

*Brechung und Reflexion des Lichtes an Zwillingsflächen  
optisch-einaxiger Krystalle.*

Von **Dr. Jos. Grailich.**

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Nachdem ich in früheren Mittheilungen die Ergebnisse jener Untersuchungen dargelegt, welche sich auf die Richtung der gespiegelten und gebrochenen Wellenzüge bezogen, so wie auch die Principien erläutert, welche der Erforschung der Intensitäts-Verhältnisse zu Grunde gelegt werden können, übergebe ich nun die Resultate der nach jenen Principien durchgeführten Berechnungen und der dadurch veranlassten Beobachtungen.

Soll eine derartige Untersuchung Anspruch auf Vollständigkeit machen, so müssen die in den allgemeinen Gleichungen enthaltenen Grössen, welche als Functionen des Azimuths der Einfallsebene, des Einfallswinkels, der Oscillationsrichtung, der Neigung der optischen Axe und der Hauptbrechungs-Indices auftreten, durch Beobachtung und Messung übereinstimmend mit der Theorie nachgewiesen werden.

So weit es möglich war, diesen Nachweis ohne quantitativ bestimmte Messungen zu führen, habe ich diese Übereinstimmung auch in der That dargethan. Wären solche Messungen unumgänglich nothwendig, so dürfte ein Nachweis der theoretischen Resultate in der Erfahrung noch geraume Weile auf sich warten lassen, da die Schwierigkeiten der Beobachtung wegen der doppelbrechenden Natur und unterbrochenen Structur des Mediums ausserordentlich erhöht werden und für die in unserm Bereiche befindlichen Beobachtungsmittel geradezu unübersteiglich sind. Glücklicher Weise gibt es aber eine Reihe von Corollarien, welche auch ohne Messung geprüft werden

können und die zahlreich genug sind, um durch ihre Übereinstimmung mit der Beobachtung die Richtigkeit der ganzen Untersuchung zu verbürgen.

Wenn man die Grösse der Amplituden in den zwei reflectirten und gebrochenen Wellen als Function der zwei Hauptbrechungs-Exponenten, der Neigung der optischen Axen gegen die Zwillingsebene, des Azimuths der Einfallsebene und des Einfallswinkels, sowohl für die einfallende ordentliche als auch ausserordentliche Welle berechnet, so findet man Ausdrücke, welche für keine der genannten Amplituden, also auch nicht für die der reflectirten ordentlichen Welle, im Allgemeinen der Nulle gleich sind. Da nun für eine einfallende ordentliche Welle die Richtung der Normale der gebrochenen ordentlichen Welle mit der der einfallenden coincidirt, so folgt:

1. dass der einfallende ordentliche Strahl ungebrochen, aber trotzdem durch Reflexion geschwächt in das zweite Individuum übertritt.

Betrachtet man die Bilder einer Kerzenflamme, die an einer Zwillingfläche reflectirt wird, so findet man im Allgemeinen deren vier: der von aussen in den Krystall tretende Strahl wird doppelt gebrochen, und jedes der also getrennten Strahlenbüschel erleidet an der Zwillingfläche doppelte Reflexion. Es ist somit nachgewiesen, dass der ordentliche Strahl bei seinem Durchgange durch die Zwillingfläche durch Spiegelung geschwächt wird.

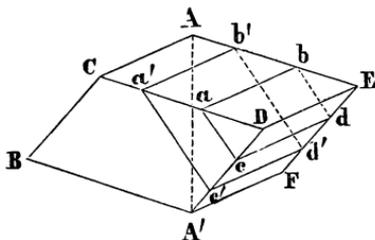
Was für einfachbrechende Mittel und in gewissen Fällen für Krystalle und einfachbrechende Mittel nur für die senkrechte Incidenz gilt, dass nämlich der Strahl ungebrochen, aber durch Reflexion in seiner Intensität geschwächt ins zweite Mittel tritt, findet hier im Allgemeinen für jede Incidenz des ordentlichen Strahles Statt. Es erinnert dies an ein ähnliches Verhältniss in den Richtungen der ordentlichen und gebrochenen Strahlen; während bei isotropen Medien nur für den einzigen Fall der senkrechten Incidenz Einfalls-, Reflexions- und Brechungswinkel gleich werden, finden wir diese Gleichheit ganz allgemein für jeden Einfallswinkel ordentlicher Strahlen an der Zwillingfläche.

2. Im Hauptschnitte pflanzen sich die ordentlichen Strahlen ohne Änderung ihrer Intensität und Richtung ins zweite Individuum fort (setzt man in den allgemeinen

Formeln das Azimuth  $= 0$ , so wird sowohl  $\alpha_0'$  als auch  $\alpha_c' =$  Amplituden der beiden reflectirten Wellen  $=$  Null). Im Hauptschnitte stellt daher ein optisch-einaxiger Zwilling bezüglich der ordentlichen Strahlen ein einziges ununterbrochenes Individuum dar.

Ähnlich aber nicht gleich verhalten sich die ausserordentlichen Strahlen im Hauptschnitte. Sie pflanzen sich ins zweite Individuum mit ungeänderter Intensität fort, ohne jedoch ihre ursprüngliche Richtung zu behaupten: diese erfährt vielmehr alle die sonderbaren Abänderungen, welche in einer frühern Abhandlung ausführlicher besprochen wurden. Die isophanen Mittel, welche durch Reflexion vollständig oder doch nahezu vollständig polarisiren, zeigen eine Erscheinung, welche einige Verwandtschaft mit der hier besprochenen besitzt: der unter dem Polarisationswinkel einfallende Lichtstrahl wird nämlich, sobald er senkrecht zur Einfallsebene polarisirt ist, gänzlich oder nahezu gänzlich in das zweite Medium dringen und dabei zwar seine Richtung, aber nicht oder doch kaum seine Intensität ändern. Was nun bei isophanen Mitteln für den Polarisationswinkel, das gilt im Hauptschnitte eines optisch-einaxigen Zwillingkrystalles für jeden Incidenzwinkel des ausserordentlichen Strahles; wir haben demnach dort einen Winkel, hier eine Ebene der totalen Brechung.

Im Doppelpath findet sich häufig ein einziges Individuum von zahlreichen höchst feinen Zwillinglamellen durchzogen, deren Stellung dem Zwillingsgesetz  $\alpha = 45^\circ 23' 4''$  entspricht. Ist  $ABCDEF A'$



die Theilungsgestalt des Kalkspaths, so liegen die eingebetteten Zwillingsschichten parallel  $abcd a'b'c'd'$ , d. i. sie stumpfen die Axenkante gerade ab. Die Zwillingfläche gehört somit dem nächst stumpferen Rhomboeder mit halber Axenlänge an.

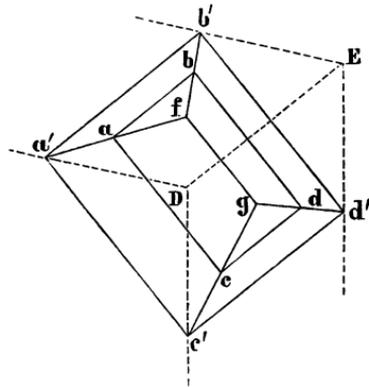
Ich wählte einen Krystall, in welchem diese Schichten ziemlich weit aus einander lagen, und schnitt ein Stück desselben parallel  $a'b'c'd'$  ab. Die Ecken  $E$  und  $D$  wurden nun durch Schnitte entfernt, so dass bei  $fg$  eine sehr stumpfe Kante entstand, die nun senkrecht gegen den Hauptschnitt gerichtet war. Die Schnittfläche  $a'b'c'd'$  wurde matt gelassen, während die Seitenflächen  $a'c'fg$ ,

$b'd'fg$ ,  $a'b'f$ ,  $e'd'o$  einen möglichst vollkommenen Schliff erhielten.

Sieht man nun durch eine der Flächen  $a'c'fg$ ,  $b'd'fg$ , so erblickt man, sobald  $fg$  schief gegen die Einfallsebene gerichtet ist, vier Spiegelbilder, von denen je zwei einander genähert sind; die unteren Bilder der beiden Paare sind ordinär, die oberen extraordinär. Alle vier Bilder sind schwach und matt.

Dreht man nun das Prisma vor dem Auge so, dass die Einfallsebene immer mehr rechtwinkelig gegen  $fg$  gestellt wird (d. i. dass das Azimuth sich immer mehr dem Nullwerth nähert), so nimmt die Lichtstärke der vier Bilder rasch ab, und wenn die rechtwinkelige Stellung nahezu erreicht ist, verschwinden sie ganz, zuerst die beiden extraordinären und dann auch die ordinären. Bei fortgesetzter Drehung des Krystals (d. i. wenn das Azimuth durch Null geführt worden) stellen sich die beiden ordinären, dann die beiden extraordinären Bilder wieder ein und ihre Intensität nimmt zu, je kleiner der Winkel zwischen der Einfallsebene und der Kante  $fg$  wird.

3. Im Querschnitte (d. i. dem zur Ebene der beiden Axen senkrecht gestellten Schnitte) ist die Intensität der reflectirten Strahlen für den Zwilling  $\alpha = 45^{\circ}23'4$  beständig grösser als Null. Sieht man durch die zwei Seitenflächen  $a'fb'$ ,  $c'gd'$  des oben beschriebenen Prismas, so erblickt man wieder vier Bilder der Flamme und zwar entsprechend der Berechnung zwei weit abgelenkte und in der Mitte zwei nahezu coincidirende: dabei ist das oberste und zweite mittlere extraordinär, das erste mittlere und unterste ordinär. Die grösste Intensität und grösste Ablenkung besitzen diese Bilder dann, wenn die Einfallsebene in die Kante  $fg$  tritt, d. i. im Querschnitte; dreht man den Krystal vor dem Auge so, dass die Einfallsebene mit  $fg$  einen  $\angle > 0$  einschliesst, so rücken die Bilder, die zu je einem einfallenden Strahle gehören, gegen einander, während zugleich die Distanz zwischen den äussersten Bildern abnimmt; dabei nimmt ihre Inten-



sität ab und zwar in einem sehr rasch steigenden Verhältniss, ohne dass jedoch ein völliges Auslöschen zu erreichen wäre. Die aus der Theorie abgeleiteten, in der Abhandlung in den Denkschriften sowohl numerisch als auch graphisch dargestellten Verhältnisse stehen mit dieser Beobachtung in voller Übereinstimmung.

---