



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Elemente der Mineralogie**

**Naumann, Carl Friedrich**

**Leipzig, 1901**

§. 118. Pleochroismus

---

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

solchen Glimmercombination analog ist (Entwickel. einer Theorie d. Krystallstructur. 1879. § 41).

§ 148. **Pleochroismus.** Man versteht darunter die Eigenschaft pellucider Krystalle, im durchfallenden Licht nach verschiedenen Richtungen eine verschiedene Farbe oder eine abweichende Intensität derselben Farbe zu zeigen. Die Farbe eines solchen Krystalls kommt davon her, dass von dem auffallenden weissen Licht nur die Strahlen, welche eben seine Farbe bilden, durchgelassen, die anderen absorbiert oder verschluckt werden<sup>1)</sup>. Da in den regulären Krystallen (sowie in den amorphen Körpern) diese Absorption nach allen Richtungen hin gleich ist, so können dieselben auch keinen Pleochroismus aufweisen. In den doppeltbrechenden Krystallen ist aber diese Absorption gewisser Lichtstrahlen nach den Hauptrichtungen ungleich, und für sie ist daher die Erscheinung des Pleochroismus nothwendig, welche sich in den optisch-einaxigen als Dichroismus, in den optisch-zwei-axigen als Trichroismus äussert. Diese Absorption steht im engsten Zusammenhang mit der Doppelbrechung. Wie die beiden einen doppeltbrechenden einaxigen Krystall durchlaufenden Strahlen einen abweichenden Brechungsquotienten besitzen, so erleiden sie auch eine verschiedene Absorption, und wie ferner der Brechungsquotient für den ordinären Strahl constant ist, der für den extraordinären aber mit der Richtung zur Hauptaxe wechselt, so ist auch der Absorptionscoefficient für den ersteren constant, während er für den letzteren mit der Richtung variirt. In der Richtung, in welcher keine Doppelbrechung erfolgt, tritt daher auch keine Absorptionsverschiedenheit zweier Strahlen auf. Manche Krystalle, z. B. Turmaline, Berylle, Cordierite weisen die nach verschiedenen Richtungen stattfindenden Farbendifferenzen schon dem freien Auge im gewöhnlichen Tageslicht auf.

Die Schwingungsrichtungen, welche für eine bestimmte Farbe der grössten, mittleren und kleinsten Absorption entsprechen (die Axen der Absorption, wie man sie mit *Laspeyres* nennen könnte), sind in den dichroitischen Krystallen parallel und rechtwinkelig der Hauptaxe; unter den trichroitischen Krystallen entspricht in dem rhombischen System die verschiedene Absorption den drei Hauptelasticitätsaxen, welche bekanntlich hier mit den drei krystallographischen Axen zusammenfallen, weshalb denn hier rechtwinkelig auf den drei Hauptschnitten die Farbenverschiedenheit erscheint. Nach den Untersuchungen von *Laspeyres* (Z. f. Kryst. IV. 1880. 454) und *Ramsay* (ebendas. XIII. 1888. 97) fällt in monoklinen Krystallen zwar noch eine Absorptionsaxe mit derjenigen Hauptelasticitätsaxe zusammen, welche hier krystallographische Symmetrieaxe ist, wogegen die beiden anderen

1) Das Sonnenlicht, welches durch eine Platte z. B. von Granat gegangen ist, liefert bei der Untersuchung mit dem Prisma ein Spectrum, welches zahlreiche Unterbrechungen in der Form dunkler Bänder zeigt, zum Beweis, dass eine Anzahl verschiedener Lichtarten beim Durchgang durch die Platte völlig absorbiert worden ist, während die übrigbleibenden nach dem Austreten eine Mischfarbe erzeugen.

Wenn nun ein tetragonaler Zirkonkrystall in der Richtung der Hauptaxe durchblickt, rothbraun, senkrecht darauf durchblickt, spargelgrün erscheint, so kommt dies daher, dass die ordentlichen Strahlen, welche senkrecht zur Hauptaxe schwingen, absorbiert werden, mit Ausnahme derjenigen, welche eben zusammen das Braun liefern, während die ausserordentlichen, welche parallel der Hauptaxe schwingen, absorbiert werden bis auf solche, welche zusammen das Grün erzeugen.

Absorptionsaxen, welche in der Symmetrieebene liegen, nicht mit den beiden übrigen optischen Hauptelasticitätsaxen zusammenzufallen brauchen. Im triklinen System braucht zwischen den drei Hauptabsorptionsrichtungen und den Hauptelasticitätsaxen überhaupt keine Coincidenz stattzufinden.

*Haidinger* hat zur Untersuchung der Erscheinungen ein besonderes Instrument, das Dichroskop, angegeben; dasselbe besteht im Wesentlichen aus einem länglichen Kalkspath-Rhomboëder, steckend in einer Hülse, welche an dem Ocularende eine vergrößernde Linse, an dem Objectivende eine Metallplatte mit kleiner quadratischer Oeffnung besitzt, die beim Durchblicken doppelt erscheint. Mittelst desselben kann man die nach verschiedenen Richtungen austretenden Farben in die beiden Strahlen *O* und *E* neben- und auseinander legen.

Durchblickt man mit vorgehaltenem Dichroskop einen optisch-einaxigen Krystall in der Richtung der optischen Axe, also senkrecht auf die Basis, so wird man zwei gleichgefärbte Quadratbilder wahrnehmen, da in dieser Direction keine Doppelbrechung stattfindet und die beiden Bilder von gleich (und zwar in der Ebene senkrecht zur Hauptaxe) schwingenden Strahlen (*O*) herrühren. Man nennt diesen Farbenton Farbe der Basis; sie ist also lediglich bedingt durch die Absorption, welche der ordentliche Strahl erfährt. Rechtwinkelig auf eine prismatische Fläche des Krystalls aber zerlegt das Dichroskop den Farbenton in zwei senkrecht auf einander polarisirte Strahlen verschiedener Färbung oder Intensität, von welchen der das eine Quadratbild erzeugende (*O*) wieder der Farbe der Basis entspricht, also parallel derselben schwingt, der andere aber, parallel der Hauptaxe schwingend (*E*), in dem zweiten Bilde die sog. Farbe der Axe zur Anschauung bringt. Nur wenn eine Diagonale des Kalkspathprismas mit der optischen Krystallaxe einen Winkel von  $45^\circ$  bildet, erscheinen die beiden Bilder gleichgefärbt. — Mit der Neigung der Schwingungsrichtung gegen die Hauptaxe geht die Farbe des ausserordentlichen Strahls allmählich in die Farbe des ordentlichen über. — Neuere Vervollkommnungen des *Haidinger'schen* Dichroskops haben Wesen und Zweck des sinnreichen kleinen Apparats nicht erheblich verändert.

Bei Objecten, welche in dünngeschliffenen Blättchen unter dem Mikroskop untersucht werden, pflegt man aber, wie zuerst *Tschermak* 1869 vorschlug, den Pleochroismus dadurch zu beobachten, dass man nur den unteren Nicol feststehend einfügt und eine Horizontalumdrehung des Präparats vornimmt. Jene Farbengegensätze, welche man an den beiden Quadratbildchen des *Haidinger'schen* Dichroskops nebeneinander erhält, treten hier bei der Drehung nacheinander hervor. Indem man einmal die eine und einmal die andere Elasticitätsaxe des Krystalldurchschnitts mit dem Hauptschnitt des polarisirenden Nicols parallel stellt, werden in der Krystallplatte hintereinander die beiden, ihren Schwingungsrichtungen entsprechenden Absorptionsrichtungen hervorgerufen.

Liegt eine optisch-einaxige, senkrecht auf die Hauptaxe geschnittene Platte vor, so wird man bei der Drehung überhaupt keinen Farbengegensatz gewahren, da in dem Blättchen keine Doppelbrechung stattfindet und der Farbenton wieder bloß bedingt wird von derjenigen Absorption, welche der ordentliche, in der Ebene senkrecht zur Hauptaxe schwingende Strahl *O* erfährt; man erhält also als constanten Farbenton die Farbe der Basis. Eine parallel der Hauptaxe vertical geschnittene Platte wird sich aber als dichroitisch erweisen; richtet man die darin gelegene krystallographische Hauptaxe *c* senkrecht auf den Nicolhauptschnitt, so erscheint die Platte mit derjenigen Farbe, welche der Absorption des ordentlichen Strahls (welcher wieder parallel der Basis schwingt) entspricht; man wird also hier abermals genau dieselbe Farbe vor sich haben, welche auch eine basische Platte überhaupt zeigt. Wird dagegen in der vertical geschnittenen einaxigen Platte die Hauptaxe *c* parallel mit dem Nicolhauptschnitt

gestellt, so offenbart sich die abweichende Absorption, welche dem ausserordentlichen (parallel der Hauptaxe schwingenden) Strahl  $E$  zukommt; letztere entspricht somit der Farbe der Axe. Um den Dichroismus einaxiger Krystalle zu prüfen, genügt daher eine parallel der Hauptaxe geschnittene Platte, indem sie beide Farben ergibt. Bildet die Hauptaxe  $c$   $45^\circ$  mit dem Hauptschnitt des Nicols, so erscheint eine Farbe, welche zwischen derjenigen der Basis und der Axe gelegen ist.

Pennin zeigt z. B. dem unbewaffneten Auge parallel der Hauptaxe eine schön grüne (Basis-) Farbe, senkrecht dazu erscheint er braunroth; die dichroskopische Untersuchung zerlegt diesen letzteren Farbenton in die Basisfarbe Grün ( $O$ ) und die Axenfarbe Orangeroth ( $E$ ). Andere ausgezeichnet dichroitische Krystalle sind Apatit, Turmalin, Zirkon, Rutil, Sapphir in gewissen Varietäten. Bei dem hexagonalen Turmalin wird der ordentliche, senkrecht zur Hauptaxe schwingende Strahl ganz oder fast ganz absorbiert, der ausserordentliche, parallel derselben schwingende z. B. mit lichtgraulich-blauer Farbe durchgelassen; steht in den Verticalschnitten die Hauptaxe  $c$  senkrecht auf dem Nicolhauptschnitt, so erscheint der Turmalin fast schwarz oder dunkelrothbraun. Da bei diesem negativ doppelbrechenden Mineral  $a = c$ , und  $c$  senkrecht auf  $c$  ist (vgl. S. 212), so kann man dies Verhalten auch durch die Angabe ausdrücken:  $a$  lichtgraulichblau,  $c$  fast vollkommen dunkel. Die grössere Stärke der Absorption wird auf die übliche Weise zum Ausdruck gebracht: es ist also bei dem Turmalin in dieser Hinsicht  $O > E$  und  $c > a$ .

Im Allgemeinen besteht die *Babinet'sche* Regel noch immer zu Recht, dass dem Strahl mit stärkerer Geschwindigkeit (dem schwächer gebrochenen) eine geringere Absorption zukommt, als dem langsameren (stärker gebrochenen).

Bei den trichroitischen rhombischen Krystallen erfolgt die Farbenverschiedenheit nach den drei krystallographischen Axen oder was dasselbe sagt, nach den drei optischen Elasticitätsaxen. Man muss daher hier drei Axenfarben unterscheiden, d. h. die Farben, welche durch die Absorption der nach den drei Elasticitätsaxen schwingenden weissen Lichtstrahlen entstehen; je zwei und zwei Axenfarben liefern zusammen gemischt die drei Flächenfarben, die man beim Durchblicken rechtwinkelig auf je ein Pinakoid im gewöhnlichen Tageslicht mit freiem Auge wahrnimmt. Schneidet man aus einem rhombischen Krystall ein rechtwinkeliges Parallelepiped (Fig. 320), in

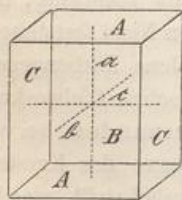


Fig. 320.

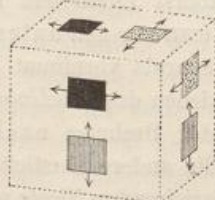


Fig. 321.

welchem z. B.  $a > b > c$  die drei Elasticitätsaxen (mit den krystallographischen  $c$ ,  $a$  und  $b$  zusammenfallend),  $A$ ,  $B$ ,  $C$  die darauf senkrechten Pinakoidflächen darstellen, so ist, wie die Zerlegung im Dichroskop darthut, die Farbe der Fläche  $A$  gemischt aus den beiden Axenfarben  $b$  und  $c$ , die Flächenfarbe  $B$  gemischt aus  $a$  und  $c$ , die Flächenfarbe  $C$  gemischt aus  $a$  und  $b$ . So ist z. B. bei dem Cordierit  $a$  blassgelb,  $b$  graublau,  $c$  dunkelblau und daher in Folge der betreffenden Mischung  $A$  blau,  $B$  blassblau,  $C$  gelblichweiss. Die Axenfarbe  $a$  erscheint auf den Flächen  $B$  und  $C$ ,  $b$  auf  $A$  und  $C$ ,  $c$  auf  $A$  und  $B$ , wie Fig. 324 zeigt, in welcher  $a$  durch ein gestricheltes,  $b$  durch ein punkirtes,  $c$  durch ein schwarzes Feld nebst den Schwingungen dargestellt ist. Mit Rücksicht auf die Stärke der Absorption ist daher bei dem Cordierit  $c > b > a$ , oder bezogen auf die hier mit den Elasticitätsaxen zusammenfallenden krystallographischen Axen: Makrodiagonale  $b >$  Brachydiagonale  $a >$  Verticalaxe  $c$ . Bei optisch zweiaxigen Körpern genügen also zwei Platten zur Bestimmung der drei Farben, welche Schwingungen parallel den drei Elasticitätsaxen entsprechen. — Die drei Flächenfarben des Diaspors sind pflaumenblau, violblau, spargelgrün. — Da ein Krystall in jeder Richtung, welche nicht mit einem der drei Hauptschnitte zusammenfällt, eine zwischen derjenigen der drei Axenfarben liegende Absorption besitzt, so existiren also in ihm eigentlich alle auf diese Weise möglichen Farbentinten,

und es sind daher die Ausdrücke Dichroismus und Trichroismus strenggenommen nicht ganz richtig.

Bei Angaben über den Pleochroismus sollte immer die Dicke der untersuchten Platte hervorgehoben werden, da diese auf den Grad des Pleochroismus, sowie auf die Art der Farbe von Einfluss ist.

*Sénarmont* gelang es zuerst, Krystalle einer an sich farblosen Substanz künstlich mit Pleochroismus auszustatten, indem er dieselben aus einer gefärbten Lösung gefärbt entstehen liess, z. B. Krystalle von salpetersaurem Strontium durch beigemischte Lösung von Fernambukholz.

Wird eine senkrecht auf eine optische Axe geschnittene Platte eines Krystalls mit kräftigem Pleochroismus dicht vor das Auge gehalten und gegen den hellen Himmel gerichtet, so gewahrt man beim Durchblicken mit freiem Auge auf farbigem Grunde zwei dunkle Büschel (*Haidinger's* idiophane Axenbilder, Polarisationsbüschel, epoptische Figuren), welche gewissermassen eine veränderte Form von Axenbildern sind; sie besitzen die Lage der im convergenten polarisirten Licht erscheinenden dunkeln Hyperbeln, erweisen sich indessen viel breiter, sind symmetrisch zur Ebene der optischen Axen gerichtet und durch einen hellen Zwischenraum getrennt. Eine Spaltungslamelle von Epidot (parallel  $OP$ , senkrecht auf eine opt. Axe) zeigt so zwei braune Büschel auf grünem Grunde, eine orientirte Platte von brasilianischem Andalusit braunrothe Büschel auf blassgrünem Grunde, eine solche von Cordierit wohl dunkelblaue Büschel auf hellblauem Grunde (vgl. *Bertin*, Z. f. Kryst. III. 1879. 448, auch ebendas. 645. 646). Bei basischen Platten einaxiger Krystalle erscheint wohl ein abweichend gefärbter Fleck.

§ 149. **Farbenwandlung, Asterismus, Lichtfiguren und Irisiren.** Einige krystallinische Mineralien zeigen nach gewissen Richtungen sehr lebhaft, buntfarbige oder schillernde Lichtreflexe, welche in den angrenzenden Richtungen schwächer werden, und weiterhin gänzlich verschwinden; man hat diese Erscheinung mit dem Namen Farbenwandlung belegt, während sie vielleicht richtiger Farbenschiller genannt werden könnte. Sie kommt z. B. auf den brachypinakoidalen Spaltungsflächen buntfarbig am Labradorit und fast kupferroth am Hypersthen vor. Varietäten des Adulars und des Chrysoberylls lassen gleichfalls nach bestimmten Richtungen einen bläulichen Lichtschein wahrnehmen.

*H. Vogelsang* hat gezeigt, dass der blaue Lichtschein der Substanz des Labradorits eigenthümlich angehört und wahrscheinlich als ein Polarisationsphänomen zu erklären ist, hervorgebracht vermöge des Durchgangs gebrochener Strahlen aus einer Zwillinglamelle in eine andere, deren Schwingungsebenen mit jener nicht zusammenfallen; während die gelben und rothen Reflexe durch zahlreiche interponirte schwarze Mikrolithen und gelblichrothe Lamellen, die grünen und violetten Reflexe aber durch eine Vereinigung der letzteren mit dem blauen Lichtschein erzeugt werden (*Archives Néerlandaises*, tome III. 1868). Die Mikrolithen (längsgerichtet parallel der Kante  $P:M$ ) und die Lamellen (eingelagert parallel  $M$ ) gehören wahrscheinlich dem Titaneisen und Eisenglanz an. *Th. Scheerer* that dar, dass die Erscheinung am Hypersthen durch zahlreiche braune bis schwarze Lamellen und nadelförmige Gebilde eines fremden Minerals bedingt ist, welche metallartigen Glanz besitzen. Dieselben liegen wenigstens grösstentheils mit ihren platten Tafelflächen parallel der vollkommensten Spaltbarkeit ( $\infty P \infty$ ) und sind mit ihrer Längserstreckung meist senkrecht zur Verticalaxe; eine geringere Menge hat ihre Hauptausdehnung parallel mit letzterer oder ist mit ihren längeren Kanten ca.  $30^\circ$  gegen die Verticalaxe geneigt. Diese Interpositionen bestehen wohl am wahrscheinlichsten aus primärem Titaneisen, nicht, wie früher vermuthet wurde, aus Diallag oder Brookit oder Pseudobrookit.

Mit dieser Farbenwandlung sehr nahe verwandt ist das Schillern des sogenannten Sonnensteins, welches nach *Scheerer* durch eine ähnliche Interponirung vieler