



Elemente der Mineralogie

Naumann, Carl Friedrich

Leipzig, 1901

7. Thermische Eigenschaften der Krystalle.

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

leuchten schon manche Varietäten der Zinkblende und des Dolomits, wenn man sie nur mit einer Schreibfeder kratzt, oder mit dem Messer schabt, Quarzstücke, wenn man sie an einander reibt, Glimmertafeln, wenn man sie nach der Spaltungsrichtung rasch auseinander reisst.

Der grüne Flussspath (Chlorophan) bleibt nach der Insolation oft wochenlang selbstleuchtend. Merkwürdigerweise haben die rothen (die durch rothes Glas auffallenden) Strahlen die Eigenschaft, die durch Bestrahlung mit weissem Sonnenlicht z. B. am Diamant erregte Phosphoreszenzfähigkeit zu schwächen oder ganz auszulöschen. — Die Phosphoreszenz durch Erwärmung ist zuerst an dem sog. Bologneserspath, einem strahlig-faserigen Baryt erkannt worden, welcher durch künstliche Umwandlung in Schwefelbaryum diese Eigenschaft erhält. — *Nöggerath* beschrieb die prachtvoll rothe Lichterscheinung, welche harte, zumal durchscheinende Mineralien während der Bearbeitung in den Achatschleifereien von Oberstein und Idar zeigen (Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 150, S. 325). — *B. Stürtz* untersuchte mit vielem Erfolg die Phosphoreszenzerscheinungen, welche eine Reihe von Mineralien im hohen Vacuum erkennen lassen, ebendas., Neue Folge Bd. VIII. 1879.

7. Thermische Eigenschaften der Krystalle.

§ 131. **Wärmestrahlung.** Die in einen Körper eindringenden Wärmestrahlen, welche ebenfalls als Wellenbewegungen des Aethers zu betrachten sind, werden bekanntlich, wie die Lichtstrahlen, theils reflectirt, theils absorbirt, theils transmittirt. Solche Körper, welche die Wärmestrahlen möglichst vollkommen hindurchlassen, sich also gegen sie verhalten wie die durchsichtigen Körper gegen die Lichtstrahlen, nennt man diatherman, solche, welche keine Wärmestrahlen transmittiren, atherman. Mit diesen Beziehungen hängt die Pellucidität oder Impellucidität gar nicht zusammen: dunkle, fast undurchsichtige Bergkrystalle erweisen sich z. B. diatherman, durchsichtige Alaunplättchen nahezu ganz atherman.

Steinsalz ist, soweit bekannt, das diathermanste Mineral. Die meisten Metalle sind atherman; *Knoblauch* hat indessen gezeigt, dass ganz dünne Blättchen von Gold, Silber und Platin, welche Lichtstrahlen von bestimmter Farbe durchlassen, auch Wärmestrahlen den Durchgang gestatten. — Uebrigens gibt es wie beim Licht Wärmestrahlen von verschiedener Brechbarkeit (sog. Wärmefarben), welche auch eine ungleiche Absorption erleiden. Das Steinsalz ist es wieder, welches fast alle Wärmefarben mit gleicher Intensität durchlässt, sich also hierin wie ein nahezu farbloses Mineral gegen das Licht verhält, während z. B. der fast ganz athermane Alaun nur gewisse Wärmefarben transmittirt, die anderen absorbirt und mit Bezug auf diese letzteren daher wärmefarbig ist.

Wie die Lichtstrahlen, so unterliegen auch die Wärmestrahlen in allen Krystallen, mit Ausnahme der regulären, einer Doppelbrechung, welche indessen in der Richtung der optischen Axen ebenfalls nicht erfolgt. Damit hängt auch die bekannte Polarisation der Wärmestrahlen zusammen.

Die beiden Wärmestrahlen sind wie die Lichtstrahlen rechtwinkelig auf einander polarisirt. Wenn durch eine Steinsalzlinse parallele Wärmestrahlen auf zwei Glimmerblättchen auffallen, so geht, wenn die Polarisations Ebenen der letzteren gekreuzt sind, ein Minimum, wenn sie parallel sind, ein Maximum von Wärme hindurch.

§ 132. **Ausdehnung der Krystalle durch Erwärmung.** Die Mineralien werden durch Wärme bedeutend weniger ausgedehnt als die Flüssigkeiten; dehnt sich das Wasser bei der Erwärmung von 0° auf 100° um den 23ten, das Quecksilber

um den 53ten Theil seines Volumens aus, so beträgt diese Ausdehnung beim Steinsalz nur den 247ten, beim Diamant nur den 8480ten Theil.

Nach *Mitscherlich's* grundlegenden Beobachtungen dehnen sich die Krystalle des regulären Systems durch Erwärmung nach allen Richtungen gleichmässig aus, wogegen die Krystalle der übrigen Systeme nach verschiedenen Richtungen eine ungleichmässige Ausdehnung erfahren, und folglich einer theilweisen oder allseitigen Veränderung ihrer Kantenwinkel unterworfen sind, deren Grösse von der Temperatur abhängig ist. Mit alleiniger Ausnahme der regulären bleiben demnach die Krystallgestalten bei einer Aenderung der Temperatur sich selbst nicht geometrisch ähnlich.

So fand *Mitscherlich*, dass die Polkante der rhomboëdrischen Spaltungsstücke des Kalkspaths, welche bei 10° C. $105^{\circ} 4'$ misst, nach einer Temperaturerhöhung um 100° nur noch $104^{\circ} 56'$ gross, also um $8'$ schärfer geworden ist; das Rhomboëder wird sonach etwas spitzer, woraus denn folgt, dass sich der Kalkspath in der Richtung seiner Hauptaxe stärker ausdehnt, als in der Richtung der Nebenaxen¹⁾. Dasselbe Verhältniss, wenn auch in geringerem Grade, erkannte *Mitscherlich* für die Rhomboëder des Eisenspaths und des Magnesits. — Quarz dehnt sich bei der Erwärmung um 100° parallel der Hauptaxe um 0,000781, senkrecht dazu um 0,001449 seiner Länge aus. — Dagegen zeigten die Krystalle des Aragonits, welche dem rhombischen System angehören, nach allen drei Axen eine ungleichmässige Ausdehnung; ebenso die monoklinen Krystalle des Gypses, welche sich besonders stark in der Richtung der Orthodiagonale ausdehnen, weshalb denn die klinodiagonalen Seitenkanten aller Prismen, und die klinodiagonalen Polkanten aller Hemipyramiden mit steigender Temperatur immer stumpfer werden.

Aehnliche Beobachtungen sind später von Anderen an anderen Krystallen angestellt worden, und liessen auf ähnliche Resultate gelangen²⁾, so dass man die folgenden, von *Fixeau* aufgestellten Gesetze als allgemein gültig betrachten kann:

- 1) In den Krystallen des regulären Systems ist die lineare Ausdehnung nach allen drei Hauptaxen gleich gross; die Winkel, welche von den Flächen gebildet werden, sind also hier unabhängig von der Temperatur.
- 2) In den Krystallen des tetragonalen und hexagonalen Systems ist die lineare Ausdehnung nach der Richtung der Hauptaxe verschieden von jener nach der Richtung der Nebenaxen, welche dagegen ihrerseits eine gleich grosse Ausdehnung erfahren; dabei braucht jedoch die Axe der grössten Ausdehnung durch die Wärme nicht mit der Axe der grössten optischen Elasticität zusammenzufallen.
- 3) In den Krystallen der übrigen Systeme ist die lineare Ausdehnung nach allen drei Axen ungleich.

1) In welcher letzteren Richtung er sich nach *Fixeau* sogar contrahirt, was nach demselben Beobachter für den Beryll in der Richtung der Hauptaxe stattfindet.

Eisenglanz dehnt sich bei Temperaturen über $-3,7^{\circ}$ am meisten in der Richtung der Nebenaxen, bei solchen unter $-5,7^{\circ}$ am meisten in der Richtung der Hauptaxe aus. Von zwei Eisenglanzstäben, der eine parallel, der andere senkrecht auf *c* geschnitten, die bei 0° gleich lang sind, würde beim Sinken der Temperatur der letztere zunächst kürzer werden, bei $-44,4^{\circ}$ sind beide Stäbe wieder gleich lang. Ein Eisenglanzkrystall würde bei $+48^{\circ}$ und bei $-29,4^{\circ}$ dieselben Winkelwerthe zeigen (*H. Bückström*).

2) *Compt. rend.*, T. 62, S. 1101, und *Ann. d. Phys. u. Ch.* Bd. 433, 1868. 372; vgl. auch *Pfaff*, ebendas., Bd. 104, S. 171 u. Bd. 107, S. 151; *Beckenkamp* (Adular, Anorthit, Axinit), *Z. f. Kryst.* V. 1881. 436 und VI. 1882. 450; *Fletcher*, *Z. f. Kryst.* IV. 1880. 337; VIII. 1884. 455; *E. Blasius*, *Ann. d. Phys. u. Chemie*, N. F. XXII. 528; *Schrauf* (Schwefel), *Z. f. Kryst.* XII. 1887. 321.

Die Richtung der stärksten Ausdehnung, diejenige der schwächsten und eine zu beiden senkrechte Richtung von mittlerer Ausdehnung liefern die drei thermischen Axen. Im rhombischen System fallen dieselben mit den krystallographischen zusammen, sind also bei jeder Temperatur dieselben. Im monoklinen entspricht wenigstens eine derselben der orthodiagonalen Normale auf die Symmetrieebene, die zwei anderen liegen irgendwo in der Symmetrieebene; im triklinen ist die Lage ganz unbestimmt.

Bei den tetragonalen und hexagonalen Krystallen ändern sich die Winkel aller zur Hauptaxe geneigten Formen, der Pyramiden, der Rhomboëder, dagegen bleiben constant die Winkel der Prismenzone sowie die rechten Winkel zwischen dieser letzteren und der Basis. Im rhombischen System verändern sich alle Winkel mit Ausnahme der rechten zwischen je zwei Pinakoiden sowie der rechten zwischen einem Pinakoid und einer prismatischen oder domatischen Zone. Im monoklinen bleiben nur die rechten Winkel, welche andere Flächen mit der Symmetrieebene bilden; im triklinen, wo es keine rechten Winkel gibt, verändern sich alle Winkel. Die Aenderungen der Krystallwinkel finden bei stetiger Aenderung der Temperatur auch stetig statt.

Eine Kugel, aus regulärem Steinsalz geschliffen, wird daher bei Temperaturerhöhung zwar einen grösseren Durchmesser erhalten, aber stets eine Kugel bleiben. Eine solche aus einem tetragonalen oder hexagonalen Krystall gestaltet sich dabei zu einem Rotationsellipsoid mit zwei Axenwerthen um, dessen Drehungsaxe die Hauptaxe ist; beim Quarz ist es ein nach der letzteren abgeplattetes, beim Kalkspath ein darnach verlängertes Rotationsellipsoid. Eine Kugel aus rhombischem Aragonit oder monoklinem Feldspath formt sich zu einem dreiaxigen Ellipsoid um.

Wie sich aus Vorstehendem ergibt, und von *Grailich* und *v. Lang* durch theoretische Untersuchungen gezeigt wurde, finden die durch stetige und bedeutende Steigerung oder Verminderung der Temperatur bedingten Dimensionsänderungen der Krystalle immer in der Weise statt, dass dabei sowohl die Zonen, als auch das Krystallsystem unverändert bleiben. Sie nennen dies das Gesetz der Erhaltung der Zonen und des Krystallsystems. Die Rationalität der Parameterverhältnisse ist ebenfalls unabhängig von der Temperatur.

§ 133. **Wärmeleitung der Krystalle.** Die Wärmeleitungsfähigkeit ist für verschiedene Mineralien sehr abweichend; setzt man dieselbe beim Silber = 400, so beträgt sie beim Kupfer nur 73,6, beim Gold 53,2, Zink 49, Zinn 44,5, Eisen 44,9, Blei 8,5, Platin 8,4, Wismut 4,8 (*Wiedemann* und *Franz*); Marmor leitet die Wärme noch minder gut als Wismut; zu den schlechtesten Wärmeleitern, welche sich sehr warm anfühlen, gehören gewisse organische Substanzen wie Bernstein.

Mit den vorher beschriebenen Ausdehnungsverhältnissen der Krystalle stimmen die von *Duhamel*, *Sénarmont*¹⁾ u. A. über die Wärmeleitung derselben

1) *Sénarmont* steckte durch das Centrum mit Wachs überzogener Krystallplatten einen Draht, dessen Ende erwärmt wurde; das Schmelzen des Waxes stellte graphisch die Fortpflanzung der Wärme dar und zeichnete in jedem Augenblick auf der Platte eine isotherme Curve, welche z. B. auf den Flächen regulärer Krystalle ein Kreis, bei einem tetragonalen Krystall auf OP ebenfalls ein Kreis, dagegen auf ∞P eine Ellipse ist. Die Curven der Ausbreitung einer gleichen Temperatur auf Krystallflächen sind eben allgemein Ellipsen, welche sich als Durchschnitte der Fläche mit einem für den ganzen Krystall vorhandenen Ellipsoid ergeben. Beim Quarz ist das Verhältniss der Ellipsenachsen auf ∞P senkrecht und parallel zu $c = 10 : 13$. Zur Darstellung sehr scharfer und feiner Isothermen nimmt man nach *W. Voigt* am besten Elaïdinsäure mit einem geeigneten Zusatz von Wachs und Terpentin. — *Röntgen* (Z. f. Kryst. III. 4879. 47) erhielt dieselben Curven auf ähnliche Weise, indem er behauchte Krystallplatten vom Mittelpunkt aus durch eine heisse Metallspitze erwärmte (wobei die Hauchschicht um die Spitze herum in einer scharfbegrenzten kreisrunden oder ellipsenähnlichen Figur zuerst verdunstete), und die Grenze, bis wohin die Abtrocknung nicht vorgedrungen war, durch dann aufgestreuten

angestellten Beobachtungen sehr gut überein, welche das Resultat ergaben, dass die Propagationsform der Wärmewellen (oder die Gestalt der isothermen Fläche) in den regulären Krystallen wie in den amorphen Medien durch eine Kugel- fläche, in den tetragonalen und hexagonalen Krystallen durch ein verlängertes oder abgeplattetes Rotationsellipsoid dargestellt wird, dessen Axe mit der krystallographischen Hauptaxe zusammenfällt, während solche in den rhombischen, monoklinen und triklinen Krystallen (wie es scheint stets) durch ein drei- axiges Ellipsoid bestimmt wird; und zwar fallen im rhombischen System die drei abweichenden Werthe der Leitungsfähigkeit mit den krystallographischen Axen zusammen, wogegen sie im monoklinen System zwar auch noch rechtwinkelig stehen, aber hier nur eine Ellipsoidaxe mit einer krystallographischen, nämlich mit der Orthodiagonale coincidirt (vgl. die Analogie mit der Form und Lage der optischen Elasticitätsfläche § 101, 103, 104).

Die Richtung der grössten Wärmeleitungsfähigkeit braucht natürlich nicht mit derjenigen der grössten Ausdehnung durch die Wärme zusammenzufallen. *Jannettax* befand mit nur sehr wenigen Ausnahmen die Wärmeleitung grösser in der Richtung der Spaltbarkeit, als senkrecht dazu; eine durch schalige Zusammensetzung herbeigeführte Theilbarkeit ist dagegen ohne Einfluss auf die Wärmeleitung.

8. Elektrizität der Mineralien.

§ 134. **Elektrizität durch Reibung und Druck.** Die Elektrizität kann in den Mineralien entweder durch Reibung, oder durch Druck, oder durch Erwärmung erregt werden. Dabei ist jedoch immer zu berücksichtigen, ob das Mineral ein Leiter oder ein Nichtleiter der Elektrizität ist, weil es im ersteren Falle einer vor- herigen Isolirung bedarf, wenn sich die Erscheinung offenbaren soll. Zur Wahr- nehmung derselben dienen kleine, sehr empfindliche Elektroskope, wie z. B. das von *Haiiy* vorgeschlagene, welches aus einer leichten, beiderseits in eine kleine Kugel endigenden, und mittels eines Karneolhütchens auf einer Stahlspitze hori- zontal ruhenden Metallnadel besteht. Bei feineren Untersuchungen muss man andere Elektroskope, wie z. B. das von *Bohnenberger* oder *Behrens* oder das Elektrometer von *Thomson* anwenden.

Alle Mineralien werden durch Reibung elektrisch; die erlangte Elektrizität ist aber bald positiv (wie die am geriebenen Glas), bald negativ (wie die am ge- riebenen Harz), nach Umständen, welche zum Theil sehr zufällig sind, wie denn z. B. die meisten Edelsteine positiv oder negativ elektrisch werden, je nachdem ihre Oberfläche glatt oder rauh ist. Auch durch Schaben, Zerreißen, Spalten wird Elektrizität erregt; spaltet man Glimmer, Gyps, so erweist sich die eine Spaltungs- fläche positiv, die andere negativ. — Ferner werden auch durch Druck manche Mineralien elektrisch; am stärksten der, durch seine doppelte Strahlenbrechung ausgezeichnete wasserhelle Kalkspath, dessen Spaltungsstücke schon durch einen

Bärlappsamen noch bemerkbarer machte. *Jannettax* hat für das *Sénarmont'sche* Verfahren einen verbesserten complicirten Apparat construirt (Bull. soc. minéral. I. 1878. 49). Ueber eine fernere Methode zur Untersuchung der Wärmeleitung s. *W. Voigt*, Wiedem. Annalen Bd. 60. 1897. 350. — In gepresstem amorphem Glas (oder Porzellan) vergrößert sich, wie *Sénarmont* zeigte, die Wärmeleitung in der Druckrichtung, weshalb denn hier auf den Flächen ebenfalls elliptische Isothermenlinien erscheinen.