©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Über die chromatische Polarisation.

Von

A. v. Obermayer.

Vortrag, gehalten den 20. Februar 1895.

Mit 11 Abbildungen im Texte.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die wundervollen Farbenerscheinungen, welche das polarisierte Licht erzeugt, wenn es durch eine senkrecht zur optischen Achse geschliffene Quarzplatte von 3 bis 8 *mm* Dicke tritt, hatte ich im vorigen Jahre Gelegenheit hier aufzuzeigen. Dieselben werden fast noch übertroffen von jenen Farbenerscheinungen, welche das polarisierte Licht in Krystallplatten gibt. Leider kommt die volle Pracht der Farben hier wegen der bedeutenden Entfernung des Apparates vom Schirme nur theilweise zur Geltung.

Die Erscheinungen, welche ich heute vorzuführen gedenke, werden gewöhnlich unter der Bezeichnung der chromatischen Polarisation zusammengefasst und sind von dem französischen Forscher Dominique François Jean Arago entdeckt worden.

Die Ursache der Farben ist in der Interferenz des Lichtes und in der Wirkung des Analyseurs auf die aus der Krystallplatte austretenden Lichtstrahlen zu suchen.

Man versteht unter Interferenz die wechselseitige Schwächung oder Auslöschung von schwingenden Bewegungen gleicher Wellenlänge.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

An diesem Wellenapparate lässt sich der Vorgang aufzeigen. An der Seitenwand des Kastens sehen Sie zwei Reihen weißer Knöpfe und oberhalb auf Stäben eine dritte Reihe. Schiebe ich eine nach einer Wellenlinie geschnittene Latte ein, so werden die Knöpfe der oberen Reihe *A* und jene der Reihe *C* (Fig. 1) sich nach der Gestalt derselben anordnen. Schiebe ich eine zweite, beiderseits nach einer Wellenlinie geschnittene Latte

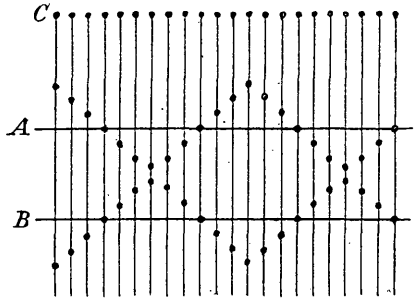

Fig. 1.

in die zweite im Apparat vorhandene Nuth ein, so stellt sich die Reihe *B* nach einer Wellenlinie von gleicher Wellenlänge und gleicher Amplitude, d. i. gleich großer Ausweichung der Theilchen aus der Gleichgewichtslage. Die an der Oberseite des Kastens befindlichen weißen Knöpfe zeigen die Summe der Verschiebungen der Knöpfe in den Reihen *A* und *B*.

Stelle ich die beiden Latten so, dass die Wellen-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

berge der zwei Wellenzüge übereinander zu stehen kommen, so bemerken Sie, dass die Knöpfe der Reihe *C* die doppelten Ausweichungen aus der Gleichgewichtslage aufzeigen wie jene der Reihe *A* und *B*. Verschiebe ich die Latten gegeneinander und ändere damit auch die gegenseitige Lage der Wellenberge und Wellenthäler von *A* und *B*, so nehmen die Ausschläge von *C* ab.

Sobald die Wellenberge von *A* über die Wellenthäler von *B* zu stehen kommen, sind die Ausweichungen in *C* Null geworden, die beiden Wellenzüge heben sich in ihrer Wirkung auf *C* vollständig auf.

Die Interferenz ist eine charakteristische Erscheinung jeder schwingenden Bewegung. Es kann ebenso Schall durch Schall ausgelöscht werden wie Licht durch Licht.

Die transversalen Schwingungen des polarisierten Lichtes können selbstverständlich nur zur Interferenz kommen, wenn die Schwingungen in einer Ebene liegen. Nur dann ist eine Auslöschung möglich, und zwar bei einer Verschiebung der Wellenzüge gegeneinander um eine ungerade Anzahl halber Wellenlängen und bei gleicher Amplitude der Schwingungen.

Natürliches Licht interferiert auch, wie zuerst von Fresnel in dem nach ihm benannten Spiegelversuche gezeigt wurde, aber nur in dem Falle, wenn die interferierenden Schwingungen von derselben Lichtquelle stammen oder sogenannte cohärente, d. i. zusammengehörige Lichtstrahlen sind.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ist das Licht einfärbig, z. B. roth, so löschen sich zwei Lichtstrahlen unter den früher bezeichneten Umständen vollständig aus.

Ist aber das Licht weiß, dann werden unter der oben gemachten Voraussetzung von den verschiedenen Wellenlängen nur jene des rothen Lichtes sich schwächen und ausgelöscht werden, die anderen Wellenlängen sich aber zum Theile sogar wechselseitig verstärken. Aus dem Zusammenwirken dieser letzteren wird eine Mischfarbe entstehen, welche die Complementärfarbe der ausgelöschten Farbe ist.

Um Interferenzen polarisierten Lichtes zustande zu bringen, bedient man sich der parallel zur optischen Achse geschliffenen Platten von Quarz oder Kalkspat und der parallel zur optischen Achse spaltenden Blättchen von Glimmer oder Gips.

Sei XX' (Fig. 2) die in der Ebene der Platte liegende optische Achse, PP' die Schwingungsebene des vom Polariseur gelieferten Lichtes und CP die Amplitude derselben, so wird diese Schwingung im Krystalle in zwei Schwingungen zerlegt: in die Schwingungen Co des ordentlichen Strahles, welche senkrecht zur optischen Achse erfolgen, und in jene Ce des außerordentlichen Strahles, welche im Hauptschnitte oder hier parallel mit der optischen Achse erfolgen. Die Zerlegung geschieht nach der Regel vom Parallelogramme. CP wird als die Diagonale eines Parallelogrammes angesehen, dessen Seiten die Richtungen CX und CY haben.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

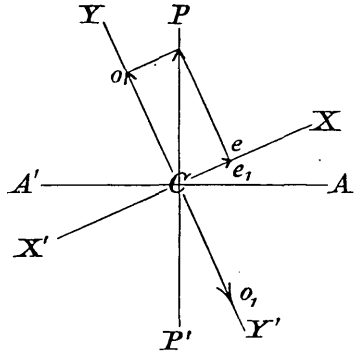

Fig. 2.

Diese beiden Schwingungen pflanzen sich senkrecht zur optischen Achse mit verschiedener Geschwindigkeit in der Krystallplatte fort. So z. B. würden sich im Kalkspate die Geschwindigkeiten von *o* und *e* verhalten wie 1·49 : 1·66, im Quarze dagegen wie 1·55 : 1·54. Im Kalkspate pflanzt sich der ordentliche Strahl langsamer fort als der außerordentliche; im Quarze findet das Umgekehrte statt.

Ist CC_1 (Fig. 3) die Dicke des Krystallplättchens, z. B. einer Quarzplatte, so werden zufolge der ungleichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit auf dem Strahle *e* z. B. fünf Halbwellen, auf jenem *o* sechs Halbwellen einer bestimmten Farbe stehen, der ordentliche Strahl wird um eine halbe Wellenlänge gegen den außerordentlichen zurückgeblieben sein. Die austretenden Strahlen werden aber doch nicht interferieren können, da dieselben senkrecht zu einander schwingen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

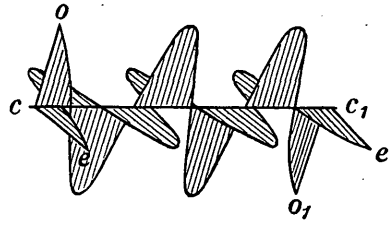

Fig. 3.

Die austretenden Amplituden werden C_1o_1 und C_1e_1 sein. Fällt die Schwingungsebene des Analyseurs mit PP' (Fig. 4) zusammen, dann zerfallen Co_1 und Ce_1 in die Schwingungen Co'_1, Co''_1 und Ce'_1, Ce''_1, von denen der Analyseur jene Co''_1 und Ce''_1 auslöscht, während die hindurchgelassenen Schwingungen Ce'_1 und Co'_1 sich gegenseitig schwächen.

Steht die Ebene des Analyseurs senkrecht zu jener des Polariseurs, fällt dieselbe also mit AA' zusammen, dann werden die Schwingungen Ce'_1 und Co'_1 ausgelöscht, während Ce''_1 und Co''_1 sich gegenseitig verstärken.

Wenn die optische Achse XX' genau 45^0 mit der Schwingungsebene des Polariseurs einschließt, dann sind Co und Ce (Fig. 5) einander gleich, ebenso Co'_1 und Ce'_1, dann Co''_1 und Ce''_1.

Diejenige Farbe, welche einen Gangunterschied von einer halben Wellenlänge erlangt, wird bei parallel gestelltem Analyseur ausgelöscht, bei senkrecht gestelltem Analyseur verstärkt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

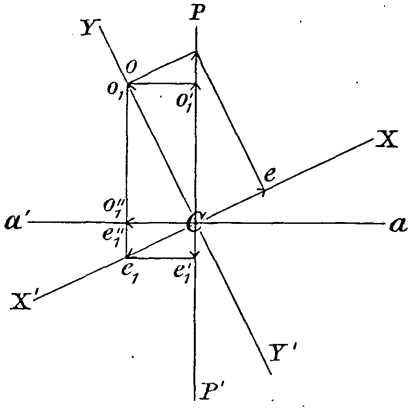

Fig. 4.

Wird z. B. aus dem auffallenden weißen Lichte die rothe Farbe bei parallelgestelltem Analyseur ausgelöscht, so erscheint die Platte durch das Zusammenwirken der übrigen Farben, die theils weniger geschwächt, theils verstärkt sind, grün. Bei senkrecht gestelltem Analyseur wird dann Roth in größter Intensität auftreten, die anderen Farben werden geschwächt und zum Theile ausgelöscht sein, die Platte erscheint roth.

Wenn die beiden Strahlen beim Durchlaufen der Platte einen Gangunterschied von einer ganzen Wellenlänge erhalten, dann wird (Fig. 5) die Farbe bei gekreuztem Polariseur und Analyseur ausgelöscht, da o_1'' und e_1'' entgegengesetzt gelegen sind, während sich

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

bei paralleler Stellung die Amplituden Co'_1 und Ce'_1 addieren, die betreffende Farbe daher mit der größten Intensität auftritt.

Fällt die Richtung der optischen Achse mit den Schwingungsebenen des Analyseurs oder des Polariseurs zusammen, dann geht das auffallende Licht unzerlegt durch die Platte, als ordentlicher Strahl, wenn

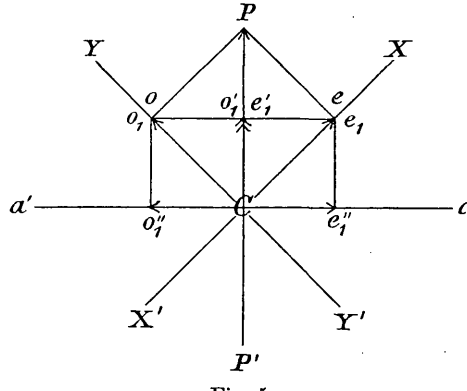

Fig. 5.

es senkrecht zur optischen Achse, als außerordentlicher, wenn es parallel mit derselben schwingt. Sind dabei Polariseur und Analyseur parallel gestellt, dann erscheint die Platte weiß, sind dieselben gekreuzt, schwarz.

Ich ordne jetzt den Duboscq'schen Polarisationsapparat nach dem Schema Fig. 6 an. Stelle ich, ohne Anwendung der Platte *Q*, Polariseur und Analyseur, hier ein Kalkspat *K* und ein Nicol'sches

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

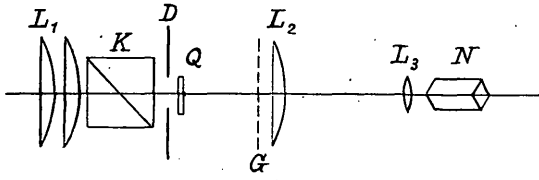

Fig. 6.
L_1 L_2 L_3 Linsen, K polarisierender Kalkspat, D Diaphragma, Q Krystallplatte, N Nicol.

Prisma N, parallel, so ist das Gesichtsfeld hell; verdrehe ich den Analyseur um 90^0, dann wird das Gesichtsfeld dunkel.

Führe ich nun eine Quarzplatte Q ein, welche parallel zur Achse des die Krystallgestalt bildenden sechsseitigen Prismas, daher parallel zur optischen Achse geschliffen ist, so hellt sich das dunkle Gesichtsfeld sofort auf und färbt sich roth. Drehe ich die Platte in ihrer Ebene, so nimmt die Intensität der rothen Farbe zu, jetzt ist sie im Maximum. Die optische Achse der Krystallplatte schließt 45^0 mit der Schwingungsebene des Polariseurs ein. Beim weiteren Drehen nimmt die Intensität der Farbe ab, das Gesichtsfeld wird dunkel. Die optische Achse ist jetzt den auffallenden Schwingungen parallel oder dazu senkrecht. Eine weitere Drehung um 45^0 gibt wieder rothes Licht u. s. w.

Belasse ich die Krystallplatte in ihrer Stellung und drehe den Analyseur, so wird die rothe Färbung abnehmen und nach einer Drehung um 45^0 in Weiß übergehen; bei weiterer Drehung tritt die complementäre

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

grüne Färbung auf und erreicht ihr Maximum bei einer Drehung von 90°. Eine Verdrehung der Platte in ihrer Ebene hat jetzt ein Verschwinden der grünen Farbe und Auf hellen des Gesichtsfeldes, dann erneuertes Auftreten der grünen Farbe und erneuertes Abblassen und Aufhellen im Gefolge.

Die Erklärung der complementären Farben liegt insbesondere noch darin, dass z. B. die Platte in der rothen Farbe eine Gangdifferenz von $^3/_2$ Wellenlänge, in der grünen Farbe wegen der größeren Wellenlänge eine Gangdifferenz von 2 Wellenlängen erzeugt.[1] Sind Polariseur und Analyseur parallel, dann sind nach dem Durchtritt durch den Krystall für Roth die Schwingungsrichtungen o_1 und e_1 (Fig. 2), die rothe Farbe erlischt; dagegen für Grün o und e, das Grün erscheint im Maximum. Bei gekreuztem Polariseur verstärken sich o_1 und e_1, das Gesichtsfeld erscheint roth; o und e heben sich weg, das Grün ist ausgelöscht.

Schalte ich statt des Nicols eine senkrecht zur optischen Achse geschliffene Kalkspatplatte K_2 ein und gebe dem Apparate die Anordnung Fig. 7, dann ergeben sich zwei complementär gefärbte Bilder. Der

---

[1] Die Gangdifferenz ist gegeben durch $\frac{n''-n'}{\lambda} D$, dabei ist etwa im Quarz der Unterschied der Brechungsexponenten $n''-n'$ für Roth 0·0090, für Grün 0·0092; die Wellenlänge λ für Roth 0·00069 *mm*, für Grün 0·00054 *mm*. Eine Platte von $D = 0{\cdot}12$ *mm* Dicke gibt daher sehr nahe für Roth eine Gangdifferenz von $^3/_2\,\lambda$, für grün $2\,\lambda$.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

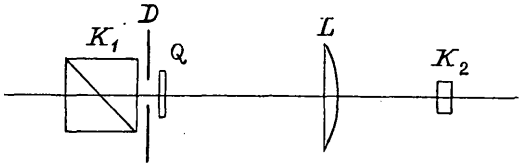

Fig. 7.
K_1 polarisierender Kalkspat, D Diaphragma, Q Quarzplatte L Linse, K_2 analysierende Kalkspatplatte.

Kalkspat löscht keine der Schwingungsrichtungen aus, sondern lässt die eine als ordentlichen, die andere als außerordentlichen Strahl durchtreten. Dass die beiden Bilder genau complementär sind, erkennen Sie daran, dass dieselben sich dort, wo sie übergreifen, genau zu Weiß ergänzen.

Die parallel zur optischen Achse geschliffene Quarzplatte gibt also nur zwei complementäre Farben, welche durch die Stellung von Analyseur und Polariseur bedingt sind, und die Farben blassen aus, wenn die Krystallplatte in ihrer Ebene gedreht wird. Die senkrecht zur optischen Achse geschliffene Quarzplatte dagegen gibt die Aufeinanderfolge der Farben des Spectrums, wenn der Analyseur gegen den Polariseur verdreht wird, und eine Drehung der Platte in ihrer Ebene erzeugt keine Veränderung im Gesichtsfelde.

Ich löse jetzt[1]) das rothe Licht, welches die parallel

---

[1]) S. Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, Bd. XXXIV, 1893/94, S. 347, Fig. 11.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zur optischen Achse geschliffene Platte bei gekreuztem Polariseur und Analyseur gibt, in ein Spectrum auf. Es erscheint, wenn die optische Achse der Platte 45^0 mit der Schwingungsebene des Polariseurs oder des Analyseurs einschließt, im Spectrum ein schwarzer Streifen im Grün. Verdrehe ich den Analyseur, so verschwindet der Streifen; bei weiterer Drehung tritt der schwarze Streifen wieder auf, liegt aber im Roth.

Eine senkrecht zur optischen Achse geschliffene Quarzplatte würde im Spectrum auch einen schwarzen Streifen geben, derselbe würde aber bei der Drehung des Analyseurs im Spectrum nach und nach über alle Farben hinüberwandern.

Besonders geeignet zu dergleichen Versuchen sind die durch Spaltung des Marienglases, d. i. des krystallisierten Gipses erhaltenen Plättchen. Die abgespaltenen Plättchen enthalten in ihren Ebenen allerdings zwei optische Achsen, die mit einander einen Winkel von $57^0\ 31'$ einschließen; sie zerlegen das auffallende polarisierte Licht in Schwingungen, welche die Winkel zwischen den Richtungen der optischen Achsen halbieren. Die Halbierungslinie des kleineren Winkels heißt der Hauptschnitt. Die Ebene des Hauptschnittes und die dazu senkrechte Ebene verhalten sich so wie der Hauptschnitt der Quarzplatte oder der Kalkspatplatte in dem früher betrachteten Falle. Gipsplättchen, die dicker als 0·3 *mm* sind, zeigen nur mehr schwache Färbungen.

Wird das aus einem solchen Gipsplättchen aus-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

tretende Licht in ein Spectrum aufgelöst, so erscheint dieses von schwarzen Streifen, den Müller'schen Streifen unterbrochen. Beim Drehen des Analyseurs blassen dieselben mit dem Spectrum aus und treten bei weiterer Drehung an der früher hellen Stelle auf. Ein Gipsplättchen von 1 *mm* Dicke gibt etwa zehn schwarze Streifen im Spectrum.

Eine Quarzsäule, mit den Endflächen senkrecht zur optischen Achse geschliffen, gibt in den Polarisationsapparat eingeschaltet und spectralanalytisch untersucht auch schwarze Streifen im Spectrum. Mit der Drehung des Analyseurs jedoch durchwandern dieselben nach und nach das ganze Spectrum.

Ich stelle jetzt die Anordnung Fig. 6 wieder her und schalte bei gekreuztem Polariseur und Analyseur bei *G* einige Gipspräparate in den Apparat ein, so z. B. sechs zwischen Glasplatten gefasste rautenförmige Gipsblättchen von verschiedener Dicke. Dieselben erscheinen in sechs Farben des Spectrums, wenn das Präparat so gedreht wird, dass die sehr nahe gleichgerichteten optischen Achsen alle 45^0 mit der Schwingungsebene des Polariseurs einschließen. Drehe ich den Analyseur, so verblassen die Farben, das Gesichtsfeld wird dunkel; bei weiterer Drehung treten die Complementärfarben auf, bei noch weiterer Drehung verblassen die Farben, das Gesichtsfeld ist aber jetzt hell, schließlich nimmt es die ursprüngliche Färbung wieder an.

Ich gebe jetzt eine aus verschieden dickem Gipse

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

geschnittene Blume in den Apparat. Die Blätter sind grün, die Blüten roth. Durch Drehung des Analyseurs um 90° werden die Blätter roth und die Blüthen grün. Ganz ähnlich verhält sich dieses Präparat mit einem Schmetterling; die Flügel sind violett, die Augen gelb, nach der Drehung des Analyseurs um 90° sind die Flügel gelb, die Augen violett.

Von größerer Bedeutung für das Nachfolgende ist das Präparat, welches ich jetzt einschalte. Es ist eine keilförmig geschliffene Gipsplatte, die ich von Dr. Steeg und Reuter in Homburg vor der Höhe bezogen habe. Auf dem Schirme erscheinen, sobald die optische Achse der Platte 45° mit der Schwingungsrichtung des Polariseurs einschließt, spectrenartige Streifen. Die Lebhaftigkeit der Farben nimmt aber vom dünneren Ende gegen das dickere Ende allmählich ab. Diese Gipsplatte zeigt alle Farbennuancen, welche bei verschiedenem Gangunterschiede des Strahles von einer einzigen halben Wellenlänge bis zu einer größeren ungeraden Zahl derselben auftreten können. Könnte ich je einen Streifen farbigen Lichtes herausfassen und das Licht spectralanalytisch zerlegen, so würden im Spectrum umsomehr schwarze Streifen auftreten, von einer je blasseren Farbe, beziehungsweise dickeren Stelle der Platte ich das Licht entnehme.

Wenn stark convergierendes oder divergierendes Licht auf eine Krystallplatte fällt, dann tritt etwas Ähnliches wie bei dieser Gipsplatte auf. Die unter verschiedenen Winkeln auffallenden Strahlen haben dann,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ihrer verschiedenen Richtung wegen, in der Krystallplatte verschieden lange Wege zurückzulegen, wir werden ähnliche Farbenbänder wahrnehmen wie bei der keilförmigen Gipsplatte, nur werden dieselben nach Curven gekrümmt erscheinen.

Ich gebe nun dem Duboscq'schen Projectionsapparate die Anordnung Fig. 8 und schalte eine senkrecht zur optischen Achse geschliffene Kalkspatplatte ein. Polariseur und Analyseur sind gekreuzt. Auf dem

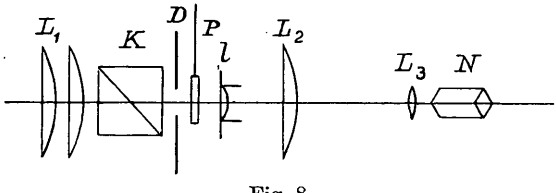

Fig. 8.

K Polariseur, L_1 L_2 L_3 Linsen, l Linse von kurzer Brennweite, D Diaphragma, P Krystallplatte, N Nicol.

Schirme erscheinen concentrische farbige Ringe, in denen die Farben nach außen, so wie bei der keilförmigen Gipsplatte an Lebhaftigkeit abnehmen, und dieses Ringsystem ist von einem schwarzen Kreuze durchzogen, dessen Arme parallel zu den Schwingungsebenen von Polariseur und Analyseur sind. In der Nähe der Arme des Kreuzes erscheinen die Farben der Ringe abgeschwächt.

Wird der Analyseur zum Polariseur parallel gedreht, dann verwandeln sich die Farben der Ringe in

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die complementären, und an Stelle des schwarzen Kreuzes tritt ein weißes Kreuz auf.

Zur Erklärung dieser Erscheinung werde ein Quadrant der Farbenringe betrachtet. Auf die Krystallplatte Fig. 9 falle Licht von der Schwingungsrichtung *OB*. Bei *B* geht dasselbe als außerordentlicher, bei *A* als ordentlicher Strahl durch die Platte. Der Analyseur lässt nur Schwingungen parallel zu *OA* durch, löscht also alles in der Strecke *OB* und *OA* auffallende Licht aus. Dies gibt das schwarze Kreuz. Wird der Analyseur parallel zu *OB* gedreht, dann lässt er alle Schwingungen durch und das Kreuz erscheint weiß.

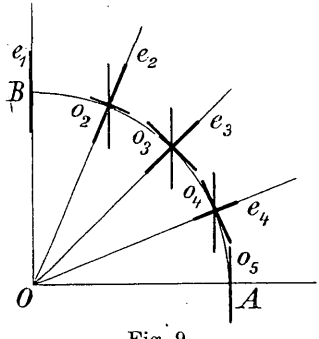

Fig. 9.

An anderen Stellen des Kreises *AB* werden die auffallenden Schwingungen so zerlegt, wie bei den Quarz- und Gipsplatten gezeigt. Die beiden Strahlen pflanzen sich in der Krystallplatte mit verschiedener Geschwindigkeit fort und erlangen einen von der Dicke der durchlaufenen Schichte abhängigen Gangunterschied. Aus der Platte austretend, werden sie durch den Analyseur auf gleiche Schwingungsebene zurückgeführt und dadurch zur Interferenz gebracht.

Werden die Strahlen von einem Punkte ausgehend gedacht, welcher normal zur Platte gerade über *O*

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

(Fig. 9) gelegen ist, so erlangen alle Strahlen, welche in gleicher Entfernung von *O* auftreffen, den gleichen Gangunterschied und zeigen die gleiche Farbe. Die isochromatischen Linien sind daher um *O* als Mittelpunkt gezogene Kreise. Die Farbe ist am intensivsten in der Halbierungslinie des Winkels *AOB*, weil dort die auffallende Schwingung in zwei Schwingungen zerlegt wird, welche 45^0 mit derselben einschließen. Von da an nimmt die Lebhaftigkeit der Farbe gegen *OB* und *OA* hin ab. Ebenso nimmt die Intensität der Färbung der Ringe von innen nach außen hin ab.

Werden zwei zur optischen Achse parallel geschliffene, gleich dicke Platten eines optisch einachsigen Krystalles so aufeinandergelegt in den Apparat eingeführt, dass die Hauptschnitte, das sind die Ebenen durch die optischen Achsen einen rechten Winkel einschließen, dann sind die isochromatischen Curven gleichseitige Hyperbeln. Zwischen den innersten Hyperbeln ist das Gesichtsfeld schwarz oder weiß, je nachdem Polariseur oder Analyseur gekreuzte oder parallele Stellung einnehmen.

Eine Quarzplatte, welche senkrecht zur optischen Achse geschliffen ist, zeigt kein schwarzes Kreuz, sondern das bekannte farbige Gesichtsfeld, umschlossen von den farbigen Ringen der optisch einachsigen Krystalle. In den Ringen sind schwache Ansätze der schwarzen oder weißen Büschel sichtbar, welche parallel zu den Schwingungsrichtungen von Analyseur und Polariseur gelegen sind.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Zwei zur optischen Achse senkrecht geschliffene Quarzplatten, von denen eine rechts drehend, die andere links drehend ist, übereinandergelegt, geben im convergenten Lichte die unter dem Namen der Airy'schen Spiralen bekannte prachtvolle Erscheinung. (Fig. 10.) Bei gekreuztem Polariseur und Analyseur sind die Spiralen in der Mitte des Gesichtsfeldes schwarz, bei paralleler Stellung weiß. Außer optisch einachsigen gibt es noch optisch zweiachsige Krystalle. In diesen letzteren sind zwei Richtungen vorhanden, nach welcher die Geschwindigkeit des Lichtstrahles unabhängig von der Schwingungsrichtung ist.

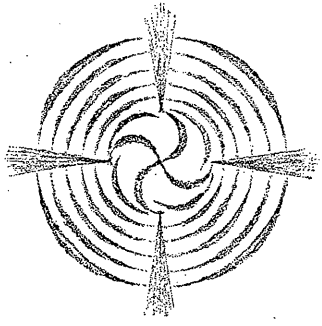

Fig. 10.
Die Airy'schen Spiralen.

Eine Krystallplatte, welche so geschliffen ist, dass ihre Begrenzungsflächen senkrecht auf der Halbierungslinie des Winkels zwischen den optischen Achsen liegen, wie z. B. diese Platte von kohlensaurem Blei, zeigt zwei die Austrittspunkte der optischen Achsen umgebende, farbige Ringsysteme. Die äußeren Ringe verschmelzen zu Linien, welche die beiden Ringsysteme einschließen. Die isochromatischen Curven der optisch zweiachsigen Krystalle gehören der Gattung der Lemniscaten an.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

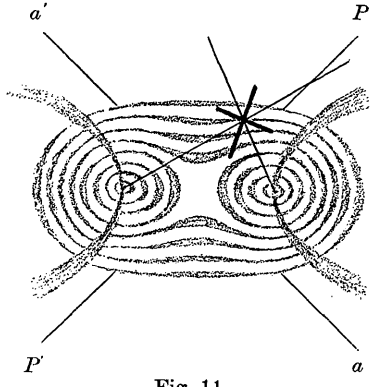

Fig. 11.

Ringsystem einer optisch zweiachsigen Krystallplatte. Analyseur und Polariseur sind gekreuzt; die Ebene der optischen Achsen schließt mit der Schwingungsebene des Polariseurs 45^0 ein.

Fällt die Ebene der optischen Achsen mit der Schwingungsebene des Polariseurs zusammen, dann ist die farbige Erscheinung an einem schwarzen Kreuze durchsetzt, wenn Polariseur und Analyseur gekreuzt sind. Die Farben verwandeln sich in die complementären, und an Stelle des schwarzen Kreuzes tritt ein weißes, wenn die polarisierenden Theile des Apparates parallel gestellt werden.

Wird die Krystallplatte z. B. bei gekreuztem Polariseur und Analyseur in ihrer eigenen Ebene verdreht, dann löst sich das Kreuz in zwei hyperbolische Büschel auf (Fig. 11), die bei der Drehung um 45^0 eine symmetrische Gestalt annehmen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

An den Stellen des Kreuzes oder der Büschel gehen die Schwingungen des Polariseurs unzerlegt durch die Krystallplatte hindurch und werden vom Analyseur ausgelöscht.

An den Punkten einer isochromatischen Linie werden die auffallenden Schwingungen zerlegt, und zwar nach den zwei aufeinander senkrechten Halbierungslinien des Winkels, welchen die von den optischen Achsen zu dem betreffenden Punkte gezogenen Linien mit einander einschließen (Fig. 11). Längs aller Punkte derselben isochromatischen Linien ist der Gangunterschied, den die beiden Strahlen, z. B. die rothen Theile erlangen, eine ungerade Anzahl halber Wellenlängen. Der Analyseur führt dann wie bei der Quarzplatte die Schwingungen auf eine Ebene zurück; die betreffende Stelle erscheint bei gekreuztem Polariseur und Analyseur roth, bei paralleler Stellung grün. Etwas Ähnliches findet statt für orange und blau, oder gelb und violett.

In den nicht krystallinischen Mitteln, welche sich optisch nach allen Richtungen gleich verhalten, wie z. B. bei diesem Glaswürfel, zeigen sich keine Farbenerscheinungen, wenn dieselben in den Polarisationsapparat, in der Anordnung (Fig 6) statt der Gipsplatte bei *G* eingeschaltet werden. Es tritt aber sofort Doppelbrechung ein, wenn der Glaswürfel etwa zwischen den Backen einer kleinen Schraubenpresse einem Drucke ausgesetzt wird.

Ein Streifen Spiegelglases von etwa 70 *cm* Länge,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

mit seiner Mitte in den Gang der Lichtstrahlen eingestellt, erscheint bei gekreuzten polarisierenden Bestandtheilen des Apparates vollkommen dunkel. Wird derselbe durch Streichen mit einem nassen Lappen zum Tönen gebracht, so erscheint sofort das Gesichtsfeld aufgehellt, da sich in der Mitte des Stabes ein Schwingungsbauch bildet, in welchem beträchtliche Spannungen auftreten.

Ebenso tritt Doppelbrechung auf, wenn der Glaswürfel in eine erhitzte Zange gespannt wird. Die Wärmeleitung bewirkt eine elastische Veränderung des Materiales und damit Doppelbrechung. Beim Erkalten verschwindet die Doppelbrechung wieder.

Werden dergleichen Gläser nach vorhergehender starker Erhitzung rasch gekühlt, so bleiben die Spannungen im Glase bestehen, und die Würfel sind dauernd doppeltbrechend. Ich schalte nunmehr verschieden geformte derartige Gläser in den Apparat ein und erhalte die, mitunter sehr lebhaften Farbenerscheinungen, die bei gekreuztem Polariseur und Analyseur von schwarzen Flecken und Linien durchzogen sind, während sich dieselben bei Parallelstellung in Weiß verwandeln.

Schlecht gekühlte Gläser sind in der Regel doppeltbrechend, infolge der in denselben zurückgebliebenen Spannungen. Rasche Temperatursveränderungen, Erschütterungen, Schwingungen, denen die Gläser ausgesetzt werden, haben häufig das Zerspringen solcher Gläser zur Folge.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Erscheinungen, die ich Ihnen heute vorgeführt habe, erschöpfen dieses Gebiet nicht vollständig, Sie erkennen aber aus dem Wenigen, von welcher Bedeutung dieselben zur Erforschung der Natur von Krystallen sind, wie aus dem Auftreten von Farbenerscheinungen auf die Beschaffenheit der untersuchten Substanzen geschlossen werden kann.

Außer der in die Augen springenden praktischen Bedeutung haben diese Versuche noch ein hohes theoretisches Interesse: es sind lauter Belege für Richtigkeit der theoretischen Anschauungen über die Lichtbewegung. Alle Erscheinungen können durch die mathematisch fassbare Hypothese, dass das Licht eine schwingende Bewegung sei, erklärt werden, und die einzelnen Erscheinungen lassen sich mit großer Genauigkeit durch die Rechnung verfolgen, wenn durch messende Versuche richtige Daten geschaffen sind. Diese Versuche sind insbesondere deswegen von Bedeutung, weil sie zeigen, dass die Erscheinungen in der Natur wirklich nach den Gesetzen verlaufen, welche in den mathematischen Formeln niedergelegt sind.

Nicht nur die Erscheinungen, die ich Ihnen vorgeführt habe, sind schön, auch die theoretischen Entwicklungen, durch welche dieselben beschrieben werden, bilden eine der glänzendsten Anwendungen der Mathematik auf physikalische Probleme und sind mit den bedeutendsten Schöpfungen des menschlichen Geistes auf anderen Gebieten zu vergleichen, nur ist das Erfassen dieses großartigen Werkes an eine nicht mehr

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

jedem erreichbare, theoretische Bildung geknüpft. Möge die Bedeutung der rein theoretischen Studien um ihrer selbst willen jederzeit die richtige Würdigung finden, sie lohnen reichlich die aufgewendete Mühe, sie üben dieselbe veredelnde Wirkung wie die sogenannten humanistischen Wissenszweige, da sie das reinste Streben nach Wahrheit verkörpern.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 35

Autor(en)/Author(s): Obermayer Albert von

Artikel/Article: Über die chromatische Polarisation. 505-529