axensystemen finden sich sowohl bei holoëdrischen als auch bei hemiëdrischen und tetartoëdrischen Formen und Combinationen, und namentlich für sie gilt das oben allgemein Angeführte. Die Stellung beider Individuen in diesen Zwillingen der zweiten Art ist dieselbe, welche irgend ein Gegenstand zu seinem Spiegelbild hat, wobei die Zw.-E. den Spiegel darstellt; vgl. z. B. die Fig. 251, 253, 254, 263, 267, 273, 276.



Im Allgemeinen können die verschiedenen Zwillingungsverwachsungen unter folgende Fälle untergebracht werden<sup>1)</sup>:

- 1) Zwillingsebene parallel einer (vorhandenen oder) möglichen Krystallfläche; der weitaus häufigste Fall; dabei ist:
  - a) auch die Zwillingssaxe parallel einer möglichen Krystallkante; z. B. der Zwilling von Zinkblende Fig. 250, bei welchem die Zw.-E. einer Oktaëderfläche, die Zw.-A. einer Kante des Rhombendodekaëders entspricht.
  - b) die Zwillingssaxe nicht parallel einer möglichen Krystallkante; z. B. die Zwillinge von Gyps (Fig. 273) oder von Augit (Fig. 274), bei denen das Orthopinakoid Zwillingsebene ist, die Normale dazu (Zwillingssaxe) aber keiner im monoklinen System möglichen Kante entspricht.
- 2) Zwillingsebene senkrecht zu einer möglichen Krystallfläche und zwar:
  - a) parallel einer in dieser liegenden Kante, also auch in einer möglichen Zone gelegen; Zwillingssaxe senkrecht zu einer Kante und in einer möglichen Fläche. Seltenes Beispiel: Glimmer.
  - b) gleichgeneigt gegen zwei, in der gedachten Krystallfläche liegende Kanten. Seltenes Beispiel: Hydrargillit.
- 3) Zwillingsebene nur senkrecht zu einer möglichen Krystallkante; die Zwillingssaxe ist alsdann parallel dieser möglichen Kante, also parallel einer möglichen Zone; z. B. Periklin.

Die unter 2) und 3) auftretenden Fälle, dass eine Zw.-E. nicht einer möglichen Krystallfläche parallel geht, sind auf das triklone und monokline System beschränkt, wo die Zw.-A. bisweilen eine der schiefen krystallographischen Axen ist und die darauf normale Zw.-E. nicht nothwendig eine krystallographische Ebene zu sein braucht.

Bisweilen lässt sich übrigens die Zwillingungsverwachsung auf mehrfache Weise beliebig deuten und zum Ausdruck bringen. Bei dem Zwilling von Augit (Fig. 274) kann das Orthopinakoid  $r$  als Zw.-E. (und Verwachsungsebene), die Normale zum Orthopinakoid als Zw.-A. gelten, der Zwilling dann dadurch entstanden gedacht werden, dass das eine von zwei parallel gestellten Individuen um diese Axe um  $180^\circ$  herumgedreht wird. Die Zw.-E. ist daher so eine vorhandene oder mögliche Krystallfläche, die Zw.-A. eine krystallonomisch unmögliche Richtung. Genau derselbe Zwilling entsteht aber auch, wenn das eine Individuum aus der Parallelstellung heraus um die verticale Prismenkante  $M/r$  durch  $180^\circ$  gedreht wird; in diesem Falle ist letztere Linie die Zw.-A., welche auf derjenigen bei der ersten Auffassung senkrecht steht. Die Zw.-E. steht zu ihr senkrecht und würde durch eine horizontale, normal auf dem Orthopinakoid stehende Fläche dargestellt. Bei dieser letzteren Deutung ist also umgekehrt die Zw.-A. die Richtung einer vorhandenen Kante, die Zw.-E. eine krystallogonomisch unmögliche Fläche. — In ähnlicher Weise lässt sich der Karlsbader Zwilling von Orthoklas (Fig. 275) erklären durch: Zw.-E. das Orthopinakoid, Zw.-A. die Normale dazu; oder: Zw.-E. die Horizontale, Zw.-A. die Verticalaxe. Vgl. auch die Anm. S. 435 unten.

Theoretisch lässt sich die Zwillingusbildung als die Erscheinung ansprechen, dass die bei der Krystallisation aus dem beweglichen in den starren Zustand übergehenden und anfänglich alle möglichen Stellungen besitzenden Molecüle in Folge einer bei der Aneinanderlagerung nur unvollständig ausgeführten Drehung auch nur theilweise parallele Orientirung erlangt haben.

O. Lehmann hat nachgewiesen, dass die Entstehung der Zwillingusbildungen von der Zähigkeit der Lösung, in welcher die Krystallisation stattfindet, abhängig sein kann. Fügt man einer Auflösung von Chlorbaryum, welches Salz nur geringe Neigung

<sup>1)</sup> Vgl. namentlich: *Tschermak*, Miner. u. petrogr. Mittheil. II. 4880. 499; Lehrbuch d. Mineralogie. Wien 1894. 78. — *Schuster*, Zeitschr. f. Krystallogr. XII. 1887. 434. — *Brögger*, ebendas. XVI. 1890. 38. — *Baumhauer*, ebendas. XXXI. 1899. 252.



zur Zwillingbildung zeigt, ein Verdickungsmittel zu, so entstehen nur Zwillingkrystalle. Die nunmehr zähere Flüssigkeit setzt nämlich derjenigen Drehung der Krystallmolecüle, welche zur parallelen Aneinanderlagerung erforderlich ist, einen grösseren Widerstand entgegen; in Folge dessen nehmen diejenigen Molecüle, deren Orientirung in dem Augenblick, in welchem sie in die Wirkungssphäre eines wachsenden Krystalls gelangen, der Zwillingstellung näher liegt, als die parallele, die erstere, d. h. die gegen den geringsten Widerstand zu erreichende Gleichgewichtslage an und geben dadurch Veranlassung zu weiterer Anlagerung von Theilchen in derselben Stellung, also zur Bildung eines Zwillingkrystalls.

§ 53. **Verwachsungsart der Individuen und Verkürzung derselben; Zwillingskanten.** Was das zweite Verhältniss, nämlich die Art und Weise der Verwachsung der Individuen betrifft, so unterscheidet man Contact-Zwillinge und Durchwachsungs-Zwillinge, je nachdem die Individuen blos an einander, oder förmlich in und durch einander gewachsen, je nachdem sie also durch Juxtaposition, oder durch Penetration verbunden sind. Im ersteren Falle nennt man die Fläche, in welcher die Verwachsung stattfindet, die Zusammensetzungsfläche oder Verwachsungsfläche; dieselbe ist in den meisten Fällen zugleich auch die Zwillingsebene (vgl. z. B. Fig. 251, 267, 273, 274); bisweilen aber berühren sich beide Individuen in einer auf der Zwillingsebene senkrecht stehenden Fläche (z. B. Fig. 275) oder auf noch andere Weise. — Im zweiten Falle findet oft nur eine theilweise Penetration, nicht selten eine vollkommene Durchkreuzung, zuweilen auch eine so völlige gegenseitige Incorporirung beider Individuen statt, dass sie nach aussen einen scheinbar einfachen Krystall darstellen (z. B. Quarz, Fig. 259).

In den durch Juxtaposition gebildeten Zwillingkrystallen erscheinen die Individuen sehr gewöhnlich in der Richtung der Zwillingssaxe mehr oder weniger verkürzt, weil das Fortwachsen des einzelnen über die Zwillingsebene als Grenzebene hinaus nicht stattgefunden hat (vgl. z. B. Fig. 251, 254, 267); ja diese Verkürzung ist gar häufig in der Weise ausgebildet, dass von jedem Individuum nur die Hälfte, und zwar die von dem anderen Individuum abgewendete Hälfte vorhanden ist. Man kann daher dergleichen Zwillingkrystalle am leichtesten construiren, wenn man sich ein Individuum durch eine der Zwillingsebene parallele Fläche in zwei Hälften geschnitten denkt, und hierauf die eine Hälfte gegen die andere um die Normale der Schnittfläche durch  $180^\circ$  herumdreht. Bei den Durchwachsungszwillingen findet die Fortsetzung der Individuen gegenseitig über die Zwillingsgrenze hinaus statt (vgl. Fig. 248, 269, 270).

Die Kanten und Ecken, in welchen die Flächen der beiden Individuen zusammenreffen, werden Zwillingskanten und Zwillingsecken genannt; sie sind häufig einspringend, doch haben die Individuen manchmal bei dem Wachsthum eine gewisse Neigung, die einspringenden Winkel zu verdecken oder ganz auszufüllen; dagegen ist die Demarcationslinie beider Individuen da oft gar nicht sichtbar, wo ihre Flächen oder Flächentheile in eine Ebene fallen und völlig glatt sind.

Wenn es in solchen Fällen manchmal recht schwierig ist, zu erkennen, ob ein Zwilling oder ein einfacher Krystall vorliegt, so wird wohl die Spaltbarkeit von aufklärendem Belang, da sie durch einen Zwilling nicht mehr in übereinstimmendem Verlauf fortsetzt; bei nicht regulären Krystallen tritt die Natur als Zwilling auch oft leicht durch die optische Untersuchung im durchfallenden polarisirten Licht hervor.