



## **Elemente der Mineralogie**

**Naumann, Carl Friedrich**

**Leipzig, 1901**

1. Spaltbarkeit der Individuen und andere Erscheinungen der Cohärenz.
- 

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

Krystallen zur Wahrnehmung gelangen. Diese Beziehung wird in dem Hauptsatz ausgesprochen, dass geometrisch-krystallographisch gleichwerthige Richtungen sich in jeder Hinsicht auch physikalisch gleich verhalten, oder dass alle geometrischen Symmetrie-Ebenen gleichfalls physikalische sind. Doch gilt dieser Fundamentalsatz nicht allenthalben auch in seiner Umkehrung. Es gibt zwar eine Anzahl von Eigenschaften, für welche ebenfalls umgekehrt alle physikalisch gleichwerthigen Richtungen auch geometrisch gleichwerthig, die in ersterer Hinsicht verschiedenen dies auch in letzterer Hinsicht sind, z. B. die Cohäsion mit der Spaltbarkeit, Härte, Elasticität, ferner die Pyroelektricität. Für eine zweite Gruppe von Eigenschaften, z. B. die optischen und thermischen, können aber in physikalischer Hinsicht Symmetrie-Ebenen existiren, welche keine geometrischen sind, indem die physikalisch gleichwerthigen Richtungen nicht lediglich auf die geometrisch gleichwerthigen beschränkt erscheinen. So sind z. B. bei einem regulären Krystall sämtliche Richtungen zwar wohl in optischer Beziehung physikalisch, aber keineswegs auch krystallographisch einander gleich, also in krystallographischer Hinsicht abweichende nicht auch physikalisch verschieden. Für diese letztere Abtheilung ist daher die Umkehrung des obigen Hauptsatzes nicht zulässig<sup>1)</sup>.

Wenn im Folgenden, dem althergebrachten Sprachgebrauch gemäss, auch bei den theilflächigen hemiëdrischen und tetartoëdrischen Krystallen des tetragonalen und hexagonalen Systems die verticale Axe *c* als Hauptaxe bezeichnet wird, so muss daran erinnert werden, dass ihr — in Folge der gegen die holoëdrischen Gestalten reducirten Symmetrie — morphologisch ein solcher Charakter als Haupt-Symmetrieaxe meist nicht mehr zukommt. In physikalischer Hinsicht aber spielt die Verticale auch bei den Theilflächern jener beiden Systeme stets die Rolle einer Hauptaxe.

#### 1. Spaltbarkeit der Individuen und andere Erscheinungen der Cohärenz.

§ 87. **Spaltbarkeit der Individuen.** Cohärenz überhaupt ist der innere Zusammenhalt der Körper, welcher sich durch den grösseren oder geringeren Widerstand offenbart, den sie jeder mechanischen Theilung entgegensetzen. Man unterscheidet an der Cohärenz die Quantität (den Grad oder die Stärke), und die Qualität (die eigenthümliche Weise ihrer Aeusserung).

An den Krystallen oder Individuen überhaupt muss ferner die Quantität der Cohärenz nach verschiedenen Richtungen unterschieden werden. Es ist nämlich eine sehr merkwürdige Erscheinung, dass in jedem anorganischen Individuum nach verschiedenen Richtungen verschiedene, und nach gewissen Richtungen weit geringere Grade der Cohärenz stattfinden, als nach anderen Richtungen. Jedes Individuum zeigt also nach bestimmten Richtungen Minima der Cohärenz, welche sich dadurch offenbaren werden, dass es in solchen Richtungen leichter zerrissen, oder nach den darauf normalen Richtungen durch Anwendung eines Messers, Meissels u. dgl. leichter gespalten werden kann, als nach anderen Richtungen. Ein jeder Krystall und überhaupt ein jedes Individuum besitzt demnach eine mehr oder weniger deutliche Spaltbarkeit, durch welche die Hervorbringung von Spaltungsflächen und Spaltungslamellen ermöglicht wird. Individuen von

1) Vgl. *Sohncke*, Entwicklung einer Theorie der Krystalstructure. 1879. 244.



Glimmer, Gyps, Kalkspath, Bleiglanz, Flussspath, Topas u. a. Mineralien lassen die Erscheinung besonders deutlich beobachten. Es gilt die Vorstellung, dass die Spaltbarkeitsebenen solche sind, in denen die Molecüle eine grosse gegenseitige Annäherung besitzen, während normal darauf die Entfernung der einzelnen auf einander folgenden Molecularlagen eine relativ grosse ist. — Amorphe Mineralien können keine Spaltbarkeit zeigen, weil bei ihnen die Cohärenz nach allen Richtungen übereinstimmt.

Sehr wichtig ist ferner die Thatsache, dass die Spaltungsflächen stets den Flächen bestimmter Formen des betreffenden Formencomplexes parallel liegen, welche entweder an dem Krystall schon vorhanden oder daran möglich sind; woraus denn von selbst folgt, dass die Richtungen jener Minima der Cohärenz stets normal auf denselben Krystallflächen sein müssen.

Da sich ferner jede Spaltungsfläche als eine ebene Fläche mit gleicher Vollkommenheit durch das ganze Individuum verfolgen lässt, so ist auch zu schliessen, dass die Minima der Cohärenz einen sehr eminenten Charakter behaupten, und keineswegs durch allmähliche Uebergänge in die grösseren Cohärenzgrade der zunächst anliegenden Richtungen verlaufen. Endlich ist die Annahme berechtigt, dass die Spaltbarkeit ohne Grenzen stattfindet, und auf immer dünnere und dünnere Lamellen gelangen lässt, bis zuletzt die Instrumente nicht mehr fein genug sind, um fernere Spaltungen zu bewerkstelligen (Gyps, Glimmer).

Die Spaltbarkeit ist also nur eine Folge der eigenthümlichen Cohärenzverhältnisse, des Vorhandenseins von Minimalgraden der Festigkeit bei den anorganischen Individuen, aber durchaus nicht eine Structur oder ein Gefüge derselben, wie so oft gesagt wurde, und nur dann mit Recht gesagt werden könnte, wenn die Spaltungsflächen und Spaltungslamellen als solche in den Individuen wirklich präexistirten, ehe sie durch mechanischen Eingriff zum Vorschein gebracht werden; dies ist aber schlechterdings nicht der Fall, vielmehr beruht jene Eigenschaft nur darauf, dass die Substanz des Krystalls in jedem Punkt nach der Richtung der Normalen der Spaltungsflächen am wenigsten cohärrt. Da die Spaltungsflächen eine Theilung der Krystalle in Lamellen oder Blätter gestatten, so hat man sie auch Blätterdurchgänge genannt. — Der Verlauf der Spaltbarkeit findet sich bei vielen Mineralien durch Sprünge oder Risse im Inneren angezeigt; einige derselben, wie Glimmer, Gyps gelangen vielfach schon im zerspaltenen Zustand in unsere Hände.

§ 88. **Spaltungsformen.** Lässt sich an einem Individuum ein Minimum der Cohärenz oder eine Spaltungsfläche nachweisen, so findet dasselbe nach den Normalen aller gleichwerthigen Flächen, oder nach den sämtlichen Flächen derjenigen Krystallform (oder Partialform) statt, zu welcher die beobachtete Spaltungsfläche gehört. Auch sind stets diese correlaten Minima von völlig gleichem Werth, während sich die zu verschiedenen Formen gehörigen Minima als ungleichwerthig erweisen (Beispiele an Kalkspath, Bleiglanz, Amphibol, Baryt, Gyps). Spaltungsflächen, welche nicht in gleichem Grade eben sind, lassen daher immer auf Ungleichheit der mit ihnen parallelen Krystallflächen schliessen. — Da die gleichwerthigen Spaltungsflächen also stets in derselben Anzahl vorhanden sind, wie die Flächenpaare der ihnen entsprechenden Krystallform, so gestatten sie die Darstellung von Spaltungsformen, welche sich durch nichts, als durch den Mangel der Ursprünglichkeit von den Krystallformen unterscheiden (§ 2) und, gleichwie diese, theils als geschlossene, theils als offene Formen zu erkennen geben.



Daher bestimmt man auch die Spaltungsformen jeder Art einfach durch die krystallographischen Namen und Zeichen der entsprechenden Krystallformen.

Oft fällt bei dem ersten Versuch, die Spaltungsform herzustellen, dieselbe etwas verzerrt aus: so liefert das cubisch spaltende Steinsalz vielleicht längliche rechtwinkelige Parallelepipeda, der oktaëdrisch spaltbare Flussspath zunächst Tetraëder, die rhomben-dodekaëdrisch spaltbare Zinkblende Formen, die nicht von allen 12 Flächen begrenzt sind. — Mineralien, welche blos in einer oder zwei Richtungen spaltbar sind (z. B. blos basisch oder blos prismatisch) liefern auch nur offene Spaltungsformen.

Eine sehr wichtige Thatsache, welche der Spaltbarkeit einen grossen Werth für die Diagnose der Mineralien verleiht, ist es aber, dass jede Mineralart immer nur eine, oder einige wenige Spaltungsformen erkennen lässt, welche in allen Varietäten des Minerals dieselben, und von der äusseren Krystallform sowie überhaupt von der Ausbildungsweise der Individuen gänzlich unabhängig sind. Diese specifische Einerleiheit der Spaltungsformen, bei aller Manchfaltigkeit der Krystallform eines und desselben Minerals, erhebt die Spaltbarkeit zu einem Merkmal von grösstem Belang. Ob der Kalkspath in flachen Rhomboëdern oder in spitzen Skalenoëdern oder in hexagonalen Prismen krystallisirt, seine Spaltbarkeit ist stets die gleiche. Und selbst die ganz ungestalteten Individuen der körnigen, schaligen und stengeligen Aggregate, welche keine Spur von Krystallformen besitzen, zeigen die Spaltbarkeit nach denselben Richtungen und mit derselben Vollkommenheit, wie die Krystalle derselben Substanz. Die Spaltbarkeit ist daher eine, allen Individuen derselben Mineralart in gleicher Weise zukommende Eigenschaft, wie vollkommen oder wie unvollkommen und wie verschieden auch ihre äussere Form beschaffen sein mag. So ermöglichen denn die Spaltungsformen bisweilen die Feststellung des Krystallsystems bei Substanzen, welche nicht in ausgebildeten Individuen, sondern nur in krystallinischen Stücken vorliegen, während dieselben anderseits verwandt werden können, um die Richtigkeit der Deutung einer Krystallform zu erproben.

Wenn reguläre Krystalle in einer Richtung ein Minimum der Cohärenz haben, also senkrecht darauf Spaltbarkeit stattfindet, so muss dasselbe Minimum auch in allen denjenigen Richtungen vorliegen, welche mit Bezug auf die drei Hauptsymmetrie-Ebenen symmetrisch zu jener liegen. Ein Krystall, der nur nach einer oder nur nach zwei Richtungen spaltet, kann daher nicht dem regulären System angehören, welches mindestens drei gleichwerthige Spaltungsrichtungen erfordert. — Geschlossene Spaltungs-gestalten mit Spaltungsflächen gleicher Qualität sind ein nothwendiges Postulat des regulären Systems.

§ 89. **Bezeichnung und Benennung der Spaltungsrichtungen.** In den einzelnen Krystallsystemen verlaufen die Spaltungsrichtungen gewöhnlich:

1) im regulären System:

oktaëdrisch nach  $O^1$ , Flussspath, Rothkupfererz,  
hexaëdrisch nach  $\infty O \infty$ , Steinsalz, Bleiglanz,  
dodekaëdrisch nach  $\infty O$ , Zinkblende, Sodalith;

2) im Tetragonalsystem:

pyramidal nach  $P$  oder  $2P \infty$ , Scheelit, Wulfenit, Kupferkies,

1) Die häufigsten Spaltungsrichtungen sind gesperrt gedruckt.



- prismatisch nach  $\infty P$  oder  $\infty P\infty$ , Rutil, Zinnstein,  
basisch nach  $0P$ , Uranit, Apophyllit;
- 3) im Hexagonalsystem:  
pyramidal nach  $P$  oder  $P2$ ,  
prismatisch nach  $\infty P$ ,  $\infty P2$  oder  $\infty R$ , Apatit, Nephelin, Zinkit, Zinnober,  
basisch nach  $0P$  oder  $0R$ , Beryll, Pyrosmalith, Zinkit, Antimon,  
rhomboëdrisch nach  $R$ , Kalkspath, Eisenspath, Dolomit;
- 4) im rhombischen System:  
pyramidal nach  $P$ , Schwefel,  
prismatisch nach  $\infty P$ , Cerussit, Natrolith,  
makrodomatisch nach  $\bar{P}\infty$ , oder brachydomatisch nach  $\check{P}\infty$ ,  
basisch nach  $0P$ , Topas, Prehnit,  
makrodiagonal nach  $\infty \bar{P}\infty$ , Anhydrit,  
brachydiagonal nach  $\infty \check{P}\infty$ , Antimonglanz;
- 5) im monoklinen System:  
hemipyramidal nach  $P$  oder  $-P$ , Gyps,  
prismatisch nach  $\infty P$ , Amphibol, Pyroxen,  
klinodomatisch nach  $R\infty$ , Kupferlasur,  
hemidomatisch nach  $P\infty$  oder  $-P\infty$ ,  
basisch nach  $0P$ , Magnesiaglimmer, Orthoklas, Klinochlor, Epidot,  
orthodiagonal nach  $\infty P\infty$ , Epidot,  
klinodiagonal nach  $\infty R\infty$ , Gyps, Stilbit, Orthoklas;
- 6) im triklinen System:  
hemiprismatisch nach  $\infty P'$  oder  $\infty'P$ , Labradorit,  
hemidomatisch nach einem halben Makrodoma oder Brachydoma,  
basisch nach  $0P$ , Albit, Oligoklas, Labradorit,  
makrodiagonal nach  $\infty \bar{P}\infty$ , oder  
brachydiagonal nach  $\infty \check{P}\infty$ , Albit, Oligoklas, Labradorit.

§ 90. **Verschiedene Vollkommenheit der Spaltbarkeit.** Gleichwie sich die Spaltbarkeit an einem und demselben Individuum nach den Richtungen verschiedener Krystallflächen sehr ungleichwerthig herauszustellen pflegt (§ 87), so findet man auch, dass sie, obwohl nach krystallographisch übereinstimmend orientirten Flächen vorhanden, doch bei verschiedenen Mineralien, ja sogar in verschiedenen Varietäten einer und derselben Mineralart mit recht verschiedenen Graden der Vollkommenheit ausgebildet sein kann. Daher muss, ausser der Lage der Spaltungsflächen, auch die Leichtigkeit oder Schwierigkeit der Spaltung selbst, und die Beschaffenheit der Spaltungsflächen für eine erschöpfende Charakterisirung berücksichtigt werden.

Die Spaltbarkeit ist entweder höchst vollkommen (Glimmer, Gyps, Calcit, Antimonglanz), oder sehr vollkommen (Flussspath, Baryt, Amphibol), oder vollkommen (Pyroxen, Kryolith), oder unvollkommen (Granat, Quarz), oder sehr unvollkommen, wenn nur einzelne, kaum bemerkbare Spuren derselben vorhanden sind. Die Spaltungsflächen selbst aber sind entweder stetig ausgedehnt, oder unterbrochen und gleichsam abgerissen, übrigens meist glatt, selten gestreift. Sehr unvollkommene Spaltungsrichtungen geben sich nur in kleinen sporadischen



Elementen von Spaltungsflächen zu erkennen, und lassen sich oft nur bei starker Beleuchtung auf den Bruchflächen des Minerals entdecken. Nur bei wenigen krystallinischen Mineralien unterscheiden sich die Minima der Cohärenz so wenig von den übrigen Cohärenzgraden, dass sie gar keine Spaltungsflächen, sondern lediglich Bruchflächen wahrnehmen lassen.

Bei solchen Mineralien, welche der vielfach wiederholten Zwillingsbildung mit parallelen Zusammensetzungsflächen unterworfen sind, und daher in polysynthetischen Krystallen oder in dergleichen individualisirten Massen auftreten, sind gestreifte Spaltungsflächen eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Diese Streifung ist eine nothwendige Folge der wiederholten Zwillingsbildung und lässt z. B. vortrefflich die triklinen und die monoklinen Feldspathe auseinanderhalten.

Anm. Neben der eigentlichen Spaltbarkeit kommt noch bei einigen Mineralien die Tendenz zu einer Zerklüftung nach gewissen Richtungen vor. Die dadurch erzeugten Risse verlaufen unregelmässiger, vielfach etwas gebogen und gekrümmt und irgend einer Krystallfläche nur annähernd parallel. Eine solche Zerklüftung tritt z. B. bei den Sanidinen in den Phonolithen, Rhyolithen und Trachyten ungefähr dem Orthopinakoid parallel, bei den Krystallen der rhombischen Pyroxene, bei dem Apatit und Turmalin parallel der horizontalen Basis hervor und trägt nicht den Charakter der eigentlichen Spaltbarkeit.

Ausserdem existirt aber noch bei etlichen Mineralien eine Theilbarkeit nach recht planen und glatten Flächen, welche dennoch keine eigentliche Spaltbarkeit darstellt und keinem Cohärenzminimum entspricht, weshalb man sie wohl als Ablösung oder Absonderung unterscheidet; sie findet sich z. B. bei dem Diallag parallel dem Orthopinakoid, beim Korund nach der Basis. Theils scheint es sich hier um das Auftreten von Gleitflächen (§ 94) oder um einen Zwillingsbau zu handeln, theils scheint diese Ablösung auf dem Vorhandensein eingelagerter Substanzen oder insbesondere auf einer schaligen Verwachsung zu beruhen. Auch das der wirklichen Spaltbarkeit entbehrende Magnet Eisen zeigt in Folge einer schaligen Zusammensetzung nach den Oktaederflächen gleichfalls darnach eine Ablösung. Der Unterschied gegen die echte Spaltbarkeit tritt in allen diesen Fällen dadurch hervor, dass die schaligen Ablösungen bei einer gewissen Dünne ihr Ende erreichen, wogegen die Spaltung unbegrenzt ist.

Die absolute Festigkeit der Krystalle ist natürlich um so abhängiger von ihrer Spaltbarkeit, je vollkommener dieselbe ist. *Sohncke* hat Versuche über diese Cohäsion oder Zugfestigkeit des Steinsalzes nach abweichenden Richtungen ausgeführt, indem er daraus verschiedene quadratische Prismen schnitt, deren Längsaxe einer der Hauptaxen, einer der trigonalen und einer der rhombischen Zwischenaxen parallel war, diese Prismen in zweckmässiger Fassung senkrecht befestigte, und am unteren Ende mit einer Schale verband, in welche feine Schrotkörner liefen, bis die Zerreiſsung erfolgte. Wurde das erste Stäbchen (senkrecht zu  $\infty 0 \infty$ ) durch ein Gewicht von 1 kgr zerriſsen, so bedurfte das zweite (senkrecht zu 0) von gleichem Querschnitt 2, und das dritte (senkrecht zu  $\infty 0$ ) 2,6 kgr Gewicht, um es zu zerreiſsen. Stets ergab sich übrigens, dass die Zerreiſsungsflächen den Spaltungsflächen entsprachen.

§ 94. **Gleitflächen und Schlagfiguren.** Ausser den Spaltungsflächen gibt es in den Krystallen noch andere Flächen, welche dadurch ausgezeichnet sind, dass parallel denselben ein Gleiten, eine gegenseitige Verschiebung der Theilchen mit bedeutend grösserer Leichtigkeit als in den unmittelbar benachbarten Richtungen von Statten gehen kann und welche durch zweckmässigen Druck hervorgebracht werden. *E. Reusch*<sup>1)</sup> nannte die so entstehenden Trennungsflächen, welche eine

<sup>1)</sup> Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 432. 444, und Bd. 436. 430; auch Monatsberichte der Akad. der Wissenschaften in Berlin, 1872, April, S. 242, und 1873 vom 29. Mai.



dauernde Deformation bewirken, die Gleitflächen. Viele Mineralien besitzen diejenigen Richtungen als Gleitflächen, nach welchen auch die Zwillingbildung insbesondere erfolgt; aber niemals fallen die Gleitflächen mit den Spaltungsflächen zusammen. Durch diese Gleitungen werden bald nur einfache Trennungen in der gegebenen Direction hervorgerufen, anderseits kann aber auch eine Umdrehung der kleinsten Theilchen damit verknüpft sein, welche dadurch in eine gegenseitige Zwillingsstellung gerathen.

Feilt man an einem hexaëdrischen Spaltungsstück von Steinsalz zwei gegenüberliegende Kanten regelmässig weg, und presst man hierauf das Spaltungsstück zwischen den angefeilten Abstumpfungsf lächen, so entsteht in ihm eine Trennungsfläche, welche der in der Richtung des Drucks liegenden Fläche von  $\infty O$  parallel ist; dieser Fläche entspricht bei dem Steinsalz keine Spaltbarkeit. Indem der Gebirgsdruck ganz ähnlich wie das künstliche Experiment wirkt, gewahrt man auch oft an natürlich vorkommenden Steinsalzstücken solche glatten Gleitflächen. Feilt man ebenso an einem Spaltungsstück von Kalkspath zwei gegenüberliegende schärfere Kanten dergestalt weg, dass die angefeilten Flächen dem Prisma  $\infty P_2$  entsprechen, und presst man das Stück zwischen beiden Flächen, so sieht man in dessen Innerem Trennungsflächen aufblitzen, welche den Flächen des Rhomboëders  $-\frac{1}{2}R$  parallel sind, also dieselbe Lage haben, wie die Zwillingslamellen, welche die Spaltungsstücke so häufig durchsetzen; und in der That sind auf diese Weise auch dergleichen Lamellen erzeugt worden. Nach *Max Bauer* besitzen am Bleiglanz die Rhombendodekaëderflächen, am Cyanit die Basisflächen, nach *Seligmann* am Antimonglanz die Basisflächen Gleitflächencharakter.

Gleitflächen unterscheiden sich also dadurch von Spaltungsflächen, dass parallel zu den ersteren die leichteste Verschiebung, senkrecht zu den letzteren die leichteste Trennung erfolgt. — Die Thatsache, dass die Rhomboëderfläche  $-\frac{1}{2}R$  am Kalkspath die Bedeutung einer Gleitfläche hat, war übrigens schon 1828 *Brewster* bekannt. Nach der Auffassung von *Reusch* beruht die Entstehung der Gleitfläche darin, dass der Druck eine Drehung der Theilchen um eine Axe, welche in einer Fläche  $-\frac{1}{2}R$  und zugleich senkrecht zu einem Hauptschnitt (senkrecht zur Polkante von  $R$ ) liegt, bewirkt, so dass die Molecüle dadurch in eine neue Gleichgewichtslage gelangen. Sehr merkwürdig ist bei dieser künstlichen Zwillingsbildung am Kalkspath die ebenfalls von *Reusch* beobachtete Thatsache, dass eine solche durch Druck hervorbrachte Lamelle, welche nicht durch die ganze Dicke des Krystalls geht, mittels Erwärmung wieder zum Verschwinden gebracht werden kann. — Nach *Baumhauer* lässt sich aus einem prismatischen Spaltungsstück von Kalkspath ein äusserlich vollkommen modellgleicher Zwilling aus zwei nach  $-\frac{1}{2}R$  symmetrischen Hälften herstellen, indem die Klinge eines gewöhnlichen Taschenmessers in geeigneter Weise allmählich hineingedrückt wird (Fig. 299); die wie in einem geschmeidigen Körper stattfindende

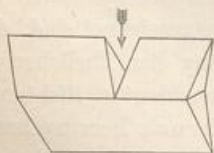


Fig. 299.

Verschiebung mit Umstellung der Theilchen gibt sich auch darin kund, dass die auf den Flächen des in Zwillingsstellung übergegangenen Theiles erzeugten Aetzfiguren (vgl. § 92) sowohl ihre Lage als ihre Gestalt verändert haben; ritzt man in die Fläche vor der Einwirkung des Drucks mit einer feinen Spitze einen Kreis ein und bewirkt dann die Verschiebung des betreffenden Theiles, so zeigt sich an Stelle des Kreises eine zierliche Ellipse. — *O. Mügge* hat gezeigt, dass am Kalkspath auch  $\infty P_2$ ,  $OR$  und vielleicht noch einige andere Flächen als »Structurflächen« zu betrachten sind, d. h. als Flächen, parallel welchen eine Trennung, Verschiebung oder



Drehung der kleinsten Theilchen besonders leicht stattfindet. Die Zwillingslamellen des Antimons nach  $\frac{1}{2}R$ , diejenigen des Wismuts nach derselben Fläche können zufolge *Mügge* auch durch Druck hervorgebracht werden: beim Wismut genügt meistens ein Schlag auf die Polkante des Rhomboëders, um parallel der horizontalen Diagonale der anliegenden Fläche verlaufende Zwillingslamellen hervortreten zu lassen, die allerdings ausserordentlich fein sind; ebenso gelingt es bei Diopsiden, künstlich Zwillingslamellen nach  $OP$  hervorzubringen. Anhydrit, welcher nach den 3 rhombischen Pinakoiden spaltet, gleitet nach einem Prisma.

Solche Zwillingsbildung durch Druck (vgl. S. 144) zeigt sich bei vielen Mineralien, welche als Gemengtheile eines dem Gebirgsdruck ausgesetzt gewesenen Gesteins vorkommen, z. B. bei den Kalkspathkörnern des Marmors.

*Bauer* hat zuerst die Vermuthung ausgesprochen, dass eine allgemeine Beziehung zwischen gewissen Gleitflächen der Krystalle und ihren Zwillingsflächen bestehe, wie dies z. B. für den Glimmer gilt, bei welchem die Gleitflächen zugleich Zwillingsflächen sind, ebenso beim Cyanit bezüglich der Fläche  $OP$ ; auch *Mügge* hat darauf aufmerksam gemacht, dass bei so vielen anderen Mineralien (wie namentlich beim Kalkspath) z. Th. die Zwillingsflächen mit den Spalt-, Gleit- und sog. Absonderungsflächen zusammenfallen, z. Th. letztere zu ersteren symmetrisch liegen. Auch beim Graphit sind die Zwillingsflächen, welche die trianguläre Streifung auf der Basis hervorbringen, zugleich Gleitflächen; die Streifung kann durch Biegung der Graphitlamellen auf deren concaven Seite künstlich hervorgebracht werden. — Doch unterscheiden sich die Gleitflächen von den Zwillingsflächen dadurch, dass sie in Richtungen existiren können, nach denen vermöge der Symmetrie keine Zwillingsbildung möglich ist, z. B.  $\infty O$  beim Steinsalz,  $OP$  beim Antimonglanz.

Uebrigens wies *v. Jeremejeff* darauf hin, dass die Erscheinungen der Gleitflächen wohl auch an aufgewachsenen, grösstentheils in einen Hohlraum hineinragenden Krystallen wahrgenommen werden (z. B. beim Eisenglanz, Diopsid, Antimonglanz), wo Druck dieselben nicht hervorgerufen haben könne (Z. f. Kryst. XXVIII. 1897. 524). — Nach *Vernadsky* können einfache Schiebungen, wie sie in den Gleiterscheinungen zur Geltung kommen, auch durch ungleichförmiges Erwärmen des Krystalls, z. B. Berührung an einer Stelle mit einem heissgemachten Draht hervorgebracht werden.

Aehnliche Flächen lassen sich aber auch durch einen Schlag hervorbringen, indem man auf die zu prüfende Krystall- oder Spaltungsfläche einen stumpf-konisch zugespitzten Stahlstift (den Körner der Metallarbeiter) senkrecht aufsetzt, und gegen denselben mit einem kleinen Hammer einen kurzen leichten Schlag führt. Dabei bilden sich gleichzeitig mehrere Trennungsflächen in der Form kurzer Sprünge aus, welche vom Schlagpunkt aus nach bestimmten Richtungen divergiren, und daher eigenthümliche Figuren bilden, welche *Reusch* Schlagfiguren nannte. So entstehen auf einer Spaltungsfläche von Steinsalz zwei Sprünge, die ein rechtwinkeliges Kreuz bilden, und den auf der geschlagenen Fläche senkrechten Flächen von  $\infty O$  parallel sind, während nach anderen Richtungen die übrigen sichtbar werden. Diese Sprünge entsprechen Trennungsflächen, welche bei dem Steinsalz wohl als Gleitflächen, aber nicht als Spaltungsflächen ausgebildet sind. Auf den Oktaëderflächen des Steinsalzes erscheint eine dreistrahlige Schlagfigur, deren abermals  $\infty O$  parallele Risse senkrecht stehen auf den Combinationskanten von  $O$  und  $\infty O\infty$ . Auf einem Spaltungsstück von Kalkspath entsteht ein gleichschenkeliges Dreieck, dessen Schenkel den Randkanten parallel sind, während die der Polecke zugewendete Basis der langen Diagonale der geschlagenen Fläche parallel ist, nach welcher Richtung auch die ganze Figur dicht gestreift erscheint. Auf parallel der



Basis geschnittenen Kalkspathplatten erhält man einen Stern, dessen drei Strahlen  $120^\circ$  mit einander bilden.

Bei dem Sylvin (Chlorkalium) ist auf den Würfelflächen die Schlagfigur zwar auch in der Regel ein vierstrahliger Stern, aber die Winkel, unter denen sich die einzelnen Strahlen schneiden, sind im Allgemeinen verschieden und die Risse sind nicht mehr normal zur Würfelfläche, sondern immer gegen dieselbe geneigt, was beides mit dem plagiëdrisch-hemiëdrischen Charakter des Minerals zusammenhängt (vgl. S. 195).

Besonders interessant sind die von *Reusch* an Lamellen optisch zweiaxiger Glimmer hervorgebrachten Schlagfiguren, welche entstehen, wenn eine scharfe Nadelspitze durch einen raschen elastischen Schlag eingetrieben wird. Sofern sie

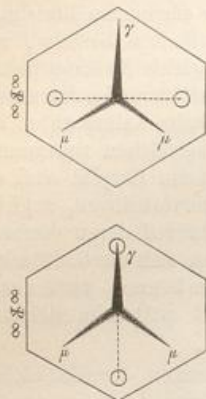


Fig. 300.

gut gelingen, erscheinen sie als sechsstrahlige Sterne, welche aber bisweilen zu dreistrahligen werden, indem die Radien von der Mitte aus nur nach einer Richtung verlaufen. Einer dieser Radien ( $\gamma$ ), welchen *Reusch* den charakteristischen Radius oder Leitstrahl nennt, ist stets parallel den zwei Lamellenkanten, welche der Klinodiagonale entsprechen, während die beiden anderen, nicht wie dieser scharf, sondern treppenartig verlaufenden Risse ( $\mu$ ) den übrigen vier Kanten des Hexagons parallel liegen (Fig. 300)<sup>1)</sup>. Da nun die Ebene der optischen Axen in den meisten Glimmern parallel der Orthodiagonale, in den übrigen parallel der Klinodiagonale ist, so verhilft uns die Schlagfigur zur Erkennung dieses Unterschiedes. Denn in einem Glimmer der ersten Art wird die Ebene der optischen Axen rechtwinkelig auf dem charakteristischen Radius sein, während sie demselben in einem Glimmer der zweiten Art parallel ist; bei jenem fällt also die Axen-Ebene mitten zwischen zwei Durchmesser der (hexagonalen) Schlagfigur; bei diesem coincidirt sie mit dem charakteristischen

Durchmesser derselben. Diese Unterscheidung ist ganz unabhängig davon, wie die Lamelle begrenzt ist, und kann an jedem ganz regellos gestalteten Glimmer vollzogen werden.

§ 92. **Aetzfiguren.** Auch durch den hinreichend langsamen und vorsichtigen Angriff von lösenden oder corrodirend wirkenden Mitteln auf die Krystalle offenbaren sich gewisse latente Cohäsionsverhältnisse nach bestimmten Richtungen, indem auf den glatten Krystallflächen mikroskopisch kleine und von ebenen Flächen begrenzte Vertiefungen, die sogenannten Aetzfiguren (oder Aetzeindrücke, Aetzgrübchen) entstehen, welche anfangs namentlich von *Leydolt*, *G. Rose*, *Haushofer*, am eingehendsten und erfolgreichsten aber von *H. Baumhauer* und *F. Becke* untersucht worden sind. Dieselben lassen erkennen, dass die Löslichkeit, die Ueberwindung des Zusammenhangs der kleinsten Theilchen, nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene ist, sind auch auf einer und derselben Fläche eines homogenen Krystalls sämmtlich einander ähnlich und unter einander parallel

<sup>1)</sup> Man vergleiche auch die treffliche Abhandlung von *Bauer* über den Glimmer (Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 138, S. 337), in welcher die Wichtigkeit dieser durch die Schlagfiguren ermöglichten Unterscheidung der Glimmer nach ihrer ganzen Bedeutung hervorgehoben, und das Verfahren zur Erzeugung jener Figuren ausführlich erläutert wird. Eine fernere Arbeit in Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874. 137, behandelt den Gegenstand noch weiter und erörtert den Unterschied zwischen den Schlagfiguren und ähnlichen, aber anders orientirten Bruchlinien, die durch plötzlichen Druck mit einem abgerundeten Stift bei Glimmerblättchen, welche auf elastischer Unterlage aufrufen, hervorgebracht werden; diese Knickungen, welche Gleitflächen des Glimmers entsprechen, stehen auf den Schlaglinien fast genau senkrecht.



gestellt; ferner erweisen sie sich gleichartig auf krystallographisch gleichwerthigen, und verschiedenartig auf ungleichwerthigen Flächen, stets wie es scheint, wenigstens in der ursprünglichen Anlage, nach rationalen Parameterverhältnissen ausgebildet, wengleich hier Vicinalformen (S. 146) eine grosse Rolle spielen. Die Flächen der Aetzfiguren sind mit *Becke* als Ebenen aufzufassen, deren Normalen die Richtungen des grössten Widerstandes gegen Auflösung oder chemische Zersetzung darstellen. Die Aetzfiguren erscheinen zwar, wie *Baumhauer* gezeigt hat, unabhängig von den Spaltungsrichtungen, stehen aber mit den Symmetrieverhältnissen der betreffenden Krystalle im engen Zusammenhang, indem sie in dieser Hinsicht von derselben Ordnung zu sein pflegen, wie die Symmetrie der geätzten Fläche selbst. Deshalb ermöglichen sie nicht nur die Erkennung des Krystallsystems, sondern geben auch, selbst wenn man nur einzelne Flächen der Krystalle untersuchen kann, ein Mittel an die Hand, die Existenz und Art einer etwaigen hemiëdrischen, tetartoëdrischen oder hemimorphen Ausbildung festzustellen. So zeigen die Aetzeindrücke in manchen Fällen, dass gewisse Krystallflächen, obschon sie holoëdrisch erscheinen, dies doch in Wirklichkeit nicht sind, sondern als Grenzformen hemiëdrischer, tetartoëdrischer oder hemimorpher Gestalten aufgefasst werden müssen (vgl. z. B. Apatit). Wo auf einer Fläche eine ganz variable Lage der Aetzeindrücke hervortritt, wird auf eine geringe Symmetrie der Krystallsubstanz zu schliessen sein. Wegen ihrer analogen Lage auf den gleichnamigen Flächen mit einander nicht parallel verwachsener Krystalle lassen diese künstlichen Eindrücke ferner Zwillinge leicht als solche erkennen und die Art ihrer Verbindung beurtheilen, z. B. da, wo bei einem Zwilling gleiche oder verschiedene Flächen in ein Niveau fallen; auch treten nach der Aetzung die Zwillingsgrenzen, sowie die eingeschalteten Lamellen besonders deutlich hervor, gleichfalls kann der pseudosymmetrische Charakter (§ 48) erkannt werden. — Uebrigens machen aber *Laspeyres* und *Baumhauer* darauf aufmerksam, dass die Aetzeindrücke, wenn sie auch auf denselben Flächen eines Krystalls dieselbe Symmetrie und zwar diejenige der Fläche selbst aufweisen, doch ihrer Ausbildungsweise nach von der Natur des angewandten Aetzmittels abhängig sind<sup>1)</sup>, weshalb dieselben nicht zugleich die Form der den Krystall aufbauenden Molecüle wiedergeben können. Auch wirkt ein und dasselbe Aetzmittel je nach seiner Concentration verschieden auf dieselbe Substanz ein. — Die corrodirende Behandlung der Mineralien erfolgt je nach deren Natur mit Salzsäure, Flusssäure, Aetzkali, Wasserdampf. Zur Erzielung einer guten Wirkung ist die rechtzeitige Unterbrechung des Vorgangs erforderlich. Die Beobachtung der Aetzeindrücke geschieht unter dem Mikroskop, entweder unmittelbar an der geätzten Fläche oder an Hausenblasen-Abdrücken derselben.

In Fig. 304 gibt Fig. *a* die auf der Basis des rhombischen Topas vermittle geschmolzenen Aetzkalis, Fig. *b* die auf der Basis des monoklinen Muscovits durch Behandlung mit Flussspath und Schwefelsäure erzeugten Aetzfiguren wieder; die ersteren sind, entsprechend der Symmetrie der rhombischen Basis, gleichgestaltet einerseits nach rechts und links, anderseits nach vorne und hinten, wogegen diejenigen auf der

1) Vgl. dar. auch die am Kalkspath mit verschiedenen Säuren gewonnenen Aetzresultate von *O. Meyer*, N. Jahrb. f. Min. 1883. I. 74. Beim Datolith sind ebenfalls die mit Salzsäure oder Schwefelsäure gewonnenen Aetzfiguren ganz andere, als sie durch Aetzkali hervorgerufen werden.



Basis des Muscovits bloß nach rechts und links sich symmetrisch verhalten. Fig. *c* zeigt die mit Salzsäure hervorgerufenen Aetzfiguren auf dem Brachypinakoid des nach der Verticalaxe hemimorphen Kieselzinks, welche selbst oben anders als unten ausgebildet sind. Werden Quarzkrystalle mit Flusssäure geätzt, so bedecken sich die Flächen mit feinen Figuren, welche durch Form oder Lage den unsymmetrischen

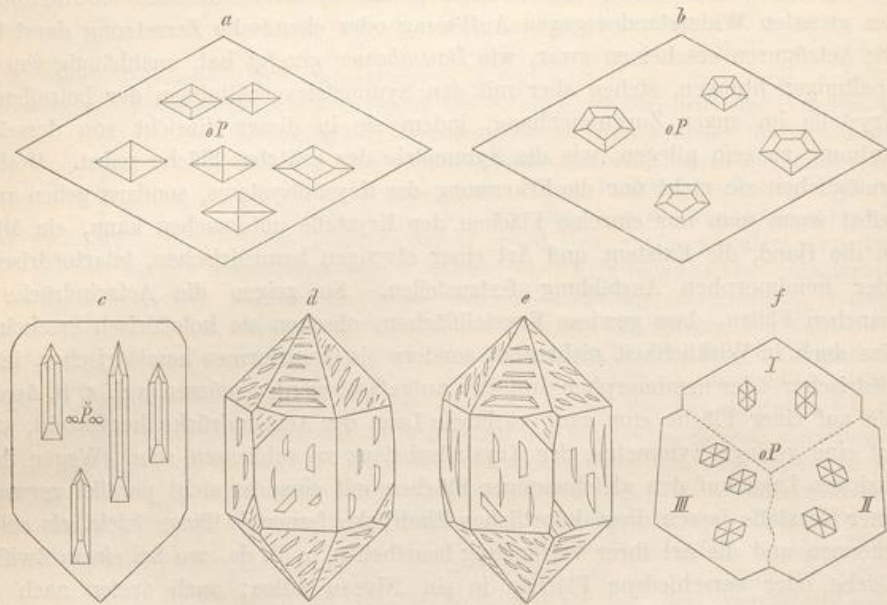


Fig. 301.

Charakter aller Flächen bekunden und zugleich den Gegensatz der beiden Rhomboëder  $+R$  und  $-R$  ersichtlich machen; bei dem linken Quarzkrystall (Fig. *d*) finden sich dieselben Figuren in gerade entgegengesetzter Stellung, wie bei dem rechten (Fig. *e*). Der vielleicht scheinbar ein einfaches Individuum bildende Drilling von Aragonit lässt auf der mit Essigsäure geätzten Basis die drei verwachsenen Krystalle durch die relativ abweichende Lage ihrer Aetzfiguren deutlich unterscheiden (Fig. *f*).

Eine Aetzfigur auf der Fläche eines holoëdrisch-regulären Oktaëders muss 3 Symmetrielinien besitzen, da der Fläche selbst 3 Symmetrielinien eigen sind; gehört aber das Oktaëder der dodekaëdrischen Hemiedrie an, so wird sich die Aetzfigur durch mindere Symmetrie auszeichnen müssen. Aetzfiguren mit 4 Symmetrielinien können nur auf den Flächen des regulären Würfels oder auf der Basis des tetragonalen Systems erscheinen. Auf den Pyramidenflächen des tetragonalen Systems müssen Aetzfiguren von monosymmetrischem, auf denen des rhombischen Systems solche von asymmetrischem Charakter entstehen. Zeigen sich auf den beiden Makropinakoiden eines triklinen Krystalls abweichende Aetzfiguren, so gehört derselbe der letzten asymmetrischen Abtheilung an.

Durch das Studium der Aetzfiguren ist die Krystallisation mancher Mineralien überhaupt erst richtig erkannt worden. So leitete auch die Form der Aetzeindrücke auf den Spaltflächen des Glimmers zu der Ueberzeugung, dass derselbe zum monoklinen System gehöre, während er früher als rhombisch galt. — Der als isomorph mit dem rhomboëdrisch-hemiëdrischen Kalkspath betrachtete Dolomit muss auf Grund seiner abweichenden asymmetrischen Aetzfiguren als rhomboëdrisch-tetartoëdrisch betrachtet werden. — Während auf den Würfelflächen des wirklich holoëdrisch-regulären Steinsalzes die Aetzeindrücke eine normale Stellung aufweisen (Fig. 302*a*), ist bei den



äusserlich ebenfalls holoëdrisch erscheinenden Würfeln des Sylvins (Chlorkaliums) die unsymmetrische Lage der vierflächig-pyramidalen Aetzeindrücke zu den Würfelkanten (Fig. 302b) berechnete Veranlassung gewesen, die Krystalle der plagiëdrisch-hemiëdrischen Abtheilung des regulären Systems zuzurechnen. — Nach Brögger verweisen die Aetzeindrücke auf  $\infty 0$  des als holoëdrisch-regulär geltenden Sodaliths auf tetraëdrische Hemiëdrie. — Der Skolecit muss zufolge Rinne wegen seiner Aetzfiguren auf  $\infty P$  und  $\infty R\infty$  als geneigt-flächig-hemiëdrisch monoklin gelten (N. Jahrb. f. Min. 1894. II. 51).

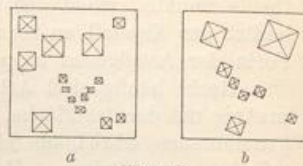


Fig. 302.

1894. II. 51). — Die scheinbar holoëdrisch hexagonalen Krystalle des Nephelins sind nach Baumhauer hemimorph pyramidal-hemiëdrisch (Z. f. Kryst. XVIII. 1894. 644).

Im Allgemeinen sind die Aetzeindrücke um so schärfer begrenzt, je kleiner sie sind und dies wird durch eine möglichst kurze Einwirkungsdauer des Corrosionsmittels erzielt; bei verlängerter Einwirkung fallen die Figuren gross, aber verschwommen aus. Am besten entstehen sie auf solchen Flächen, welche nicht allzu leicht vom Aetzmittel angegriffen werden. Die geringste Abrundung, die grösste Schärfe geradliniger Kanten findet sich in den tiefsten Theilen der Grübchen.

Im Beginn der Aetzeinwirkung entstehen ebene Flächen (primäre Aetzflächen), die dem Gesetz der rationalen Parameterverhältnisse gehorchen. Im Verlauf des Lösungsvorgangs muss indessen der Eindruck allmählich flacher ausfallen, da auf seinem Grunde sich das Lösungsmittel rasch sättigt und hier die Auflösungsgeschwindigkeit abnimmt, wogegen in der Nähe des oberen Randes durch Diffusion stets neue Mengen von Lösungsmittel zugeführt werden und die Lösung wie früher vorschreitet. Die so neu entstehenden Begrenzungsflächen, die secundären Aetzflächen, liegen mit den primären in bestimmten Zonen, den Aetzzonen, welche sowohl für den Krystall, als für den Aetzprocess charakteristisch sind.

Aehnlich wie bei vielen Krystallen die Aetzung durch Säuren, wie bei den in Wasser löslichen der Angriff durch dieses Mittel (oder durch den Wasserdampf beim Anhauchen), wirkt nach G. Rose bei dem Diamant der Verbrennungsprocess, indem sich während des Verbrennens auf seiner Oberfläche (durch den Sauerstoff als corrodirendes Mittel) kleine dreiflächige Vertiefungen ausbilden, deren Flächen denen des Iksitetraëders 303 parallel sind.

Baumhauer erwieß speciell, dass die auf der Basis des Apatits gebildeten, der Symmetrie entsprechenden tritopyramidalen Aetzeindrücke keine constante, sondern von der Beschaffenheit der corrodirenden Substanz abhängige Lage besitzen; mit zunehmender Concentration der Salpetersäure erfahren die Aetzeindrücke eine Drehung, wodurch sie sich mehr einer Protopyramide nähern, wogegen umgekehrt bei den mit Salzsäure geätzten Krystallen der grösseren Concentration der Säure eine grössere Annäherung der Eindrücke an die Lage einer Deuteroypyramide entspricht.

Bei längerer Einwirkung der Corrosionsmittel oder auf wenig widerstandsfähigen Flächen schliessen bisweilen die Vertiefungen durch gegenseitiges Ineinanderfliessen in der Weise aneinander, dass zwischen ihnen Erhabenheiten sich ausbilden, welche ebenfalls eine selbständige charakteristische Form gewinnen und Aetzhügel genannt werden (Becke). So haben die auf  $\infty 0\infty$  des Bleiglanzes durch Salzsäure entstehenden Aetzhügel die Gestalt achtseitiger Pyramiden (auf 0 und  $\infty 0$  entstehen gleichzeitig vertiefte Aetzgrübchen); die auf  $\infty 0$  der Zinkblende erscheinenden Aetzhügel zeigen eine dem Pyramidentetraëder entsprechende Lage.

Auffallender Weise ist die Vertheilung der Figuren über die geätzte Fläche gewöhnlich eine durchaus regellose, von dem ganz vereinzelten Auftreten einiger weniger bis zur gänzlichen Bedeckung der Flächen mit aneinanderstossenden Figuren sind alle Fälle vertreten; auch werden an einem und demselben Krystall die gleichnamigen Flächen durchaus nicht in gleichem Maasse mit den Aetzfiguren bedeckt. Dies erweist, dass die Krystalle nicht homogen in dem Sinne sind, dass sie überall einem



in gleicher Richtung und mit gleicher Stärke wirkenden chemischen Angriff den gleichen Widerstand entgegensetzen, im Gegentheil gibt es darin zahlreiche unregelmässig vertheilte Punkte, wo dieser Widerstand geringer ist, als in der Umgebung; dennoch besitzt der Krystall an diesen Stellen eine gesetzmässige Structur, welche sich in der Form der Aetzfiguren ausprägt« (*Baumhauer*, Z. f. Kryst. XXX. 1899. 111).

Recht häufig sind Aetzfiguren beobachtet und beschrieben worden, deren Symmetrie mit der der Fläche, auf welcher sie auftraten oder mit der für den Krystall angenommenen nicht übereinstimmte, und alsdann erweisen sie sich durchgängig als minder symmetrisch. *Baumhauer* erhielt z. B. auf  $\infty P\infty$  des Colemanits neben rhomboidalen, der monoklinen Symmetrie entsprechenden auch vollständig unsymmetrische Aetzfiguren. Sofern es sich dabei nicht um das gegenseitige Ineinanderfliessen zweier benachbarter Figuren handelt, hat man solche Anomalieen auf das Dasein und auf die Einwirkung anisomorpher Beimengungen zurückzuführen versucht (*Vater*, Z. f. Kryst. XXX. 1899. 301; *Westhoff*, Unters. über die Krystallstructur d. Glieder d. Aragonitgruppe; Dissert., Freiburg, Schweiz, 1899).

Das Lösungsmittel greift die Krystalle nicht stets lediglich auf den Flächen an, bisweilen wird auch hauptsächlich an den Kanten Substanz gelöst und es bilden sich hier schmale und matte, die Kanten abstumpfende Flächen aus (Prärosionsflächen von *Hamberg* genannt, indem Corrosions- oder Aetzflächen diejenigen kleinen Flächen sind, welche die Aetzgrübchen oder Aetzhügel begrenzen). Ihre Lage führt, soweit sich ermassen lässt, ebenfalls auf rationale Parameterverhältnisse, wobei aber die Coefficienten oft relativ hohe Zahlen sind. Liegen mehr Prärosionsflächen in einer Zone, so wird diese eine Hauptätzzone genannt. Selbstverständlich kann man aus der übereinstimmenden oder verschiedenen Angreifbarkeit der Kanten deren Gleichwerthigkeit oder Ungleichwerthigkeit erkennen. An einem pyramidal endenden Quarzkrystall werden die Polkanten durch Flusssäure abwechselnd sehr stark und nur wenig angegriffen, auch die verticalen Prismenkanten verhalten sich sehr ungleich. Eine starke Aetzung mit Salzsäure oder Salpetersäure formt ein Spaltungsrhomboëder R von Kalkspath in die Combination eines Skalenoëders mit einem Rhomboëder um.

An einem und demselben Krystall werden die ungleichartigen Flächen (und Kanten) auch durch Aetzmittel abweichend rasch und stark angegriffen. Verdünnte Säure ätzt an einem Aragonitkrystall die Flächen von  $\infty P$  rascher als die von  $\infty P\infty$ . *Lavizzari* ermittelte die quantitativen Gegensätze, indem er die Mengen von Kohlensäure für sich getrennt bestimmte, welche durch Säureeinwirkung von den verschiedenen Flächen des Kalkspaths binnen gleicher Zeit geliefert wurden. Nach *Hamberg* ist das Lösungsverhältniss in reiner Salzsäure beim Kalkspath auf den Flächen  $+R : -2R : \infty R : 0R : -\frac{1}{2}R = 54 : 64 : 130 : 201 : 213$ . — Beim Quarz findet nach *Viola* das Maximum der Löslichkeit in der Richtung der Hauptaxe, das Minimum in der dazu senkrechten Richtung statt. — Sind Krystalle aus isomorphen, aber chemisch etwas verschieden beschaffenen Schichten aufgebaut, so werden die einzelnen derselben durch die Aetzung oft merklich abweichend beeinflusst; damit könnte es zusammenhängen, dass stellenweise eine Aneinanderreihung der Aetzfiguren nach bestimmten krystallographischen Richtungen bemerkt wird (Aetzgräben bei Eindrücken, Aetzwälle bei Aetzhügeln). — Natürliche Krystallflächen scheinen im Allgemeinen schwieriger durch Aetzung angreifbar als künstliche Spaltflächen; Spaltflächen, welche längere Zeit der Luft ausgesetzt waren, schwieriger als frisch erzeugte.

Werden aus Krystallen geschliffene Kugeln einer Aetzung unterworfen, so bilden sich gleichzeitig alle möglichen Corrosionsflächen aus, da in diesem Falle keine Krystallflächen vorhanden sind, welche etwa ein besonderes Resultat hervorrufen könnten. *Lavizzari* erhielt aus einer Kalkspathkugel, welche sich langsam in concentrirter Salpetersäure auflöste, schliesslich eine hexagonale Pyramide. Nach *Meyer* und *Penfield* sowie *Gill* erfolgt die allmähliche Auflösung einer Quarzkugel durch Flusssäure am raschesten in der Richtung der optischen Axe (Hauptaxe) und in dieser wird so die Kugel bald stark abgeplattet; senkrecht zur Hauptaxe ist die Lösung sehr gering.



Ältere Beobachtungen über die Aetzung von Krystallen finden sich schon in einer Abhandlung von *Daniell* (übersetzt in *Oken's Isis* vom Jahre 1817, S. 745). — Besonders wurde dann die Aufmerksamkeit auf die Aetzeindrücke wieder gelenkt durch die Versuche von *Leydolt* am Quarz (Sitzgsber. Wien. Akad. XV. 59) und jene von *Lavizzari* am Kalkspath. *H. Baumhauer* gab in den Ann. d. Phys. u. Ch. Bd. 138. 563; Bd. 139. 439; Bd. 140. 271; Bd. 145. 459; Bd. 150. 619; Bd. 153. 75, und mehrfach in den neueren Jahrgängen des N. Jahrb. f. Mineralogie sowie in der Zeitschr. f. Kryst. die Resultate seiner unermüdlichen und werthvollen Untersuchungen über die Aetzfiguren. Vgl. noch *Becke* in Min. u. petr. Mitth. V. 1883. 457 (Zinkblende), ebendas. VI. 1885. 237 (Bleiglanz), VII. 1886. 200 (Magnetit), VIII. 1887. 230 (Pyrit), XI. 1890. 349 (Flussspath); v. *Ebner* in Sitzgsber. Wiener Akad. Bd. 89. 1884. 368 und Bd. 91. 1885. 760; *Bömer*, N. Jahrb. f. Min. Beilage. VII. 1894. 517 (Quarz); *Molengraaff*, Z. f. Kryst. XIV. 1888. 173 und XVII. 1890. 137 (Quarz); *Gill*, ebendas. XXII. 1894. 110 (Quarz); *Daly*, Ref. im N. Jahrb. f. Min. 1900. II. 336 (Amphibole und Pyroxene). Eine vortreffliche Uebersicht gewährt die Schrift von *Baumhauer*, »Die Resultate der Aetzmethode in der krystallogr. Forschung, mit 42 Tafeln in Lichtdruck«, Leipzig 1894.

Bisweilen zeigen auch in der Natur vorkommende Mineralien Erscheinungen, welche man als Wirkungen einer mit natürlichen Corrosionsmitteln vor sich gegangenen Oberflächenätzung aufzufassen veranlasst ist: Aetzgrübchen, Aetzhügel, Prärosionsflächen. Selbstverständlich dürfen diese Vorkommnisse weder mit der S. 148 erwähnten treppenartigen Vertiefung der Flächen, noch mit der S. 144 besprochenen Drusigkeit verwechselt werden. Eine tief eingreifende Aetzung kann wohl eine wie zernagt aussehende Form im Gefolge haben. Am Magnetit werden bei der künstlichen Aetzung durch Säuren  $\infty O$  und  $O$  beinahe gleichmässig angegriffen, während die auf natürlichem Wege angeätzten Krystalle auf  $\infty O$  ein Maximum, auf  $O$  ein Minimum des Angegriffenseins erkennen lassen (*Becke*).

In den Kreis dieser Erscheinungen gehören auch wohl die auf natürlichem Wege sich bei der Zersetzung von Krystallen entwickelnden regelmässigen Verwitterungs- (oder Verstäubungs-)gestalten, deren oft scharfe Begrenzungsflächen mit den Symmetrieverhältnissen des Krystallsystems im Einklang stehen; vgl. auch § 128.

§ 93. **Bruch der Mineralien.** Wird ein Mineral nach Richtungen zerbrochen oder zerschlagen, in welchen keine Spaltbarkeit vorhanden ist, so entstehen Bruchflächen, die man kurzweg den Bruch nennt. Bei Mineralien von sehr vollkommener Spaltbarkeit, z. B. Kalkspath oder Bleiglanz ist es daher schwierig, eigentliche Bruchflächen zu beobachten oder hervorzubringen, zumal wenn die Spaltung nach mehreren Richtungen gleich erfolgt. Je unvollkommener aber die Spaltbarkeit ist, um so bestimmter tritt der Bruch hervor, indem die Spaltungsflächen an sehr vielen Stellen durch Bruchflächen unterbrochen werden, und zuletzt nur noch an einzelnen Punkten sichtbar sind. Bei der Beschreibung des Bruchs hat man die allgemeine Form der Bruchflächen und ihre Beschaffenheit im Kleinen anzugeben. In ersterer Hinsicht erscheint der Bruch:

- 1) muscheliger, wenn die Bruchflächen muschelähnliche Vertiefungen zeigen, wobei weiter flach- und tiefmuscheliger, gross- und kleinmuscheliger, vollkommen und unvollkommen muscheliger Bruch unterschieden wird;
- 2) eben, wenn die Bruchflächen ziemlich frei von Vertiefungen und Erhabenheiten sind, und sich in ihrer Ausdehnung einer Ebene nähern;
- 3) uneben, wenn dieselben regellos Erhöhungen und Vertiefungen zeigen.



Nach der Beschaffenheit der Oberfläche erscheint der Bruch:

- 1) glatt, wenn die Bruchfläche ganz stetig ausgedehnt und frei von kleinen Rauheiten ist;
- 2) splitterig, wenn die Bruchfläche kleine halbabgelöste Splitter zeigt; diese Splitter werden dadurch besonders sichtbar, dass sie in ihren scharfen Rändern lichter gefärbt und stärker durchscheinend sind; wie denn überhaupt eine deutliche Wahrnehmbarkeit dieses Bruches nur bei pelluciden Mineralien stattfinden kann; man unterscheidet übrigens nach der Grösse der Splitter fein- und grobsplitterigen Bruch; Feuerstein;
- 3) erdig, wenn die Bruchfläche lauter staubartige oder sandartige Theilchen wahrnehmen lässt; feinerdig und groberdig; kommt wohl bei Individuen nur im zerstörten oder zersetzten Zustand vor; Thon, Tripel, Kreide;
- 4) hakig, wenn dieselbe sehr kleine drahtähnliche Spitzen von hakenartiger Krümmung zeigt; findet sich nur bei dehnbaren gediegenen Metallen.

## 2. Härte der Mineralien.

§ 94. **Schwierigkeit ihrer Bestimmung.** Ausser der Bestimmung der relativen Cohärenz, wie sich solche in den Verhältnissen der Spaltbarkeit zu erkennen gibt, ist auch eine, wenigstens approximative Bestimmung der absoluten Cohärenz, oder der Härte der Krystalle und der Mineralien überhaupt von grosser Wichtigkeit. Unter der Härte eines festen Körpers versteht man den Widerstand, welchen er der Trennung seiner kleinsten Theile entgegensetzt.

Zu einer leichten, schnellen und für das gewöhnliche praktische Bedürfniss hinreichend sicheren Bestimmung der Härte steht kein anderes Mittel zu Gebot, als das Experiment, mit einer Stahlspitze oder auch mit dem scharfkantigen Fragment eines Minerals in das zu prüfende Mineral einzudringen, also dasselbe zu ritzen oder zu schaben. Da nun die Ursache des dabei geleisteten Widerstandes in der Cohärenz, oder in derjenigen Kraft zu suchen ist, welche die Theile des Minerals zusammenhält, und da diese Cohärenz in den Krystallen nach gewissen Richtungen ihre Minima hat, so wird natürlich auch die Härte an einem und demselben Krystall nach verschiedenen Richtungen mehr oder weniger verschieden sein müssen, was sich schon dadurch offenbart, dass an einem und demselben Krystall die Flächen verschiedener Krystallformen bei dem Ritzungs-Experiment oft einen sehr verschiedenen Widerstand erkennen lassen.

Aber auch eine und dieselbe Krystallfläche zeigt oft nach verschiedenen Richtungen mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten der Härte; und sogar dieselbe Richtung auf derselben Fläche verräth dergleichen Verschiedenheiten, je nachdem längs dieser Richtung das Ritzungs-Experiment in dem einen, oder in dem entgegengesetzten Sinne ausgeführt wird. Doch zeigen stets alle correlaten, d. h. alle derselben Form oder Partialform angehörigen Flächen ganz übereinstimmende Verhältnisse. Man würde also eigentlich bei Krystallen die Flächen, auf welchen, und die Richtung, nach welcher das Experiment angestellt worden ist, angeben müssen, dafern eine sehr genaue Bestimmung der Härte stattfinden sollte oder könnte. Da jedoch eine solche Bestimmung bei Anwendung der gewöhnlichen Ritzungsmethode ohnedies nicht zu hoffen ist, so muss