



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Elemente der Mineralogie**

**Naumann, Carl Friedrich**

**Leipzig, 1901**

§. 101. Einfache und doppelte Strahlenbrechung

---

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

vorliegt, und zwar ist der letztere der specifisch leichtere; es ergibt sich dies, wenn man die specifischen Gewichte einzelner krystallisirter Mineralien mit denjenigen vergleicht, welche das glasig-amorphe Erstarrungsproduct der betreffenden künstlich (ohne Veränderung der chemischen Zusammensetzung) geschmolzenen Mineralien aufweist. So sind die specifischen Gewichte für:

	krystallisirt	geschmolzen und glasig erstarrt
Rothen Granat von Grönland	3,90	3,05
Grossular vom Wiluifluss . .	3,63	2,95
Vesuvian von Egg . . . . .	3,45	2,957
Adular vom St. Gotthard . .	2,564	2,354
Orthoklas von Hirschberg . .	2,595	2,284
Augit von Guadeloupe . . .	3,266	2,835
Olivin von Fogo . . . . .	2,604	2,044
Albit von Kirebinsk . . . .	3,384	2,834

##### 5. Von den optischen Eigenschaften der Mineralien.

§ 101. **Einfache und doppelte Strahlenbrechung.** Es ist bekannt, dass ein Lichtstrahl bei seinem Eintritt aus der Luft in einen tropfbar-flüssigen oder festen durchsichtigen Körper vermöge seiner veränderten Fortpflanzungsgeschwindigkeit eine Ablenkung von seiner Richtung, eine Brechung oder Refraction erleidet, sobald er nicht rechtwinkelig auf die Trennungsfläche beider Medien einfällt. Dasselbe wird daher auch in allen Fällen stattfinden müssen, wenn ein Lichtstrahl aus der Luft in ein pellucides Mineral eintritt. Die Winkel, welche der so auffallende und der gebrochene Strahl mit einer zur Oberfläche des Minerals senkrechten Geraden bilden — der Einfallswinkel ( $i$ ) und der Brechungswinkel ( $r$ ) — haben stets für eine und dieselbe Substanz ein constantes Verhältniss der Sinus, welches man Brechungsquotient oder Brechungsindex oder Brechungsexponent ( $n$  oder  $\mu$ ) nennt, indem  $\frac{\sin i}{\sin r} = n$ . Derselbe beträgt z. B. für Steinsalz 1,498, d. h. wenn ein Lichtstrahl aus der Luft in Steinsalz eintritt, so ist der Sinus des Einfallswinkels 1,498mal grösser als der Sinus des Brechungswinkels. Beim Granat, in welchem die Strahlen stärker gebrochen oder abgelenkt werden, welcher ein optisch dichteres Medium darstellt, ist er 1,845, beim Diamant 2,449 u. s. w. Für die allermeisten festen Mineralmedien liegt der Brechungsquotient zwischen 1 und 2. Die Lichtgeschwindigkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Brechungsquotienten. Der Brechungsquotient ändert sich übrigens nicht nur mit der Substanz, sondern auch mit der Farbe, d. h. mit der Wellenlänge des einfallenden Lichtstrahls und zwar ist die Grösse der Brechung umgekehrt proportional der Wellenlänge; für violette Strahlen ist daher  $n$  ein Maximum, für rothe ein Minimum. Diese Erscheinung heisst die Dispersion des Lichtes oder die Farbenzerstreuung und die Grösse derselben ist abweichend für verschiedene Medien.

Die Bestimmung der Brechungsquotienten kann auf verschiedenem Wege vorgenommen werden. Einmal an einem aus der Substanz geschliffenen Prisma, welches mit der scharfen Kante senkrecht gegen einen Limbus steht und woran die Minimalablenkung gemessen wird, die dasselbe auf das einfallende Licht ausübt. Sodann vermittle der Totalreflexion; das Verfahren beruht darauf, dass man aus der



Beobachtung des Grenzwinkels der totalen Reflexion auf der ebenen Fläche einer in Schwefelkohlenstoff getauchten Substanz die Brechungsquotienten der letzteren bestimmen kann, sofern dieselben kleiner sind, als die des Schwefelkohlenstoffs ( $n = 1,6274$  bei  $20^{\circ}$  C.) bei derselben Temperatur; anstatt des Schwefelkohlenstoffs kann auch eine andere stark lichtbrechende Flüssigkeit, Kaliumquecksilberjodid oder Monobromnaphthalin verwandt werden<sup>1)</sup>. — Ferner gab schon 1767 der *Herzog von Chaulnes* eine Methode an, wie sich vermittels eines Mikroskops der Brechungsquotient planparalleler Mineralplättchen bestimmen lässt. Bringt man zwischen einen im Mikroskop scharf eingestellten Punkt (z. B. auch eine Mikrometertheilung auf Glas) und das Objectiv die zu untersuchende Platte, so wird das Bild jenes Punktes ganz undeutlich oder kaum mehr sichtbar; es bedarf, um ihn wieder scharf zu erblicken, einer Tubushebung, deren Grösse  $v$  allein abhängt von der Dicke  $d$  der Platte und deren Brechungsquotienten  $n$ . Somit lässt sich letzterer aus  $v$  und  $d$  berechnen, indem sehr annäherungsweise  $n = \frac{d+v}{d}$ . Die Dicke der Platte kann mit einem Sphaerometer

bestimmt, die Grösse der Verticalbewegung des Tubus an einer Kreistheilung der zu drehenden Mikrometerschraube des Mikroskops abgelesen werden.

Da ein durchsichtiger Krystall um so weniger dunkel umrandet erscheint, je geringer die Differenz zwischen seinem eigenen Brechungsquotienten und demjenigen des ihn umgebenden Mediums ist, so lässt sich sein Brechungsquotient manchmal dadurch angenähert bestimmen, dass er nach einander von Flüssigkeiten mit abweichendem bekanntem Brechungsquotienten umgeben wird, bis seine Randbegrenzung (und die Rauheit seiner Oberfläche) ganz unmerklich wird; in diesem Falle ist der Brechungsquotient des Krystalls ungefähr derselbe wie der der angewandten Flüssigkeit (z. B.  $n$  für Wasser 1,336, für Tetrachlorkohlenstoff 1,466, für Xylol 1,495, für Nelkenöl 1,544, für Zimmtöl 1,605, für Jodmethylen 1,740 u. s. w.); vgl. über das Detail der Methode *Schroeder van der Kolk*, Tabellen z. mikroskop. Bestimmung d. Mineralien nach ihrem Brechungsindex; Wiesbaden 1900.

Die meisten Krystalle zeigen jedoch diese Brechung des Lichtes in der Weise, dass der in sie einfallende Lichtstrahl zugleich einer Theilung in zwei verschiedenen stark abgelenkte Strahlen unterliegt, von welchen zwar oft der eine den Gesetzen der gewöhnlichen Brechung, der andere aber ganz eigenthümlichen Gesetzen unterworfen ist; weshalb man jenen den ordentlichen, diesen den ausserordentlichen Strahl nennt, und beide durch die Buchstaben *O* und *E* unterscheidet.

Die Krystalle des regulären Systems, holoëdrische wie hemiëdrische, sind allein hiervon ausgenommen, sie zeigen keine Doppelbrechung des Lichtes. In ihnen ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit desselben und demzufolge auch die Elasticität des Aethers nach allen Richtungen hin die gleiche, keine Direction hat vor einer anderen etwas voraus, und sie verhalten sich in dieser optischen Hinsicht

<sup>1)</sup> Einen Apparat für diese letztere Methode beschrieb *Kohlrausch* in Z. f. Kryst. II. 1878. 406. Eine zweckmässige Modification desselben wurde von *Klein* vorgenommen (N. Jahrb. f. Min. 1879. 880), während *Liebisch* angab, wie man auch ein Reflexionsgoniometer zu dem gleichen Gebrauch einrichten kann, und *Bauer* hervorhob, wie auch der bei dem *Fuess'schen* sog. Universalinstrument vorhandene Axenwinkelmessungsapparat fast ohne weitere Veränderung als Totalreflectometer zu benutzen ist (N. Jahrb. f. Min. 1882. I. 132). Ueber eine Abänderung des Verfahrens siehe *Feussner* in Z. f. Kryst. VII. 1883. 505. Vgl. auch *Ch. Soret* über ein Refractometer zur Messung der Brechungsexponenten und der Dispersion in Z. f. Kryst. VII. 1883. 529. — Eine andere Construction des Totalreflectometers als die von *Kohlrausch* herstammende ist von *Pulfrich* angegeben worden (*C. Pulfrich*, das Totalreflectometer, Leipzig 1890); dieselbe gestattet, die drei Hauptbrechungsquotienten nicht nur an den drei Hauptschnitten, sondern im Einklang mit *Soret's* theoretischem Nachweis, an jeder beliebigen Schnittebene zu bestimmen. — Ueber das *Abbe'sche* »Krystallrefractometer« s. *Groth*, Physik. Krystallogr. 1893. 676.



wie amorphe, überhaupt unkrystallinische Körper. Diese einfach brechenden Medien (reguläre Krystalle und amorphe Substanzen) heissen auch isotrope. In den Krystallen der übrigen Systeme dagegen, in welchen auch nicht alle krystallographischen Axen gleichwerthig sind, ist die Aetherelasticität nach verschiedenen Richtungen verschieden, in ihnen ändert sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes mit der Richtung und sie besitzen die Eigenschaft der Doppelbrechung; sie heissen auch anisotrope. Diese Doppelbrechung kann allerdings nur selten, wie z. B. bei dem isländischen Kalkspath, unmittelbar wahrgenommen werden<sup>1)</sup> und ihr Dasein wird gewöhnlich nur auf Grund anderer, mit ihr zusammenhängender optischer Reactionen erkannt. Die Doppelbrechung eines Minerals ist natürlich um so stärker, je grösser die Differenz zwischen den Brechungsquotienten der beiden Strahlen ist.

Indem in den isotropen Medien die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes nur abhängig ist von seiner Schwingungszahl (oder Wellenlänge) und von der Natur der Substanz, dagegen unabhängig von der Fortpflanzungsrichtung, stellt die optische Elasticitätsfläche (Strahlenfläche oder Wellenfläche)<sup>2)</sup> hier eine Kugel dar, indem bei dieser jeder Querschnitt einen Kreis liefert; d. h., wenn in einem Punkt eines isotropen Mediums eine Lichtbewegung erregt wird, so pflanzt dieselbe sich radial in das umgebende Medium derart fort, dass zu einer bestimmten Zeit ein gleicher Bewegungszustand an allen denjenigen Punkten herrscht, welche auf einer Kugeloberfläche liegen, deren Centrum der Erregungspunkt ist. — Isotrope Medien besitzen nur einen einzigen constanten Brechungsquotienten für eine gegebene Wellenlänge.

§ 102. **Optische Axen.** In jedem doppeltbrechenden Krystall gibt es jedoch entweder eine Richtung, oder zwei Richtungen, nach welchen ein hindurchgehender Lichtstrahl keine Doppelbrechung erfährt, sondern ungetheilt bleibt. Diese Richtungen nennt man die optischen Axen, und unterscheidet demgemäss optisch-einaxige und optisch-zwei-axige Krystalle. Die optischen Axen sind also nicht einzelne Linien, sondern Richtungen, denen unendlich viele Linien parallel gehen. In einem isotropen Medium ist daher gewissermassen die Anzahl der optischen Axen unendlich gross. — Die Krystalle des tetragonalen und hexagonalen Systems, holoëdrische sowohl als hemiëdrische und hemimorphe, sind optisch-einaxig, die rhombischen, monoklinen, triklinen Krystalle optisch-zwei-axig. So stehen demnach die Erscheinungen der Doppelbrechung nicht nur mit den auf die krystallographischen Axen gegründeten Krystallsystemen überhaupt, sondern auch mit deren Hauptabtheilungen (S. 47) in genauem Zusammenhang.

Indem in den doppeltbrechenden, optisch anisotropen Krystallen die Elasticität des Lichtäthers nach verschiedenen Richtungen eine abweichende ist, setzt man demzufolge gewisse Richtungen grösserer oder kleinerer Aetherelasticität in denselben voraus, welche z. Theil in enger und gesetzlicher Beziehung zu den

1) An den durchsichtigen Stücken dieses sog. Doppelspaths aus Island wurde die Erscheinung zuerst im Jahre 1669 durch *Erasmus Bartholin* entdeckt; er beschrieb sie in der Schrift: *Experimenta crystalli islandici diadactylastici, quibus mira et insolita refractio detegitur*. Havniae 1669. Bei anderen Substanzen fallen in Folge des geringen Unterschiedes zwischen den Brechungsquotienten der beiden gebrochenen Strahlen diese letzteren so nahe zusammen, dass das bloße Auge sie nicht von einander trennen kann.

2) Es braucht kaum besonders betont zu werden, dass die optische Elasticität der Krystalle völlig verschieden ist von der in § 98 besprochenen gewöhnlichen oder rein mechanischen Elasticität.