

XIII. *Ein Polarisationsapparat aus Magnesiumplatincyanür; von E. Lommel.*

In einer früheren Arbeit: „Ueber die Erscheinungen, welche eine senkrecht zur optischen Axe geschnittene Platte von Magnesiumplatincyanür im polarisirten Lichte zeigt“¹⁾, habe ich darauf hingewiesen, dass ein paralleles Bündel blauen Lichtes, welches durch eine sehr dünne Platte dieser Art unter einem Einfallswinkel von mehr als 2° gegangen ist, in der Einfallsebene vollständig polarisirt erscheint, und dass demnach die Platte für blaues Licht als Polarisator dienen kann.

Es lag daher nahe, aus zwei solchen Plättchen, (welche ich von Hrn. Dr. Steeg und Reuter in Homburg v. d. H. bezog) einen Polarisationsapparat herzustellen. Das kleine Instrument wurde in der Form einer Turmalinzange ausgeführt und wird ganz wie eine solche gebraucht. Die geringe Neigung zur Gesichtslinie, welche die Plättchen haben müssen, ergibt sich von selbst, wenn man sie ohne besondere Sorgfalt in ihre Fassungen bringt. Denken wir uns das erste Plättchen, welches als Polarisator dient, zuerst senkrecht zur horizontal angenommenen Gesichtslinie gestellt und nun durch Drehung um seinen verticalen Durchmesser ein wenig gegen diese geneigt, so lässt es von allen (blauen) Lichtstrahlen, welche in horizontaler Einfallsebene auf dasselbe treffen, nur die vertical gerichteten Schwingungen durch; diese gehen auch durch das zweite als Analyseur wirkende Plättchen, wenn die durch dessen Normale und durch die Gesichtslinie gelegte Ebene wagrecht steht. Dreht man aber die Fassung des zweiten Plättchens um 90° um die Gesichtslinie, so sind die Schwingungsebenen gekreuzt, und die durch das erstere Plättchen gegangenen Schwingungen werden von dem zweiten nicht durchgelassen. Um nur blaue Strahlen wirken zu lassen, wird ein blaues Glas oder noch besser eine Platte von Kupfervitriol in geeigneter Fassung vor das erste Plättchen gesteckt. Bei ge-

1) Lommel, Wied. Ann. 9, p. 108. 1880.

kreuzter Stellung erscheint nun freilich das Gesichtsfeld nur in der Mitte völlig dunkel, weil nur für Strahlen, welche mit der Gesichtslinie parallel sind, die Schwingungsrichtungen, welche in der in oben citirter Arbeit angegebenen Weise durch die Hauptschnitte der Krystallplättchen bedingt sind, genau die vorhin bezeichnete Lage haben. Bringt man eine senkrecht zur optischen Axe geschnittene Kalkspathplatte in die Zange, so sieht man bei gekreuzten Schwingungsebenen und unter Zuhülfenahme der Kupfervitriolplatte die bekannten dunkeln Ringe nebst dem schwarzen Kreuz; mit dem blauen Glase dagegen erscheinen Ringe und Kreuz dunkelroth auf dem blauen Grunde des Gesichtsfeldes, weil das Kobaltglas noch die äussersten rothen Strahlen durchlässt, die von dem Magnesiumplatincyanür nicht polarisirt werden. Im weissen Tageslicht sieht man Kreuz und Ringe orangefarben auf hellpurpurnem Grunde.

Die Polarisationszange aus Magnesiumplatincyanür bildet sonach ein Seitenstück zur Turmalin- und zur Herapathitzange; sie unterscheidet sich von diesen jedoch wesentlich dadurch, dass die polarisirenden Krystallplatten nicht parallel, sondern senkrecht zur optischen Axe geschnitten sind. Dieser Umstand bringt es mit sich, dass bei convergirendem Licht die Schwingungsrichtung nicht in allen Theilen des Gesichtsfeldes genau die nämliche ist. Das neue Instrument kann aus diesem Grunde keinen Anspruch darauf erheben, die in dieser Hinsicht vollkommeneren Turmalinzange als Polarisationsapparat zu ersetzen. Es ist nur dazu bestimmt, gewisse Eigenschaften des Magnesiumplatincyanürs in augenfälliger Weise zu erläutern.

In der oben erwähnten Arbeit habe ich gezeigt, dass eine dünne, zur optischen Axe senkrecht geschnittene Platte von Magnesiumplatincyanür blaue Strahlen, deren Schwingungen im Hauptschnitt erfolgen, nicht durchlässt, sobald ihr Einfallswinkel, d. i. der Winkel, den sie ausserhalb des Krystalls mit der Richtung der optischen Axe bilden, den Werth von etwa 2° überschreitet.

Blickt man daher, unter Zuhülfenahme eines blauen Glases, durch ein solches Plättchen in der Richtung der

optischen Axe gegen eine weisse Wolke oder eine Papierfläche, welche unpolarisirtes Licht aussenden, so sieht man eine kleine, helle Kreisfläche, welche sich ziemlich scharf von dem umgebenden dunkleren Grunde abhebt. Dieser dunkle Grund enthält nur Schwingungen senkrecht zu den Hauptschnitten des Krystalls, während in der hellen, mittleren Kreisfläche Schwingungen parallel und senkrecht zu den Hauptschnitten vorhanden sind. Neigt man das Plättchen ein wenig um seinen horizontalen oder verticalen Durchmesser, so erscheinen innerhalb des dunklen Grundes die Haidinger'schen Büschel jeweils in der Lage, welche der Schwingungsrichtung an der von der Gesichtslinie getroffenen Stelle entspricht.

Im unpolarisirten weissen Lichte erscheint der mittlere kreisförmige Fleck röthlich violett auf rothem Grunde, weil jetzt zu der im blauen Lichte wahrgenommenen Erscheinung sich überall unpolarisirtes rothes Licht hinzumischt. Auch hier zeigen sich auf dem rothen Grunde, weil daselbst die blauen Strahlen polarisirt sind, die Haidinger'schen Büschel.

Hr. Bertrand¹⁾ hat diese Erscheinung durch Absorption der extraordinären Strahlen zu erklären gesucht, welche nach aussen hin sowohl wegen der zunehmenden Neigung der Strahlen zur Axe als auch wegen der wachsenden Länge des durchlaufenen Weges stärker wird.

Wäre aber die Absorption die Ursache der Erscheinung, so müsste die Lichtstärke von der Mitte nach aussen hin allmählich abnehmen, und es könnte nicht ein heller Mittelfleck, umgeben von einem gleichmässig dunkleren Grunde, sich zeigen.

Blickt man z. B. durch eine senkrecht zur Axe geschliffene Platte von Pennin, so kann man die durch Absorption bewirkte allmähliche Abnahme der Lichtstärke nach aussen hin beobachten, wenn man die Platte nach verschiedenen Richtungen gegen die Gesichtslinie neigt; aber nirgends vermag das Auge eine Grenze zwischen einem helleren Mittelfleck und einer dunkleren Umgebung zu erfassen, wie beim Magnesiumplatincyänür.

1) Bertrand, Journ. de phys. 8. p. 227. 1879.

Unter den gefärbt erscheinenden Körpern muss man solche unterscheiden, deren unter sich gleichartige Molecüle selbst die Träger der Absorption sind, durch welche ihre Färbung bedingt ist, und andere, welche ihre Farbe einer in relativ geringer Menge beigemischten färbenden Substanz verdanken, und dadurch sozusagen „accidentell“ gefärbt sind. Beide Arten von Körpern sind, wenn doppelbrechend, dichroitisch (pleochroitisch).

Zu den letzteren gehört z. B. der Turmalin, bei welchem sich in der Mannichfaltigkeit der Farben verschiedener Exemplare die accidentelle Natur dieser Färbungen hinlänglich verräth, ferner Topas, Epidot, Pennin und viele andere. Diese Krystalle zeigen niemals Oberflächenfarben.

Magnesiumplatincyänür, Cyanin, Fuchsin u. s. w. dagegen gehören zu der ersteren Classe von Körpern, welche in ihrer eigenen Substanz oder „substantiell“ gefärbt sind. Sie zeigen, wenn sie innerhalb des sichtbaren Spectrums einen starken Absorptionsstreifen haben, lebhafte Oberflächenfarben.

Das Magnesiumplatincyänür z. B. zeigt auf seiner Basisfläche eine prachtvoll lasurblaue Oberflächenfarbe; dieselbe besteht aus gespiegeltem, vollständig polarisirtem, blauem Licht, dessen Schwingungen in der Einfallsebene, also in dem Hauptschnitt des Krystalles, liegen.

Die Oberflächenfarbe zeigt sich an dicken und an dünnen Platten mit gleicher Intensität; ihre Lichtstärke ist von der Dicke der Platte unabhängig und behält denselben Grad, wie dünn man die Platte auch machen mag.

Die Zurückwerfung, durch welche die Oberflächenfarbe entsteht, muss daher an einer Fläche vor sich gehen, welche ausserordentlich nahe unter der äusseren Oberfläche des Krystalles liegt¹⁾; sie erfolgt in der oberflächlichen Molecülschicht.

Da die als Oberflächenfarbe zurückgeworfenen Strahlen im durchgegangenen Lichte nothwendig fehlen, jene aber senkrecht zur Einfallsebene polarisirt sind, so müssen diese schon allein infolge des Daseins der Oberflächenfarbe in der Einfallsebene wenigstens theilweise polarisirt

1) Diesen Schluss hat schon Haidinger aus seinen Beobachtungen über Oberflächenfarben gezogen; s. Pogg. Ann. 71. p. 340. 1847.

sein, gleichviel, ob Absorptionsvorgänge zu ihrer Polarisierung beitragen oder nicht.

Die Absorption nimmt mit der Dicke des Plättchens stetig ab. Wirkte die Absorption zur Polarisierung des durchgehenden blauen Lichtes wesentlich mit, so müsste dessen Polarisation um so weniger vollständig werden, je dünner man das Plättchen macht. Nun findet man aber bei den dünnsten Plättchen schon bei sehr geringer Neigung gegen die einfallenden Strahlen diese Polarisation ebenso vollkommen wie bei dickeren. Die Vollkommenheit der Polarisation ist ebenso wie die Intensität der Oberflächenfarbe von der Dicke des Plättchens unabhängig.

Hieraus folgt, dass die in das Plättchen eingedrungenen blauen Strahlen schon in dessen oberflächlicher Schicht von den in der Einfallsebene liegenden Schwingungen befreit werden, indem diese als Oberflächenfarbe hier eine Art vollständiger Zurückwerfung erleiden.

Die polarisierende Wirkung, welche ein zur optischen Axe senkrecht geschnittenes Plättchen von Magnesiumplaticyanür auf blaue Lichtstrahlen ausübt, und auf welche der oben beschriebene kleine Polarisationsapparat sich gründet, stellt sich sonach als eine Folge der Oberflächenfarbe des Krystalls dar.

Aus dieser polarisierenden Wirkung erklären sich, wie ich in der oben erwähnten Arbeit gezeigt habe, die Erscheinungen, welche ein solches Plättchen im Polarisationsapparat bei blauer Beleuchtung zeigt, und welche den Schlüssel bilden zur Erklärung der bei weisser Beleuchtung sich darbietenden Erscheinungen.

Indem ich hiermit für das substantiell gefärbte und mit Oberflächenfarbe begabte Magnesiumplaticyanür an der angeführten Orts gegebenen Erklärung festhalte, will ich keineswegs in Abrede stellen, dass accidentell gefärbte Krystalle infolge dichroitischer Absorption im Polarisationsapparat ähnliche Erscheinungen zeigen können. Für den Pennin z. B. und andere accidentell gefärbte Krystalle halte ich die von Hrn. Bertrand gegebene Erklärung für richtig.

In einer Abhandlung, welche überschrieben ist: „Theorie

der Interferenzerscheinung, welche senkrecht zur Axe geschliffene dichroitische Krystallplatten im polarisirten Lichte zeigen¹⁾, hat Hr. Ketteler eine auf seine Lichttheorie gegründete Entwicklung veröffentlicht, welche angeblich auch die Erklärung der von mir am Magnesiumplatincyanür beobachteten Erscheinungen enthalten soll. Die Erscheinungen aber, welche eine Platte dieses Salzes im blauen Lichte (hinter dem Absorptionsstreifen) darbietet, sind gar keine Interferenzerscheinungen, weil hier die extraordinären Strahlen, welche mit den ordinären interferiren könnten, im durchgehenden Lichte gänzlich fehlen. Die Interferenzringe hingegen, welche die Platte im rothen und gelben Lichte (vor dem Absorptionsstreifen) zeigt, unterscheiden sich in nichts von den Ringen des Kalkspaths und anderer normal doppelbrechender einaxiger Krystalle und bedürfen daher keiner neuen Erklärung. Die Erscheinungen bei weisser Beleuchtung endlich sind nichts anderes als die Mischung der im rothen und blauen Lichte eintretenden, und lassen sich, wenn man diese beiden kennt, ohne alle Rechnung voraussagen. In den verwickelten und wenig übersichtlichen Formeln des Hrn. Ketteler, welche sich auf Interferenzerscheinungen beziehen, habe ich nichts zu entdecken vermocht, was zur Erklärung der von mir beobachteten Erscheinungen dienen könnte.

Da es sich gerade um das Magnesiumplatincyanür handelt, sei es mir gestattet, noch einige Worte anzufügen über die Bemerkungen, welche Hr. Ketteler in einer neueren Abhandlung²⁾ über den von mir auf die dichroitische Fluorescenz³⁾ dieses Salzes gegründeten experimentellen Beweis für die Perpendicularität der Lichtschwingungen zur Polarisationsebene⁴⁾ macht. Ich bin weit davon entfernt, die hohe Bedeutung des aus der dichroitischen Absorption hergeleiteten Haidinger'schen Beweises zu verkennen; wenn der-

1) Ketteler, Wied. Ann. 11. p. 496. 1880.

2) Ketteler, Wied. Ann. 12. p. 378. 1881.

3) Dass Hr. Ketteler das Fluorescenzlicht als „reflectirtes“ Licht bezeichnet, dürfte als ein lapsus calami anzusehen sein.

4) Lommel, Wied. Ann. 8. p. 634. 1879.

selbe bisher von der Mehrzahl der Physiker als durchschlagend nicht anerkannt wurde, so hat dies ohne Zweifel seine Ursache in den nicht ungegründeten Einwürfen, welche Stokes¹⁾ und Beer²⁾ gegen dessen absolute Beweiskraft erhoben haben. Ein experimenteller Beweis, welcher diesen Einwendungen nicht unterworfen ist, kann aus diesem Grunde allerdings auf einen höheren Grad von Evidenz Anspruch machen und dürfte daher keineswegs überflüssig sein. Ein theoretischer Beweis, wie ihn Hr. Ketteler³⁾ gegeben hat, würde doch nur dann von unbedingtem Werthe sein, wenn die Prämissen, auf welchen er beruht, über allen Zweifel erhaben wären.

Erlangen, im April 1881.

XIV. Ueber das Dispersionsgesetz; von E. Lommel.

Aus der Theorie des Lichts, deren Umriss ich in einigen früheren Abhandlungen⁴⁾ entworfen habe, ergibt sich das folgende, sowohl die normale als die anomale Farbenzerstreuung umfassende Dispersionsgesetz:

$$(1) \quad n^2 = \frac{1}{2}(\sqrt{P^2 + Q^2} + P),$$

wo n den Brechungsindex bezeichnet, und die Grössen P und Q durch die Gleichungen:

$$(1a) \quad \left\{ \begin{array}{l} P = 1 + \frac{m}{\mu} (\kappa - \varepsilon)^2 \cdot \frac{1 - \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}}{\left(1 - \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}\right)^2 + \varepsilon^2 \cdot \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}}, \\ Q = \frac{m}{\mu} (\kappa - \varepsilon) \cdot \frac{\lambda}{\lambda_0} \cdot \frac{\left(1 - \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}\right)^2 + \kappa \varepsilon \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}}{\left(1 - \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}\right)^2 + \varepsilon^2 \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}}. \end{array} \right.$$

als Functionen der Wellenlänge λ bestimmt sind.

1) Haidinger, Wien. Ber. 12. p. 685. 1854.

2) Haidinger, Wien. Ber. 15. p. 6. 1855.

3) Ketteler, Wied. Ann. 1. p. 206. 1877; 3. p. 83. 1878.

4) Lommel, Wied. Ann. 3. p. 251 u. 339. 1878; 4. p. 55. 1878.