



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Elemente der Mineralogie**

**Naumann, Carl Friedrich**

**Leipzig, 1901**

b. Zwillingsbildung.

---

[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.

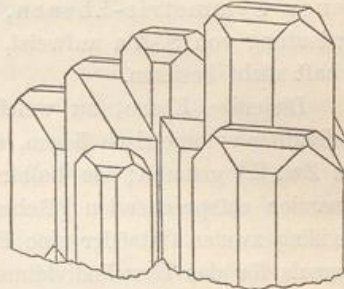


Fig. 245.

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. Kalkspatrhomboëder  $-\frac{1}{2}R$ , 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), Würfelchen 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.

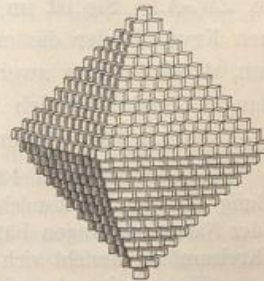


Fig. 246.

#### 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 Zwillingsskrystalle. 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 Zwillingsskrystallen die beiden Individuen symmetrisch liegen, wird die Zwillingsebene (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  $\infty O\infty$  und  $\infty O$ , in der des tetragonalen  $0P$ ,  $\infty P$ ,  $\infty P\infty$ , des rhombischen  $0P$ ,  $\infty \check{P}\infty$ ,  $\infty \bar{P}\infty$  von der Function als Zw.-E. ausgeschlossen, während in 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 Zwillingsebene heisst die Zwillingssaxe (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 Zwillingstellung gelangt: denkt man sich andererseits 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 Hilfsmittel 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 Einzelindividuum kann keine Drehungs- (oder Zwillingss-)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: Zwillingssverwachsungen 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 Zwillingssverwachsungen 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 sind, oder in welcher sie diese Stammformen reproduciren würden.

Denkt man sich an dem hierher gehörigen Zwilling der beiden Tetraëder (Fig. 248) die 8 zackenartigen 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 Würfelfläche keine S.-E.; aber der Ergänzungszwilling zweier Tetraëder (Fig. 248) hat Symmetrie nach den Würfelflächen 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. 31) 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, 265, 267, 273, 276.

Im Allgemeinen können die verschiedenen Zwillingverwachsungen 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 Zwillingverwachsung 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 krystallonomisch 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 Zwillingbildung 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 Zwillingbildungen 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 4894. 78. — *Schuster*, Zeitschr. f. Krystallogr. XII. 4887. 434. — *Brögger*, ebendas. XVI. 4890. 38. — *Baumhauer*, ebendas. XXXI. 4899. 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; Zwillingkant.** 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 Grenzfläche 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 zusammentreffen, werden Zwillingkanten 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.

Sind aber die in eine Ebene fallenden Flächentheile mit einer Combinationsstreifung versehen, so gibt sich die Demarcationslinie oft durch das Zusammenstossen der beiderseitigen Streifensysteme in einer Streifungsnaht oder Zwillingsnaht zu erkennen. Bisweilen haben auch die beiderseitigen Flächentheile eine verschiedene physikalische Beschaffenheit, wodurch die Grenzen gleichfalls hervortreten.

§ 54. **Wiederholung der Zwillingsbildung; Zwillingsstreifung.** Die Zwillingsbildung wiederholt sich nicht selten, indem ein drittes Individuum mit dem zweiten (oder auch ersten) Individuum nach demselben Gesetz verbunden ist, wie das erste und zweite; so entstehen Drillingskrystalle, oder, wenn sich die Wiederholung fortsetzt, Vierlingskrystalle, Fünflingskrystalle, und endlich zwillingsartig gebildete polysynthetische Krystalle, sog. Zwillingsstöcke.

Bei dieser Wiederholung ist der Unterschied sehr wichtig, ob die successiven Zusammensetzungsflächen einander parallel sind, oder nicht. Im ersteren Falle tritt dieselbe Fläche mit den gleichen Vorzeichen ihrer Indices immer wieder von Neuem als Zw.-E. auf, die Zwillingsbildung kann sich somit unzähligmal wiederholen und liefert reihenförmige Zusammensetzungen, bei welchen alle Zwillings-ebenen parallel sind und in denen einerseits die Stellung des ersten, dritten, fünften u. s. w., andererseits die des zweiten, vierten, sechsten u. s. w. Individuums dieselbe ist. — Im zweiten Falle bleibt nicht eigentlich dieselbe specielle Krystall-

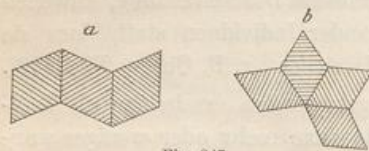


Fig. 247.

fläche Zw.-E., sondern tritt eine andere, zwar mit ihr krystallographisch gleichwerthige, aber durch die Vorzeichen der Indices unterschiedene als solche auf; wenn z. B. ein Individuum mit einem zweiten an der Fläche  $(1\bar{1}0)$ , mit einem dritten aber an der Fläche  $(110)$  verbunden ist. Es entstehen so cyklische Zwillinge oder Wendezwillinge, kreisförmig in sich zurücklaufende, radförmige, bouquetförmige u. a. Gruppen. Den Gegensatz zwischen einem reihenförmigen Drilling  $(a)$  und einem cyklischen Vierling  $(b)$  zeigt schematisch die Fig. 247.

Bilden die bei den cyklischen Viellingen nach einander als Zwillings-ebenen fungirenden Krystallflächen eine Zone (z. B.  $\infty P$  im rhombischen System), so gruppieren sich die Individuen bei sonst regelmässiger Ausbildung um eine Axe, nämlich die Zonenaxe jener Zwillingsflächen; sind sie nicht tautozonal (z. B.  $P\infty$  im tetragonalen System), so gruppieren sie sich um einen Punkt, nämlich denjenigen, in welchem die verschiedenen Zonenaxen der Zwillingsflächen zusammenstossen.

Bei der cyklischen Verzwilligung nicht paralleler Individuen kommt die Tendenz zur Gestaltung kreisförmiger Gruppen zur Geltung, wenn der Winkel zwischen je zwei Axensystemen angenähert ein aliquoter Theil von  $360^\circ$  ist. So entstehen die sechseckigen Drillinge des Chrysoberylls (s. diesen), weil der Winkel des als Zw.-E. fungirenden Prismas  $\infty P = 419^\circ 46'$ , also fast  $\frac{1}{3}$  von  $360^\circ$  ist; Fünflinge nach  $O$  von Goldoktaedern können hervorgehen, indem  $5 \times 70^\circ 32' = \text{ca. } 360^\circ$ ; Achtlinge von Rutil, weil der Winkel der Axen in der Zwillingsstellung annähernd achtmal in  $360^\circ$  aufgeht.

Wie fast bei allen mit Juxtaposition gebildeten Zwillingskrystallen die Verkürzung der Individuen in der Richtung der Zwillingsaxe eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist, so pflegen ganz besonders in den mit parallelen Zusammensetzungsflächen gebildeten polysynthetischen Krystallen die mittleren oder inneren

Individuen oft ausserordentlich stark verkürzt zu sein, so dass sie nur als mehr oder weniger dicke, als papierdünne oder nur durch das Mikroskop als solche wahrnehmbare Lamellen erscheinen, deren Querschnitte auf den Krystall- oder Spaltungsflächen des ganzen Aggregats eine sehr charakteristische Streifung bilden, welche man die *Zwillingsstreifung* nennt (Fig. 264, 268).

Diese *Zwillingsstreifung* (oder besser *Zwillingsriefung*) ist wesentlich verschieden von der in dem späteren § 64 erläuterten *Combinationsstreifung*. Ueberhaupt erscheinen im Gefolge der *Zwillingsbildung* einseitige Verkürzungen, Verlängerungen und andere Unregelmässigkeiten der Form sehr häufig und bisweilen in so complicirter Weise, dass die richtige Deutung mancher (zumal hemiëdrischer) *Zwillingskrystalle* mit bedeutenden Schwierigkeiten verknüpft sein kann.

§ 55. **Einige Zwillinge des regulären Systems.** Zwillinge mit parallelen Axensystemen sind nur bei Theilflächigkeit möglich, und erscheinen gewöhnlich als *Durchkreuzungszwillinge*, wie z. B. die Tetraëder des Diamants, Fig. 248, und die Pentagondodekaëder des Eisenkieses, Fig. 249 (sog. *Zwilling des eisernen Kreuzes*). Die beiden Individuen stehen in der ersten Figur symmetrisch zu einander in Bezug auf die Würfelfläche, in der zweiten in Bezug auf die Rhombendodekaëderfläche, d. h. immer auf diejenige Ebene, die vermöge der Hemiëdrie als S.-E. ausgefallen ist.

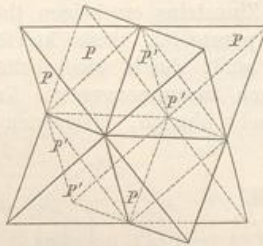


Fig. 248.

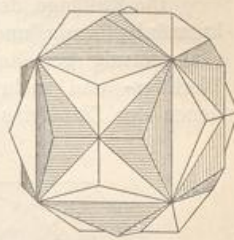


Fig. 249.

Bei den *Zwillingen* mit geneigten Axensystemen ist fast immer eine Fläche des Oktaëders die *Zw.-E.*; sie kommen häufig vor, sowohl bei holoëdrischer, als auch bei hemiëdrischer Formbildung. Die Individuen sind gewöhnlich an einander gewachsen und häufig in der Richtung der *Zw.-A.* bis auf die Hälfte verkürzt, so dass man sich dergleichen *Zwillinge* am besten vorstellen kann, wenn man sich ein Individuum durch einen centralen, parallel mit einer Oktaëderfläche geführten Schnitt halbirt, und die eine Hälfte gegen die andere um die Normale der Schnittfläche durch  $180^\circ$  verdreht denkt.

Auf diese Weise finden sich z. B. sehr häufig zwei Oktaëder des Spinells, Magnetisenerzes, Automolits mit einander verwachsen; Fig. 251. Nach demselben Gesetz

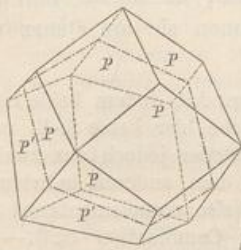


Fig. 250.

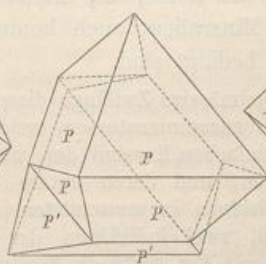


Fig. 251.

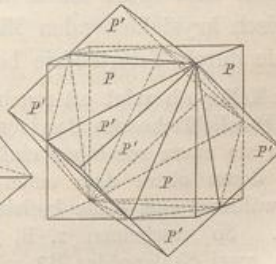


Fig. 252.

sind die Würfel des Flusspaths, Eisenkieses, Bleiglanzes als *Durchkreuzungszwillinge* gebildet; Fig. 252. Endlich kommen auch, zumal an der Zinkblende, zwei Rhomben-

dodekaeder in einer Oktaederfläche durch Juxtaposition verbunden als Zwillinge vor, in welchen ebenfalls gewöhnlich jedes Individuum sehr stark verkürzt ist; Fig. 250. Aehnlich finden sich Zwillinge des Ikositetraeders z. B. beim ged. Kupfer, Silber, Gold<sup>1)</sup>.

§ 56. **Einige Zwillinge des Tetragonalsystems.** Zwillinge mit parallelen Axensystemen kommen deshalb selten vor, weil nur wenige tetragonale Mineralarten hemiëdrisch ausgebildet sind; doch finden sie sich z. B. am Kupferkies, welcher der sphenoidischen, und am Scheelit, welcher der pyramidalen Hemiëdrie unterworfen ist. — Unter den Zwillingen mit geneigten Axensystemen trifft man besonders ein Gesetz bei mehreren Mineralien verwirklicht; dasselbe lautet: Zw.-E. eine Fläche der Deuteropyramide  $P\infty$ , oder eine von denjenigen Flächen, welche die Polkanten der Grundform  $P$  gerade abstumpfen; darnach sind z. B. die fast immer zwillingsartig beschaffenen Krystalle des Zinnsteins, sowie die Zwillinge des Rutils und des Hausmannits gebildet.

Die Zwillinge des Zinnsteins erscheinen theils wie Fig. 253, wenn die Individuen kurzsäulenförmig und pyramidal, theils knieförmig wie Fig. 254, wenn sie länger säulenförmig gestaltet sind; durch wiederholte Zwillingbildung entstehen Drillings-, Vierlings- und mehrfach zusammengesetzte Krystalle. Die Zwillinge des Rutils sind denen des Zinnsteins sehr ähnlich, erscheinen aber meist knieförmig, wie Fig. 254,

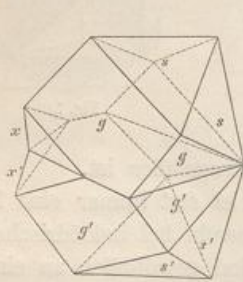


Fig. 253.

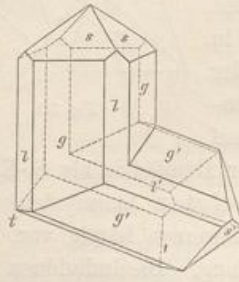


Fig. 254.

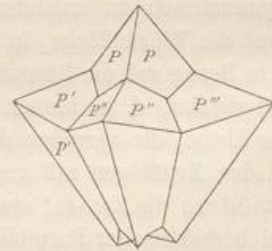


Fig. 255.

weil die Krystalle vorwiegend säulenförmig verlängert sind. Der Hausmannit besitzt Fünflinge wie Fig. 255, indem die Krystalle stets vorherrschend die Grundpyramide  $P$  zeigen, an deren Polkanten sich die Zwillingbildung bisweilen sehr symmetrisch wiederholt, so dass ein centrales Individuum den Träger der übrigen bildet. Kupferkies bildet ganz ähnliche Zwillinge.

§ 57. **Einige Zwillinge des Hexagonalsystems.** Solche mit parallelen Axensystemen sind nicht selten am Kalkspath, Chabasit, Eisenglanz und anderen rhomboëdrisch krystallisirenden Mineralien; auch kommen sie am Quarz vor, bei welchem sie durch Tetartoëdrie bedingt sind.

Der Kalkspath zeigt oft regelmässige Zwillinge dieser Art, indem beide Individuen in einer Parallellfläche der Basis zusammenstossen, welche hier keine S.-E. mehr ist; so stellen sie einen scheinbar einfachen Krystall dar, welcher jedoch aus zwei Hälften besteht, deren obere dem einen, und deren untere dem anderen Individuum angehört, während sich beide Individuen in verwendeter (also complementärer) Stellung befinden. So erscheinen z. B. zwei Individuen der Combination  $\infty R. - \frac{1}{2}R$  wie Fig. 256, zwei Skalenoëder  $R3$  wie Fig. 257; die Spaltungsflächen liegen jedesmal in

1) Sehr lehrreich für die Zwillingbildung nach der Oktaederfläche im regulären System sind *J. Strüver's* Mittheilungen über polysynthetische Spinellgruppen (Z. f. Kryst. II. 4878. 480).

den beiden Individuen nach verschiedener Richtung. — Der Quarz zeigt besonders in den reineren Varietäten, als sog. Bergkrystall, Zwillinge (sog. Dauphinéer Gesetz), welche wesentlich durch den tetartoëdrischen Charakter seiner Krystallreihe ermöglicht werden, in Folge dessen z. B. die Pyramide  $P$  in zwei, geometrisch gleiche, aber physikalisch differente Rhomboëder  $p$  und  $z$  zerfällt; Fig. 258. Zwei gleichartige, d. h. entweder zwei rechte oder zwei linke Individuen sind, indem eine Fläche des Prismas  $\infty R$  oder die Basis  $0R^1$  als Zw.-E. gilt, bisweilen an einander gewachsen, ungefähr so wie in Fig. 258, wobei  $+R(p)$  des einen parallel ist  $-R(z)$  des anderen und alle Axen, namentlich auch die Verticalaxen in beiden parallel sind; dabei erlangt der Zwilling als solcher die Symmetrie der trapezoëdrischen Hemiëdrie. Viel häufiger aber sind dann die Individuen durch einander gewachsen, wobei sie sich



Fig. 256.

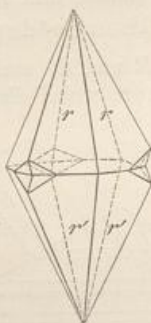


Fig. 257.

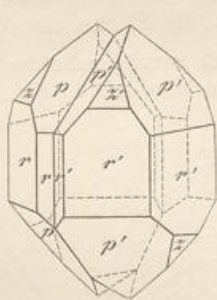


Fig. 258.



Fig. 259.



Fig. 260.

gewöhnlich in ganz unregelmässig begrenzten Partien gegenseitig umschlossen und durchdringen, und scheinbar einfache Krystalle darstellen, deren Oberfläche jedoch theilweise dem einen, theilweise dem anderen Individuum angehört, wie z. B. in Fig. 259; hier sind die Theile des einen Individuums schraffirt, um sie von denen des anderen zu unterscheiden, wie dies in der Natur durch einen Gegensatz von matten und glänzenden Stellen hervorgebracht wird, wobei häufiger als es auf den ersten Blick scheinen will, Niveaudifferenzen der einzelnen Partien zu beobachten sind. Wenn an einem solchen Durchwachsungszwilling die tetartoëdrischen Flächen eines trigonalen Trapezoëders auftreten, so sind dieselben an allen aufeinanderfolgenden Ecken zu beobachten (Fig. 260), während sie bei einem einfachen Individuum blos an den abwechselnden Ecken erscheinen; diese Flächen können übrigens nach Maassgabe der Durchdringung in der verschiedensten Zahl und Vertheilung vorhanden sein, so können z. B. oben alle 6, unten gar keine auftreten u. s. w. — Der Quarz bildet aber auch noch andere Ergänzungszwillinge (sog. Brasilianisches Gesetz), indem ein rechtes und ein linkes Individuum in paralleler Stellung der Verticalaxen mit einander verbunden sind, wobei sie nach einer Fläche von  $\infty P_2$  zu einander symmetrisch stehen; dadurch geschieht es, dass zwei trigonale Trapezoëder ( $x$ ) derselben Rhomboëderfläche anliegen, und zusammen wie ein Skalenoëder auftreten (Fig. 264). Durch diese Zwillingbildung wird eben die Symmetrie der rhomboëdrischen Hemiëdrie wiederhergestellt.

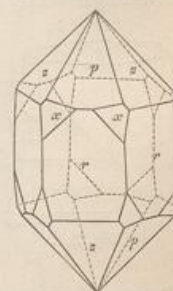


Fig. 261.

1) Denkt man sich 2 Rhomboëder zu einander symmetrisch in Bezug auf eine Fläche von  $\infty R$ , so sind ihre Axen  $c$  parallel und das eine hat diejenige Richtung der Flächen, welche am anderen Krystall das negative haben würde. Genau dieselbe relative Stellung der beiden Krystalle wird aber auch erhalten, wenn man das eine Rhomboëder durch  $180^\circ$  um die Axe  $c$  dreht, d. h. wenn man die Basis als Zwillingsebene betrachtet. Die Ausdrücke »Zwillingbildung mit parallelen Axensystemen«, »Zwillingsebene die Basis  $0R$ «, »Zwillingsebene  $\infty R$ « sind daher bei der rhomboëdrischen Hemiëdrie und auch hier gleichbedeutend.

Bei rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Substanzen gewinnen Durchkreuzungszwillinge nach der Basis die Symmetrie der pyramidalen Hemiëdrie, solche nach einem hexagonalen Prisma diejenige der rhomboëdrischen Hemiëdrie. — Besitzen rhomboëdrisch-hemimorphe Individuen  $\infty P2$  als Zw.-E. und  $0R$  als Zusammensetzungsfläche, so wird die Symmetrie der rhomboëdrischen Hemiëdrie hergestellt. — Bemerkenswerth sind noch die Zwillingbildungen bei der Hemimorphie der pyramidalen Hemiëdrie: symmetrische Verwachsung nach  $0P$  stellt die Symmetrie der pyramidalen Hemiëdrie wieder her; solche nach  $\infty P$  und  $\infty P2$  diejenige der Hemimorphie der Holoëdrie. Sind beide Gesetze vereinigt und dabei die Individuen durcheinander gewachsen, so entstehen Formen von anscheinend holoëdrisch-hexagonaler Symmetrie (Nephelin).

Zwillinge mit geneigten Axensystemen kommen häufig und nach verschiedenen Gesetzen vor; doch ist meist die Fläche eines Rhomboëders die Zw.-E.

So finden sich oft am Kalkspath zwei Rhomboëder  $R$  und  $R'$  nach dem Gesetz: Zw.-E. eine Fläche von  $-\frac{1}{2}R$  verwachsen, wie in Fig. 262, wobei die in  $A$  und  $A'$

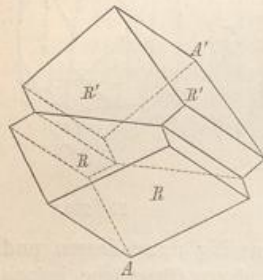


Fig. 262.

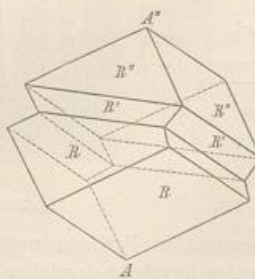


Fig. 263.

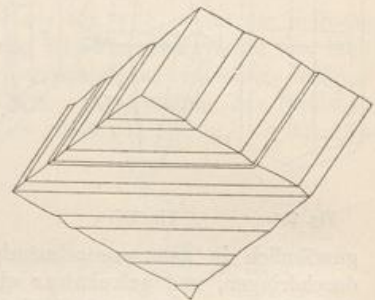


Fig. 264.

endenden Verticalaxen beider Individuen einen Winkel von  $127^{\circ} 34'$  bilden. Diese Zwillingbildung wiederholt sich nicht selten, indem ein drittes Ind.  $R''$  hinzutritt, welches sich mit dem ersten Ind.  $R$  in paralleler Stellung befindet; dann pflegt das mittlere Ind.  $R'$  sehr stark verkürzt und nur als eine mehr oder weniger dicke Lamelle ausgebildet zu sein, welche dem scheinbar einfachen, wesentlich von  $R$  und  $R''$  gebildeten Krystall eingeschaltet ist; Fig. 263. Häufig sind so viele sehr dünne lamellare Individuen in einem grösseren Spaltungsstück eingewachsen, an welchem dann zwei Gegenflächen eine, durch die Querschnitte der Lamellen gebildete, der längeren Diagonale parallele Zwillingstreifung zeigen; Fig. 264. — Sind zwei Kalkspathkrystalle nach dem Gesetz: Zw.-E. eine Fläche von

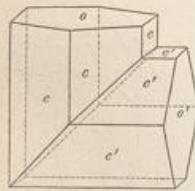


Fig. 265.

$R$  verwachsen, so bilden ihre Verticalaxen den Winkel von  $89^{\circ} 8'$ , sind also fast rechtwinkelig auf einander; Fig. 265.

§ 58. **Einige Zwillinge des rhombischen Systems.** Zwillinge mit parallelen Axensystemen sind bis jetzt nur sehr selten beobachtet worden, weil die sie bedingende hemiëdrische Ausbildung zu den seltenen Erscheinungen gehört. Sehr häufig sind dagegen Zwillinge mit geneigten Axensystemen, besonders nach dem Gesetz: Zw.-E. eine Fläche des Grundprismas  $\infty P$ ; z. B. sehr ausgezeichnet am Aragonit, Cerussit, Markasit, Melanglanz, Arsenkies, Bournonit.

Am Aragonit sind die Individuen theils durch, theils an einander gewachsen; das letztere ist z. B. der Fall in dem, Fig. 267 dargestellten Zwilling der Combination  $\infty P.\infty P.\infty P$ . Diese Verwachsung wiederholt sich häufig mit durchgängig parallelen



längs einer unregelmässig verlaufenden Fläche aneinandergrenzen (a). Oder es zwillingt sich mit Ind. 2 ein drittes, gleichzeitig mit Ind. 4 ein viertes, wobei dann ebenfalls die Ind. 3 und 4 nur unvollständig entwickelt sein können und unregelmässig aneinandergrenzen (b). — Stossen die Individuen aber mit ihren scharfen Prismenkanten im Centrum des Viellings zusammen, so können sich noch mehr derselben an dem letzteren betheiligen (wie an dem Sechsling c, wo abermals zwischen 1 und 6 ein kleiner keilförmiger Zwischenraum bleiben oder eine irreguläre Fläche verlaufen würde; die äusseren Begrenzungen werden hier durch die Längsflächen gebildet). —

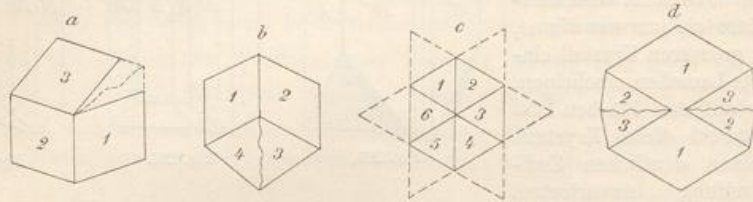


Fig. 272.

Eine ganz ähnliche Gestalt wie c kann aber auch durch Penetration entstehen, indem die Ind. 1, 2, 3 sich über den gemeinsamen Berührungspunkt und über die Zwillingsgrenze hinaus fortsetzen, wobei dann 4 mit 1, 5 mit 2, 6 mit 3 je ein einziges Individuum bilden und theoretisch auch hier diametral gegenüberliegende Zwischenfugen z. B. zwischen 4 und 6, zwischen 3 und 4 entstehen müssen, welche aber ebenfalls durch Fortwachsen der Individuen bis zur gegenseitigen Berührung ausgefüllt werden. d zeigt noch eine Penetration, bei welcher die beiden kleineren Ind. 2 und 3, jedes aus zwei isolirten Hälften bestehend, rechts und links keilförmig in das grosse Ind. 1 eingeschoben sind. — Ueberall offenbart sich das Bestreben der Substanz, den Raum möglichst gleichmässig auszufüllen.

Bei diesen Viellingen ist es eine häufige Erscheinung, dass sich von einem Individuum kleine blatt- und zahnähnliche Fortsätze unter Bewahrung der gegenseitigen Zwillingsstellung in die benachbarten hinein erstrecken, wodurch oft ein äusserst complicirtes gewebeartiges Ineinandergreifen entsteht.

§ 59. Einige Zwillinge des monoklinen Systems. Die häufigsten Zwillinge sind hier solche, bei welchen die Verticalaxen und die verticalen Pinakoide beider Individuen einander parallel liegen, weshalb für sie das Gesetz: Zw.-E. das Orthopinakoid, oder: Zw.-A. die Normale desselben, gilt (über einen anderen Ausdruck s. S. 130). Gewöhnlich sind die Individuen durch Juxtaposition in einer dem orthodiagonalen Verticalschnitt parallelen Fläche verbunden.

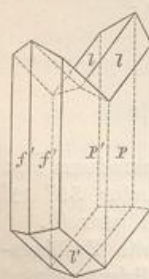


Fig. 273.

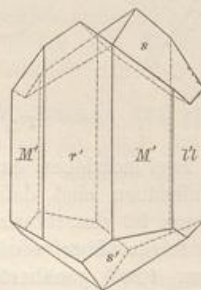


Fig. 274.

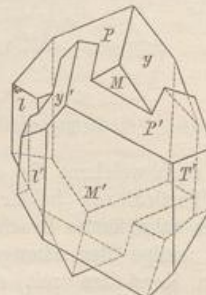


Fig. 275.

So erscheinen z. B. die Zwillinge des Gypses, Fig. 273, von welchem zwei Individuen der Combination  $\infty P \infty \infty P'$ . — P oft so regelmässig mit einander verwachsen sind, dass die Flächen des Klinopinakoids (P und P') beiderseits in eine Ebene fallen. Auf ganz ähnliche Weise sind die gewöhnlichen Zwillinge des Augits

gebildet, Fig. 274, deren Individuen die Combination  $\infty P \infty \infty P' \infty \infty P \infty P'$  darstellen, und gleichfalls sehr symmetrisch gestaltet und sehr regelmässig verwachsen zu sein

pflegen, ohne irgendeine Demarcationslinie auf den Flächen des Klinopinakoids erkennen zu lassen. Die beiderseitigen Hemipyramiden  $P(s)$  bilden (ebenso wie die Hemipyramiden  $-P$  am Gyps) einerseits einspringende, anderseits ausspringende Zwillingskanten. Aehnliche Erscheinungen wiederholen sich bei der Hornblende, dem Wolframit und bei anderen Mineralien.

In anderen Fällen zeigen sich die Individuen durch Penetration verbunden, indem sie in der Richtung der Orthodiagonale mehr oder weniger in einander geschoben sind, und sich theilweise umschliessen und durchkreuzen. Diese Verwachsung ist auch am Gyps nicht selten, am Orthoklas und Sanidin aber sehr häufig. Die Verwachsungsebene, welche hier nicht mit der Zwillingsebene zusammenfällt, geht dabei oft dem Klinopinakoid mehr oder weniger parallel.

Die Individuen des Orthoklases zeigen gewöhnlich Formen, denen wesentlich die Combination  $\infty P \infty \cdot \infty P \cdot 0P \cdot 2P \infty$  zu Grunde liegt (vgl. S. 112). Zwei dergleichen Krystalle sind nun seitwärts in einander geschoben, wie es Fig. 275 zeigt, und lassen dabei noch einen, zuerst von Weiss hervorgehobenen Unterschied wahrnehmen, je nachdem sie einander ihre rechten oder ihre linken Seiten zukehren. So stellt z. B. Fig. 275 einen Zwilling mit links verwachsenen Individuen dar. Um dieses rechts und links zu bestimmen, denkt man sich selbst in dem einzelnen Individuum so aufrecht stehend, dass das Gesicht nach der schiefen Basis  $0P$  (der im Bilde mit  $P$  bezeichneten Fläche) gewendet ist. — Sehr belehrend für die Zwillingsbildungen des monoklinen Systems sind auch diejenigen des Glimmers (vgl. diesen im systematischen Theil), bei welchem die Individuen bald neben-, bald übereinandergewachsen sind. — Sind zwei hemiëdrisch-monokline Individuen nach dem Orthopinakoid verzwillingt, so wird die durch die Hemiëdrie verlorene S.-A. wieder erworben und der Zwilling erhält holoëdrisch-monokline Symmetrie (z. B. Skolecit).

§ 60. **Einige Zwillinge des triklinen Systems.** Hier kommen häufig ein paar Zwillingsbildungen vor, welche zur Unterscheidung der triklinen und monoklinen Feldspathe von grosser Wichtigkeit sind. Die eine dieser Bildungen steht unter dem Gesetz: Zw.-E. das Brachypinakoid, oder Zw.-A. die Normale des brachydiagonalen Verticalschnitts. Da nun dieser Verticalschnitt und die Basis in den triklinen Feldspathen nicht mehr rechtwinkelig auf einander sind, so müssen in solchen Zwillingen die beiderseitigen Basen einerseits ausspringende, anderseits einspringende Winkel bilden, wogegen bei den monoklinen Feldspathen (wo das Brachypinakoid dem als S.-E. vorhandenen und deshalb als Zw.-E. ausgeschlossenen Klinopinakoid entspricht) nach analogem Gesetz gar keine Zwillinge entstehen können, und die beiderseitigen Basen in eine Ebene fallen würden.

Die Krystalle der unter dem Namen Plagioklas vereinigten triklinen Feldspathe (z. B. Albit) lassen diese Zusammensetzung nach  $\infty P \infty$  sehr häufig wahrnehmen, Fig. 276, und die dadurch von den beiderseitigen Flächen  $0P$  ( $P$  und  $P'$ ) und ebenso von den beiderseitigen  $P \infty$  (oder  $x$  und  $x'$ ) gebildeten sehr stumpfen aus- und einspringenden Winkel sind eine höchst charakteristische Erscheinung, durch welche diese Mineralien auf den ersten

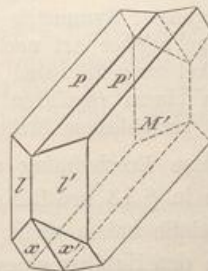


Fig. 276.

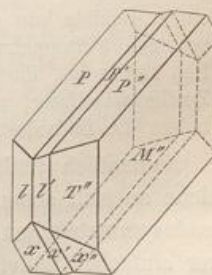


Fig. 277.

Blick ihre triklinen Natur zu erkennen geben. Diese Zusammensetzung wiederholt sich gewöhnlich, und so entstehen zunächst Drillingskrystalle wie Fig. 277, in welchen meist

das mittlere Individuum eine dünne lamellare Form hat, so dass der ganze Drilling wie ein (aus den beiden äusseren Individuen bestehender) einfacher Krystall erscheint, welchem eine Krystalllamelle eingewachsen ist. Findet die Wiederholung mehrfach statt, so sind gewöhnlich alle inneren Individuen zu solch dünnen Lamellen verkürzt, und dann erscheint auf den Flächen  $P$  und  $x$  des Zwillingstocks eine ausgezeichnete Zwillingstreifung, nicht selten so fein, dass sie erst unter der Loupe oder in Dünnschliffen unter dem Mikroskop sichtbar wird. Ueber andere Zwillingverwachsungen trikliner Krystalle vgl. Albit, Anorthit.

Allgemein gilt die Bemerkung, dass auch zwei Zwillinge, von denen ein jeder nach demselben bestimmten Gesetz gebildet ist, nach einem anderen Gesetz zu einem Doppelzwillings zusammenwachsen können. So geschieht es z. B., dass zwei Zwillinge des Plagioklases, von denen jeder wie Fig. 276 gebildet ist, in solcher Stellung und nach entsprechendem Gesetz mit einander verwachsen sind, wie es Fig. 275 für die beiden einfachen Orthoklas-Individuen zeigt.

§ 64. **Erhöhung der Symmetrie durch Zwillingbildung.** Als sehr bemerkenswerth ist es schon in dem Vorstehenden an vielen Stellen ersichtlich geworden, dass den durch Zwillingverwachsung entstehenden Formen höhere und vollkommener Symmetrieverhältnisse eigen sind, als den betreffenden Einzelindividuen. So erlangen z. B. die nach  $\infty P$  gebildeten einfachen Zwillinge der triklinen Feldspathe (Fig. 276) die Symmetrie des monoklinen Systems, die Zwillinge der monoklinen Mineralien Augit, Hornblende, Gyps, Titanit (z. B. Fig. 273, 274) die Symmetrie des regelmässigeren rhombischen; die Drillinge des rhombischen Witherits erscheinen wie hexagonale Formen (Fig. 272c).

Die monoklinen Individuen des Phillipsits sind sogar fähig, durch wiederholte Zwillingbildung Gestalten von der Symmetrie des regulären Systems zu erlangen. Fig. 278 stellt einen, rhombische Symmetrie besitzenden Zwilling zweier monokliner Individuen nach der Basis dar; in Fig. 279 sind 2 Zwillinge dieser Art nach  $P$  zu

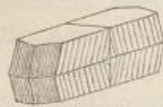


Fig. 278.



Fig. 279.

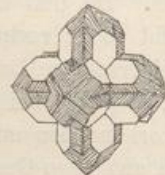


Fig. 280.



Fig. 281.

einem Gebilde von tetragonaler Symmetrie durcheinandergewachsen; in Fig. 280 erscheinen 3 Doppelzwillinge solcher Art nach  $\infty P$  vereinigt, und wenn darin, wie es Fig. 281 zeigt, die Winkel ausgefüllt sind, so gleicht die Form, abgesehen von der Zwillingstreifung, genau einem regulären Rhombendodekaeder mit 9 S.-E.n; darin haben die Individuen 12 verschiedene Stellungen.

Namentlich findet diese Erscheinung aber noch statt bei Mineralsubstanzen, welche an sich schon die in § 48 erwähnte Pseudosymmetrie besitzen. Diese pseudosymmetrischen Krystalle haben nicht nur die Neigung, in den Combinationen ihrer einfachen Individuen den Habitus eines anderen höheren Systems anzunehmen, sondern es dienen auch gerade die Flächen, welche beinahe den charakteristischen Winkel des letzteren einschliessen, bei ihnen als Zwillingsebenen und ihre Winkelverhältnisse überhaupt ermöglichen nebenbei eine Ausfüllung der sonst für die

Zwillinge bezeichnenden einspringenden Kanten. Indem bei solchen Grenzformen die Zwillingsbildung gleichzeitig nach allen ähnlich gelegenen Ebenen erfolgt, und jede Zwillingssebene eine S.-E. des ganzen Baues liefert, werden durch complicirte Re-  
petition der Zwillingsbildung, bei der namentlich cyklische Verwachsung sowie die Ausdehnung über die gemeinsame Axe oder den gemeinsamen Punkt hinaus eine Rolle spielt, Gestalten erworben, welche die Formen eines Krystallsystems höherer Symmetrie nachahmen. Dieselben werden nach *Tschermak* mimetische Krystalle genannt; die Erscheinung selbst heisst alsdann Mimesie und sie gewinnt natürlich ein besonderes Interesse, wenn sie nicht zufällig und vereinzelt, sondern constant auftritt, d. h. wenn sie von allen Krystallen desselben Minerals dargeboten wird<sup>1)</sup>. Solche mimetische Mineralien pflegen durch eine Streifung oder Sculptur auf den Krystallflächen, sodann durch die Inconstanz der Kantenwinkel, ferner durch die Unvereinbarkeit der optischen Charaktere mit den geometrischen gekennzeichnet zu werden.

Die Zahl der hierher zu rechnenden Vorkommnisse ist in neuerer Zeit bedeutend erweitert worden, indem die optische Untersuchung dünner Platten (bisweilen verbunden mit dem Studium der Aetzfiguren) oder kleine Abweichungen in den Winkelverhältnissen auf das Resultat geleiteten, dass die Gestalt mancher Mineralien, welche man von jeher als einem regelmässigeren Krystallsystem wirklich angehörig erachtete, nur eine Sammelform sehr zahlreicher, in verwickelter Zwillingsstellung befindlicher Individuen eines minder symmetrischen Systems sei. So ist nach *Becke* das Rhomboëder des Chabasits ein Complex trikliner, nach *Grosse-Bohle* das Oktaëder des Senarmonits ein Complex monokliner Individuen. *Tschermak* wies nach, dass der rhomboëdrisch erscheinende Pennin eine Sammelform dünner, in Zwillingsstellung übereinander gelagerter monokliner Lamellen ist. Ebenso bildet der triklone Mikroklin-Feldspath mimetisch-monokline Formen. — In gewissen der auf diesem Gebiete hervorgehobenen Fälle ist freilich die Vermuthung nicht ausgeschlossen, dass die optischen Erscheinungen, auf Grund deren sowohl die Existenz als das Krystallsystem der Einzelindividuen erschlossen wurde, nicht auch noch einer anderen Deutung fähig sind.

§ 62. **Zwillingsbildung durch Druck und Erwärmung.** Die Zwillingsbildung, in den meisten Fällen schon anfänglich beim Wachsthum der Krystalle zu Stande gekommen, kann aber auch hin und wieder das Resultat eines secundären Vorgangs sein, indem sie erst später an einem ursprünglich nicht verzwilligten Krystall herbeigeführt worden ist. Es ist nachgewiesen, dass eine solche secundäre Zwillingsbildung bei gewissen Mineralien einerseits durch Druck, andererseits durch Erwärmung erzeugt werden kann.

Durch einen geeigneten Druck kann z. B. bei einem Spaltungsrhomboëder des Kalkspaths eine einfache oder lamellar-polysynthetische Zwillingsbildung nach einer Fläche von  $-\frac{1}{2}R$  hervorgerufen werden (vgl. § 94). Man ist daher geneigt, die Ursache der so oft bei den Kalkspath-Individuen gröberkörniger Marmore wahr-

<sup>1)</sup> Zu den eigentlich mimetischen Krystallen scheint man diejenigen nicht rechnen zu sollen, welche zwar in der gewöhnlichen Beobachtungstemperatur ebenfalls solche, aus zwillingsmässig verwachsenen, minder symmetrischen Theilen bestehende Formen höherer Symmetrie besitzen, aber in hoher Temperatur diesen Aufbau verlieren und eine physikalische Beschaffenheit annehmen, die mit jener höheren Symmetrie übereinstimmt, z. B. der Leucit, Tridymit, Boracit. Denn in diesem Falle handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach bei den Krystallen, wie sie jetzt vorliegen, nicht um einen ursprünglichen Aufbau aus so zusammengefügteten Gebilden, sondern es ist im Rahmen der schon bestehenden höher symmetrischen Gestalt erst secundär ein Zerfall in minder symmetrische Theile erfolgt.

zunehmenden Zwillingsstreifung in dem gegenseitigen Druck zu erblicken, welchen die Krystallkörner gelegentlich der Gebirgserhebung auf einander ausübten. *Linck* wies nach, dass die beim Kalkspath in Dünnschliffen beobachtbare Zwillingsstreifung selbst erst bei der Herstellung des Präparats durch Druck nachträglich entstanden sein kann (N. Jahrb. f. Min. 1883. I. 204). Auch für andere Gesteinsgemengtheile ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass bisweilen die polysynthetische Zwillingsbildung nicht eine ursprüngliche, sondern erst durch spätere mechanische Wirkung in Folge des Gebirgsdrucks entstandene oder modificirte ist, so bei Diagonalen, bei Feldspathen, für welche *van Werveke* auf Vorkommnisse hinwies, die eine solche Erklärung begründen (z. B. Gebundensein der Lamellen in ihrem Dasein, ihrem Verlauf und ihrer Ausdehnung an Bruchlinien im Krystall, wobei das Absetzen der Lamellen an den Rissen nicht als Verwerfung gedeutet werden kann; vgl. N. Jahrb. f. Min. 1883. II. 98). — Weitere Beispiele einer durch Druck auf künstlichem Wege herbeiführbaren Zwillingsbildung bieten Antimon und Wismut, bei denen sie nach  $\frac{1}{2}R$ , Diopsid, wo sie nach  $0P$  erfolgt.

Nachdem *Mallard* schon an Platten von künstlichen Krystallen des rhombischen schwefelsauren Kali gefunden hatte, dass beim Erhitzen derselben die nach  $\infty P$  oder  $\infty P_3$  vorhandenen verzwilligten Lamellen sich erheblich vermehren, gelang es *Baumhauer* auch an vorher als einfach erkannten Platten dieses Salzes durch Temperaturerhöhung eine solche polysynthetische Zwillingsbildung erst hervorzurufen; dieselbe wurde auch in Platten von chromsaurem Kali durch Erhitzen bis zum schwachen Glühen reichlich und in grosser Feinheit erzeugt (Zeitschr. d. geol. Ges. XXV. 1883. 639). *Mügge* erhielt in Spaltstücken von Anhydrit durch Erwärmen zahlreiche parallel  $P\infty$  eingelagerte Zwillingslamellen.

Bei mehren Substanzen, welche äusserlich Formen eines höheren Symmetriegrades besitzen, aber innerlich aus Zwillingsverwachsungen von minder symmetrischen Theilen bestehen, geht umgekehrt diese in gewöhnlicher Temperatur ersichtliche Zwillingsbildung bei stärkerer Erwärmung verloren und die Krystalle erlangen dann eine optische Beschaffenheit, welche mit ihrer Form im Einklang steht; z. B. beim Boracit, Tridymit, Leucit. Weitere Angaben über diese eigenthümlichen Erscheinungen finden sich bei der Beschreibung der genannten Mineralien im Speciellen Theil.

#### c) Gesetzmässige Verwachsung ungleichartiger Substanzen.

§ 63. **Beispiele derselben.** Noch merkwürdiger, als die vorher betrachteten Verwachsungen, sind diejenigen, welche zuweilen zwischen Krystallen wesentlich verschiedener Mineralarten vorkommen und ebenfalls auf eine gesetzmässige Weise erfolgen. Die auch formell abweichenden Individuen sind dabei so gegen einander orientirt, dass beide mindestens eine Krystallfläche und eine dieselbe begrenzende Kante parallel haben. So kennt man schon lange die von *Germar* zuerst 1847 beschriebenen Verwachsungen des blauen triklinen Disthens und des braunrothen rhombischen Stauroliths, in welchen beiderseits eine Fläche und eine Axe parallel sind. *Breithaupt* wies interessante Verwachsungen von Eisenglanz (rhomboëdrisch) und Rutil (tetragonal) nach, bei welchen kleine Krystalle des letzteren auf einem grösseren Krystall des ersteren so aufgewachsen sind, dass für die Hauptaxe und gewisse Flächen des Rutils ein Parallelismus zu den Zwischenaxen und gewissen Flächen des Eisenglanzes hergestellt wird. — Auf gleiche Weise sind zuweilen grössere Krystalle des monoklinen Orthoklases (z. B. von Baveno und Elba, von Hirschberg und Striegau in Schlesien) mit kleinen Krystallen von triklinem Albit in einer möglichst parallelen Stellung besetzt, oder auch auf einzelnen ihrer Flächen mit krystallisiertem Albit überzogen; eine Verwachsung, welche *Leopold v. Buch*