

Ueber das
polarisirte Licht.

Von

DR. LEANDER DITSCHNER,

Vortrag, gehalten am 29. April 1867.

Bei zwei grossen Klassen von Naturerscheinungen ist es der neueren Naturforschung bereits gelungen, dieselben als das Resultat der Bewegung kleinster Theilchen darstellen zu können. Die alte Emanationstheorie des Lichtes, der zufolge von den leuchtenden Körpern ein eigenthümlicher Lichtstoff nach allen Richtungen ausgesendet wird, welcher Lichtstoff in unser Auge gelangt, in uns die Lichtempfindung hervorrief, musste der sogenannten Undulationstheorie Platz machen. An die Stelle des Lichtstoffes, wie ihn die Emanationstheorie annahm, trat nun der sogenannte Lichtäther, eine im ganzen Weltraum verbreitete, alle Körper durchdringende, äusserst elastische Substanz, deren Bewegungen es sein sollen, die auf unser Gesichtsorgan übertragen, diejenigen Empfindungen in uns hervorrufen, die wir Licht nennen. Die Eigenschaften, welche man diesem Aether beizulegen genöthigt ist, machen ihn wesentlich verschieden von demjenigen, was wir materielle Körper zu nennen gewohnt sind. Während nämlich die Theilchen dieser letzteren sich anziehen, stossen sich die Theilchen des Aethers ab, während wieder zwischen

Aether und Körpertheilchen sich anziehende Kräfte kund geben.

Wenn wir uns im Zustande des Gleichgewichtes die kleinsten Körpertheilchen im Innern eines solchen Körpers vertheilt denken, so dass sie sich gegenseitig in Abständen befinden, die bezüglich ihrer Grösse sehr bedeutend zu nennen sind, so wird sich der Aether nach seinen oben angeführten Eigenschaften in diesen von den Körpertheilchen gelassenen Zwischenräumen allseitig vertheilen, so zwar, dass er, je näher man einem solchen Körpertheilchen kömmt, immer dichter und dichter wird, dass er gleichsam dieses Körpertheilchen umgibt, ähnlich wie die Atmosphäre um unsere Erde angeordnet ist. Durch äussere Anregungen nun ist es recht gut denkbar, dass dieser Aether in Bewegung geräth, ähnlich wie sich in einem stillstehenden Wasser, etwa einem Teiche, ein Wellenzug nach allen Richtungen von jenem Punkte aus bewegt, in welchem ein hineingeworfener Stein die Oberfläche des Wassers durchbrochen hat. Eine solche Bewegung endlich kann, bis zu unserem Auge fortgepflanzt, und auf unsere Sehnerven auf irgend eine Weise übertragen, in uns dasjenige Gefühl, diejenige Empfindung hervorbringen, die wir Licht nennen. Es ist dabei nicht ausgeschlossen, dass der Aether gleichzeitig auch noch anderer Bewegungsformen fähig sei, welche in uns, wenn auch nicht gerade die Empfindung von Licht, so doch andere, mehr oder weniger davon verschiedene Erscheinungen hervorrufen. In neuerer Zeit wurde nun auch der

Wärmestoff über Bord geworfen, und werden heute, ähnlich wie die Lichterscheinungen, so auch die Wärmeerscheinungen durch Bewegungen kleinster Theilchen zu erklären gesucht. Von den Theorien, welche sich über das Wesen der Wärme in neuerer Zeit gebildet haben, sind zwei als die wesentlichsten zu nennen. Nach der einen dieser Theorien, welche von Redtenbacher in Karlsruhe zuerst aufgestellt wurde, besteht die Wärmebewegung in radialen Bewegungen des die materiellen kleinsten Körpertheilchen umgebenden Aethers. Wie die Atmosphäre, welche die Erde umgibt, sich ausdehnt und zusammenzieht, also einen grössern oder kleinern Radius besitzt, wenn sie nach und nach erwärmt und abgekühlt wird, sollen sich auch diese Aetherhüllen ausdehnen und zusammenziehen, wenn die Körper in einem bestimmten Wärmezustande sich befinden, und zwar sollen diese aufeinanderfolgenden Ausdehnungen und Zusammenziehungen um so rascher auf einander folgen, je wärmer der Körper ist. Nur wenn der Körper absolut kalt ist, wenn auch keine Spur von Wärme in ihm zu entdecken ist, befinden sich auch diese Aetherhüllen im Zustande der vollkommenen Ruhe. Diese Theorie ist aber bald wieder verlassen worden, um einer anderen Ansicht über das Wesen der Wärme, die in neuester Zeit namentlich von Clausius ausgedehnt und erweitert wurde, Platz zu machen. Nach dieser Ansicht besteht die Wärmebewegung in der Bewegung der Moleküle und der Atome, d. h. der materiellen Theilchen des Körpers

selbst. Was die Bewegungsform dieser materiellen Theilchen anbelangt, so ist sie verschieden, je nach dem Aggregationszustande des Körpers, sie ist verschieden für feste, flüssige und gasförmige Körper. Bei den festen Körpern schwingen dessen Moleküle um ihre Gleichgewichtslage, unter der Einwirkung derjenigen Kräfte, die sie gegenseitig auf einander ausüben. Diese Bewegungen können sich auf das ganze Molekül allein beziehen, und sowohl geradlinig sein als auch drehende um den Schwerpunkt; diese Bewegungen können aber auch den Bestandtheilen innerhalb des Moleküls, also den Atomen eigenthümlich sein. Im flüssigen Aggregationszustande können zu diesen auch noch wälzende und fortschreitende Bewegungen kommen, aber die lebendige Kraft dieser Bewegung ist gegenüber der gegenseitigen Anziehung, welche die Moleküle auf einander üben, noch nicht stark genug, sie gänzlich von einander zu entfernen. Dieses letztere ist erst bei dem gasförmigen Zustande der Fall, dort sind die Moleküle ganz ausser der Sphäre ihrer Anziehung, und bewegen sich nach den gewöhnlichen Gesetzen geradlinig fort; wahrscheinlich finden bei den Gasen auch noch gleichzeitig oscillirende Bewegungen der Atome innerhalb des Moleküles statt. Nur bei den Gasen ist es bis jetzt gelungen eine bestimmtere Bewegungsform zu erkennen. Es ist nämlich wahrscheinlich, dass die Gasmoleküle, wie dies schon vor Clausius von Le Sage, Bernoulli und präciser von Krönig ausgesprochen wurde, sich geradlinig mit constanter Ge-

schwindigkeit bewegen, und dass sie ihre Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit nur dann ändern, wenn sie sich untereinander treffen oder an eine Wand stoßen. Jedoch muss diese Aenderung immer so geschehen, dass die Summe der lebendigen Kräfte aller dieser Moleküle stets dieselbe bleibt, sobald die Temperatur des Gases dieselbe geblieben ist, welche Temperatur gegeben ist durch die mittlere lebendige Kraft der Moleküle. Aus diesen Annahmen wenigstens ist man im Stande, die wichtigsten Gesetze, welche wir an den Gasen durch das Experiment kennen gelernt haben, durch einfache mathematische Behandlung abzuleiten. Aus ihnen ergibt sich sehr einfach das Mariotte'sche, Gay-Lussac'sche, Dulong'sche und Ampère'sche Gesetz, welches letztere namentlich als der Grundpfeiler der neueren chemischen Theorien anzusehen ist. Ueber die Bewegungsformen, welche den Molekülen der festen und flüssigen Körper eigenthümlich sind, ist über das Gesagte hinaus nichts weiter festzustellen, wir wissen nur, dass bei diesen Körpern die kleinsten Körpertheilchen sich bewegen, wissen aber durchaus nicht, wie sie sich bewegen.

Wir erkennen aus dem eben Gesagten, dass bei beiden neueren Theorien, bei der Undulationstheorie des Lichtes, ebenso wie bei der sogenannten mechanischen Theorie der Wärme, die in ihr Gebiet gehörigen Erscheinungen als Bewegungen kleinster Theilchen dargestellt werden. Aber ein wesentlicher Unterschied besteht doch zwischen beiden Theorien. Während man nämlich

bei der mechanischen Theorie der Wärme vollkommen klar darüber ist, was sich bewegt, kennt man die Bewegungsform dieses Bewegten entweder gar nicht oder nur in den einfachsten Fällen, und umgekehrt ist man bei der Undulationstheorie des Lichtes vollkommen im Reinen über diese Bewegungsform, kennt aber das Bewegte um so weniger. Während also in dem einen Falle die Bewegungsform hypothetisch ist, ist es in dem andern Falle das Bewegte, der s. g. Lichtäther selbst. Man könnte daher sagen, dass die mechanische Wärmetheorie auf einfacheren Sätzen ruht, als die Lehre vom Licht, in der man neben der Annahme, dass das Licht eine Bewegung kleinster Theilchen sei, gleichzeitig eine bestimmtere Vorstellung über die Art dieser Bewegung den Untersuchungen zu Grunde legt, eine Vorstellung, ohne welche die mechanische Theorie der Wärme doch so bedeutende Fortschritte in der neueren Zeit gemacht hat.

Wir werden es im Folgenden nur mit den Bewegungsformen der Aethertheilchen zu thun haben, soweit diese Bewegungen auf unser Gesichtsorgan übertragen, in uns das Gefühl von Licht hervorbringen. Wir werden nicht weiter eingehen auf die Eigenschaften dieses hypothetischen Lichtäthers, ebenso wenig wir auf die Vertheilung desselben innerhalb der Körpermoleküle unsere besondere Aufmerksamkeit richten wollen; im Gegentheile wollen wir annehmen, dass dieser Lichtäther im ganzen Körper, durch welchen Licht sich fortpflanzt, ganz gleichmässig vertheilt sei, also auch

entweder annehmen, dass die Action der Körpertheilchen auf die Aethertheilchen Null sei, oder auch dass wir nur ein so kleines Volumtheil dieses Aethers betrachten, dass seine Dichtigkeit an allen Stellen dieselbe sei.

Denken wir uns unter diesen Annahmen von irgend einem Punkte eines Körpers Licht ausgehen, so wird sich nach allen Richtungen die Lichtbewegung geradlinig fortpflanzen, vielleicht nach verschiedenen Richtungen mit verschiedener Geschwindigkeit, was Letzteres nur von der Substanz selbst, in der sich das Licht fortpflanzt, abhängt. Die Lichtfortpflanzung selbst aber wollen wir als geradlinig annehmen, also auch voraussetzen, dass wir es mit einem homogenen Medium zu thun haben, denn nur in nicht homogenen Medien kann möglicherweise die Lichtfortpflanzung in krummlinigen Bahnen erfolgen, wie dies etwa in unserer Atmosphäre der Fall ist, die in verschiedenen Höhen auch eine verschiedene Dichte hat. Die aufeinander folgenden in solchen geraden Linien liegenden Aethertheilchen sind nur, wenn in derselben Richtung Licht sich fortpflanzt, in Bewegung, sie sind aus ihrer Ruhelage herausgetreten, und bewegen sich, so lange in derselben Richtung Licht sich fortpflanzt, in irgend welchen Bahnen um diese Ruhelage herum. Diese Bahnen selbst können gerade Linien, sie können Ellipsen, Kreise, oder was immer für in sich selbst zurückkehrende Linien sein, die jedoch stets in Ebenen liegen, die sowohl durch die Ruhelage des Aether-

theilchens hindurch gehen, als auch auf der Fortpflanzungsrichtung senkrecht stehen. Die Schwingungen der Aethertheilchen sind also transversale. Als man zuerst aus den Interferenzerscheinungen, wie etwa aus dem Fresnel'schen Spiegelversuche, erkannte, dass das Licht durch Schwingungen hervorgebracht würde, bei welchen zwei nahe in derselben Richtung sich fortplanzende Lichtstrahlen bald Licht bald Dunkel gaben, je nachdem sie mehr oder weniger gegeneinander verschoben waren, dieses Dunkelwerden nie aber der Fall sein kann, sobald man einen nicht zu zerstörenden Lichtstoff voraussetzte, war es noch nicht erwiesen, dass diese Lichtschwingungen transversale seien; sie konnten zur Erklärung dieser Klasse von Erscheinungen ebenso gut longitudinale sein, es konnten also die Schwingungen ähnlich wie beim Schalle in der Richtung der Fortpflanzung geschehen. Erst als man die Erscheinungen der Polarisation des Lichtes näher kennen lernte, ergab sich die transversale Schwingungsweise als die einzig mögliche. Es ergab sich nämlich durch das Experiment, dass zwei sich in denselben Richtungen fortplanzende aber auf einander senkrecht polarisirte Lichtstrahlen sie nie und nimmer verstärken, sich aber auch nie und nimmer schwächen, so oft und so weit man diese Lichtstrahlen auch gegeneinander verschiebt, so grosse oder so geringe Gangunterschiede man auch ihnen immer geben mag.

Was die aufeinander folgenden Aethertheilchen betrifft, so ist vorerst ersichtlich, dass, weil die Licht-

bewegung, um sich von einem derselben zum andern fortzupflanzen, Zeit braucht, ein weiter vom Lichterregungspunkte entferntes Aethertheilchen seine Bewegung auch später beginnt als ein nahe gelegenes. Was die Bahnen verschieden weit gelegener Aethertheilchen betrifft, so lässt sich im Allgemeinen sagen, dass diese, was ihre Form anbelangt, congruent sind, wenn man von jener Schwächung der Lichtintensität absieht, welche wegen der Lichtausbreitung naturgemäss eintritt. Die congruenten Bahnen können nun aber bezüglich ihrer Lage verschieden sein. Sie können vollkommen parallel sein oder nicht, in dem einen Falle haben wir es mit polarisirtem Lichte in dem andern mit dem sogenannten nicht polarisirten zu thun.

Die einfachste Form des polarisirten Lichtes ist das geradlinig polarisirte Licht, aus welchem durch Combination alle übrigen polarisirten Lichtstrahlen sich ableiten lassen. In einem geradlinig polarisirten Lichtstrahle bewegen sich die Aethertheilchen in geraden, durch ihre Ruhelage gehenden Linien. Beim Beginne der Bewegung tritt das Aethertheilchen mit einer gewissen von der Intensität abhängigen Geschwindigkeit aus seiner Ruhelage, verliert diese Geschwindigkeit immer mehr und mehr, je mehr es sich von derselben entfernt. Bekommt endlich die Geschwindigkeit Null, kehrt seine Bewegung gegen die Ruhelage um und kommt mit derselben Geschwindigkeit, jedoch in entgegengesetzter Richtung in der Ruhelage an,

mit der es ausgegangen. Aehnlich wie beim Pendel einer Uhr geht das Theilchen über seine Ruhelage hinaus, in entgegengesetzter Richtung wie das erstemal, verliert seine Geschwindigkeit und kehrt, nachdem diese wieder Null geworden, gegen die Ruhelage zurück, aus welcher sie wieder unter denselben Umständen, wie das erstemal, austritt und die eben beschriebene Bewegung neuerdings, und zu wiederholten Malen durchmacht. Man nennt eine solche Bewegung vom Austritte aus der Ruhelage bis zum Eintritt derselben Bewegung sowohl in demselben Sinne als auch in derselben Grösse eine Undulation, und die Zeit, welche während derselben verfliesst, die Undulationsdauer. Es ist diese Undulationsdauer, das die Farbe Bestimmende. Eine bestimmte Farbe hat nämlich unter den verschiedensten Umständen dieselbe Undulationsdauer. Sie ist für verschiedene Farben sehr verschieden. Während einer Zeitsecunde macht ein Aethertheilchen für violettes Licht 764, für blaues 653, für grünes 607, für gelbes 563 und für rothes Licht endlich 481 Billionen, das sind Millionenmal Millionen Schwingungen. Es ist ersichtlich die Schwingungsdauer für das Licht eine sehr geringe. Die Grösse des Ausschlages, d. i. die Entfernung, welche ein Aethertheilchen, nachdem es seine Bewegung gegen die Ruhelage beginnt, also seine Bewegung umkehrt, von der Ruhelage selbst besitzt, heisst die Amplitude. Die Grösse der Amplitude bestimmt die Intensität, d. i. die Stärke des Lichtes, so zwar, dass die Licht-

intensität dem Quadrate der Amplitude proportional ist. Was die aufeinander folgenden Theilchen eines geradlinig polarisirten Lichtstrahles betrifft, so sind natürlicherweise die die Bahn bestimmenden geraden Linien auch parallel, d. h. die Aethertheilchen selbst liegen stets in einer Ebene. Eine Ebene, die durch den Lichtstrahl selbst hindurchgeht und auf dieser Ebene senkrecht steht, nennt man die Polarisationsebene. Man sagt deshalb auch das Licht schwingt senkrecht zur Polarisationsebene.

Während der Oscillationsdauer pflanzt sich das Licht mit seiner, ihm von Substanz zu Substanz, von Farbe zu Farbe verschiedenen, eigenthümlichen Geschwindigkeit um eine gewisse Strecke fort, eine Strecke, welche man die Wellenlänge nennt. Sie ist ersichtlich bei derselben Substanz verschieden von Farbe zu Farbe, sie ist aber auch bei gleicher Farbe bei verschiedenen Substanzen verschieden, da in diesen verschiedenen Substanzen auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten verschieden sind. Wenn wir bei einem geradlinig polarisirten Strahl zu irgend einer Zeit die Lage der einzelnen auf einander folgenden Aethertheilchen betrachten, finden wir sie in einer schlangenförmig gebogenen Linie, die bald unter, bald über der geraden Linie, in der sich das Licht fortpflanzt, liegt, diese also auch schneidet; jedoch sind immer die unten und oben gelegenen Theile congruent. Wir werden finden, dass es Aethertheilchen gibt, die bezüglich ihrer Ruhelage gleich gelagert sind. Es sind diese Aethertheilchen um 1, 2 . .

Wellenlängen in der Richtung der Lichtfortpflanzung entfernt. Bei andern Aethertheilchen finden wir ihre Lage wohl so, dass sie gleich weit von der Ruhelage entfernt sind, nur befinden sie sich, das eine ober, das andere unter ihrer Ruhelage, sie sind dann in ihrer Ruhelage um $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{2}$ u. s. w. Wellenlängen entfernt.

Nach einer und derselben Richtung können sich nun auch gleichzeitig zwei oder mehrere Lichtbewegungen fortpflanzen. Das Resultat dieser gleichzeitigen Lichtfortpflanzung sind die Erscheinungen der Interferenz des Lichtes. Nehmen wir vorerst an, die Lichtstrahlen seien in derselben Ebene geradlinig polarisirt, so können wir, um eine Vorstellung über den hierbei stattfindenden Vorgang zu gewinnen, entweder annehmen, dass diese Lichtstrahlen von einem und demselben Erregungspunkte aber nur zu verschiedenen Zeiten ausgehen, oder umgekehrt, annehmen, dass sie gleichzeitig zwei verschiedenen in der Fortpflanzungsrichtung liegenden Erregungspunkten ihre Entstehung verdanken. In dem ersten Falle nennt man den Unterschied der Zeiten, in dem zweiten Falle die Entfernung der beiden Erregungspunkte den Phasen- oder Gangunterschied. Im ersteren Falle drückt man ihn durch die Oscillationsdauer, im zweiten durch die Wellenlänge aus. So spricht man von einem Gangunterschiede von $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 2 Wellenlängen u. s. w. und sagt damit, dass die entsprechenden Strahlen von 2 in derselben Fortpflanzungsrichtung liegenden Erregungs-

punkten aus gehen, die von einander um $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 2 Wellenlängen entfernt sind, während, wenn man den ersten Fall der von einem Punkte zu verschiedenen Zeiten ausgehenden Strahlen ins Auge fasst, der Phasenunterschied $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 2 Oscillationsdauern beträgt. Was bei zwei Strahlen, die in derselben Richtung sich fortpflanzen, aber einen bestimmten Gangunterschied besitzen, geschieht, ist nun leicht ersichtlich. Ein Aethertheilchen, das von den Erregungspunkten um eine gewisse Grösse entfernt ist, ist gleichzeitig gezwungen, dem einen Lichtstrahle zu folgen, ebenso wie dem zweiten, beide sind ja gleichberechtigt. Diese Bewegungen combiniren sich nun. Es kann geschehen, dass das Aethertheilchen, vermöge beider Lichtbewegungen sich immer in demselben Sinne, also nach auf- oder abwärts bewegen muss. Es ist ebenso ersichtlich, dass dadurch der Ausschlag des Aethertheilchens ein grösserer, also auch die Intensität eine höhere wird, dass sich also beide Strahlen verstärken. Das ist der Fall bei einem Gangunterschied von irgend einer Anzahl ganzer Wellenlängen. Aber in einem anderen Falle kann das Aethertheilchen z. B. gezwungen sein, in Folge des einen Strahles sich mit einer gewissen Geschwindigkeit nach aufwärts, in Folge des anderen Strahles aber sich mit derselben Geschwindigkeit nach abwärts zu bewegen, und wie dies mit einem Aethertheilchen der Fall ist, so ist es auch mit allen übrigen. Dann ist es klar, dass dieses Theilchen weder der einen noch der andern

Bewegung folgen kann, dass es in Ruhe bleibt, dass also auch die beiden Lichtstrahlen sich gegenseitig ausgelöscht haben, dass durch Combination zweier Lichtstrahlen Dunkelheit entstanden. Es ist das offenbar der Fall, wenn der Gangunterschied irgend eine ungerade Anzahl von halben Wellenlängen beträgt. In jenen Fällen, wo der Gangunterschied die eben bezeichneten Grössen nicht erreicht, werden sich die beiden Strahlen entweder mehr oder weniger verstärken, oder auch mehr oder weniger schwächen. Ein Aethertheilchen macht bei einem so combinirten Strahle ganz dieselbe Bewegung durch, wie bei einem einfachen und seine Oscillationsdauer, also auch seine Wellenlänge ist ebenso gross, wie bei den einfachen Bewegungen, d. h. durch Interferenz entsteht nur immer Licht derselben Farbe, wie diejenige der interferirenden Strahlen ist.

Wenn nach einer und derselben Richtung sich zwei Lichtstrahlen bewegen, die, obwohl geradlinig polarisirt, wie die eben betrachteten, doch gegen einander geneigte Polarisations- und Schwingungsrichtungen besitzen, so ist aus den bekannten Gesetzen der Zusammensetzung der Bewegung und bei natürlicher Annahme von transversalen Schwingungen klar, dass sich diese Strahlen keineswegs so verstärken, dass sie sich aber auch keineswegs so auslöschen, wie die an einer und derselben Ebene polarisirten. Wenn wir wieder den einfachsten Fall betrachten und annehmen, dass die Schwingungsrichtungen der interferirenden

Strahlen auf einander senkrecht stehen, so ist die Intensität des resultirenden Lichtes stets eine unveränderliche, beide Strahlen mögen Gangunterschiede wie immer haben. Aber die Bewegungsform der Aethertheilchen ist eine andere geworden; da das Aethertheilchen sich hier beiden Bewegungen zufolge in zwei auf einander senkrecht stehenden Richtungen bewegen soll, so wird, da dies unmöglich ist, von ihm irgend ein Mittelweg eingeschlagen werden. Wenn wir auch noch der Einfachheit wegen annehmen, dass die beiden senkrecht zu einander polarisirten Strahlen gleiche Intensität, also auch gleiche Amplitude besitzen, so gibt eine einfache mathematische Betrachtung für die resultirende Bewegung der Aethertheilchen folgendes Resultat:

1. Ist der Gangunterschied 0 oder irgend eine ganze Anzahl von Wellenlängen, so entsteht wieder geradlinig polarisirtes Licht, dessen Schwingungsrichtung aber unter 45^0 gegen die Schwingungsrichtungen der ursprünglichen Strahlen geneigt ist.

2. Beträgt der Gangunterschied $\frac{1}{4}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{9}{4}$ u. s. w. Wellenlängen, so bewegt sich das Aethertheilchen in einem Kreise um seine Ruhelage herum, im entgegengesetzten Sinne wie der Zeiger einer Uhr, wir haben links circularpolarisirtes Licht.

3. Beträgt der Gangunterschied irgend eine ungerade Anzahl von halben Wellenlängen, so entsteht wieder geradlinig polarisirtes Licht, dessen Schwingungsrichtung aber senkrecht steht auf der unter 1. angeführten.

4. Wenn endlich der Gangunterschied $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{4}$, $\frac{11}{4}$ u. s. w. Wellenlängen beträgt, entsteht wieder circularpolarisirtes Licht, das Aethertheilchen bewegt sich wieder in einem Kreise um seine Ruhelage, aber im entgegengesetzten Sinne wie bei den unter 2. angeführten, d. i. also ebenso, wie der Zeiger einer Uhr, wir haben es hier mit sogenannten rechts circularpolarisirtem Lichte zu thun.

Bei allen anderen Gangunterschieden, die nicht unter die oben angeführten eingereiht werden können, entsteht elliptisch polarisirtes Licht, das Aethertheilchen bewegt sich dann in Ellipsen um seine Ruhe, bald nach rechts bald nach links. Ob das Rechts- oder Linksdrehen stattfindet, hängt ebenso wie das Verhältniss der Axen der Ellipsen von dem Gangunterschiede der interferirenden, geradlinig polarisirten Strahlen ab.

Stehen die Schwingungsrichtungen der interferirenden Strahlen nicht aufeinander senkrecht, sondern sind sie unter irgend einem Winkel geneigt, so entsteht nur elliptisch polarisirtes Licht. Auf die Bewegungsformen, welche ein Aethertheilchen durchzumachen hat, wenn drei oder mehrere, unter verschiedenem Winkel schwingende, geradlinig polarisirte Strahlen, oder jene, welche durch Interferenz elliptisch polarisirter Strahlen entstehen, wollen wir hier, da die Fälle sehr complicirt sind, nicht näher eingehen, und nur erinnern, dass die Aethertheilchen dann gezwungen sind, Bahnen zu durchlaufen, die ähnlich sind jenen Curven, die wir bei schwingenden Stäben,

wie etwa den sogenannten Wheatstone'schen, beobachten können.

Was nun die Mittel anbelangt, deren man sich bedienen kann, um aus dem gewöhnlichen unpolarisirten Licht linearpolarisirtes darzustellen, so sind diese sehr verschieden. Aus dem unpolarisirten Lichte erhält man polarisirtes einmal durch Reflexion. Wenn unpolarisirtes Licht auf einen Glasspiegel unter einem Winkel von $35^{\circ}25'$ auffällt, so ist das reflectirte Licht polarisirt, so zwar, dass die sogenannte Einfallsebene die Polarisationssebene ist, dass also auch die Schwingungen des polarisirten Lichtes senkrecht stehen auf dieser Einfallsebene. Polarisirtes Licht erhält man auch aus unpolarisirtem, wenn dieses eine oftmalige Brechung erleidet. Wenn man mehrere gewöhnliche Glasplatten, je mehr desto besser, aufeinander legt und durch ein solches System unpolarisirtes Licht schief durchgehen lässt, so ist es bei seinem Austritte linearpolarisirt, und zwar so, dass die Schwingungen in der Einfallsebene, also in jener Ebene, die durch den Lichtstrahl und die Normale der Glasplatte hindurchgeht, stattfinden. Das beste, und auch bei weitem am häufigsten angewendete Verfahren, sich linearpolarisirtes Licht zu verschaffen, besteht in der Anwendung doppelbrechender Substanzen. Alle krystallisirten Körper nämlich, mit Ausnahme der im tesserale System krystallisirenden, besitzen die Eigenschaft, das Licht doppelt zu brechen. Ein unpolarisirter Lichtstrahl, der auf einen solchen Krystall auffällt, wird bei seinem Durch-

gange durch diese in zwei gespalten, die dann auch auf der andern Seite des Krystalls getrennt austreten. Ich erinnere hier an den bekannten isländischen Doppelspath. Diese beiden Strahlen sind linearpolarisirt, ihre Schwingungsrichtungen stehen aufeinander senkrecht. Wenn man es nun dahin bringt, einen dieser Strahlen an seinem Austritte auf irgend eine Art zu hindern, so tritt offenbar nur linearpolarisirtes Licht von bestimmter Schwingungsrichtung aus. An einem solchen krystallisirten Körper, dem bekannten Turmaline, hat man so das beste Mittel, linearpolarisirtes Licht zu erhalten, da bei Platten, die parallel seiner krystallographischen, wie optischen Axe geschnitten sind, nur der ausserordentliche Strahl austritt, indem der ordentliche vollkommen absorhirt wird, sobald diese Platten dick genug sind. Aber diese Turmaline haben den Nachtheil, dass sie, weil sie gefärbt sind, auch nur gefärbtes, linearpolarisirtes Licht liefern. Um weisses linearpolarisirtes Licht zu erhalten, wendet man die sogenannten Nikol'schen Prismen an. Sie sind aus isländischem Doppelspath gefertigt. Dieser Doppelspath ist sehr vollkommen spaltbar zu den drei Grundrhomboëderflächen. Wenn auf eine solche Rhomboëderfläche ein unpolarisirter Lichtstrahl fällt, wird er, wie schon oben bemerkt, in zwei linearpolarisirte gespalten; bevor man aber diesen den Austritt aus dem Krystalle gestattet, müssen sie durch eine Schichte Kanadabalsam hindurch, eine Substanz, die optisch dünner ist als der Kalkspath, folglich totale Reflexion gestattet.

Diese totale Reflexion tritt nun für den ordentlichen Strahl bei einer bestimmten Lage der Kanadabalsamschicht ein, während der ausserordentliche durch sie hindurch geht und auch endlich an der andern parallelen Rhomboëderfläche austritt. Diesen Kanada-Balsam bringt man einfach dadurch zwischen den Krystall, dass man diesen passend entzwei schneidet, und die Trennungsflächen wieder mit diesem Balsam zusammenkittet. Auf die genauere Lage dieser Trennungs-Flächen bezüglich der Krystall-Flächen ist hier ohne Zeichnung und bei der beschränkten Zeit nicht gut möglich einzugehen, man findet sie übrigens in jedem besseren Lehrbuche der Physik detaillirt beschrieben. Statt diesen Nikol'schen Prismen wendet man in neuerer Zeit viel vortheilhafter die Hartnack'schen Prismen, die im Principe sich von den Nikol'schen jedoch nicht unterscheiden, welche nur mit einer andern Zwischen-substanz versehen, viele Vorthteile, namentlich ein grösseres Gesichtsfeld gewähren..

Gewisse Substanzen besitzen die Eigenschaft die Polarisationsebene des Lichtes zu drehen. Lässt man nämlich auf eine solche Substanz linearpolarisirtes Licht auffallen, und eine Strecke hindurch gehen, so ist dieses Licht bei seinem Austritte wohl noch ebenso linearpolarisirt wie das eintretende, aber seine Schwingungsrichtung ist eine andere geworden. Bei den gewöhnlichen Medien tritt diese Erscheinung nicht auf. Wenn man durch eine Glasplatte hindurch linearpolarisirtes Licht sendet, so ist die Schwingungsrichtung

des austretenden Lichtes, wie dick auch diese Glasplatte immer sein mag, stets parallel der Schwingungsrichtung des einfallenden Lichtes.

Die Drehung dieser Schwingungsrichtung ist um so grösser, je länger die durchlaufene Schicht ist, so zwar, dass sie ihrer Dicke proportional ist. Diese Drehung ist aber auch abhängig von der Substanz. Für einige Substanzen ist sie sehr bedeutend, für andere hingegen aber nur gering. Die Grösse dieser Drehung ist auch von Farbe zu Farbe verschieden, sie ist grösser für Violett als für Blau, für dieses wieder grösser als für Grün, für Grün grösser als für Gelb, für Gelb grösser als für Roth. Man kann sich von diesen Erscheinungen auf folgende Art überzeugen. Wenn man homogenes, etwa rothes Licht durch ein Nikol'sches Prisma, das so gestellt ist, dass das austretende polarisirte Licht etwa vertical schwingt, und dann durch eine Platte einer drehenden Substanz gehen lässt, so kann man dieses nach dem Austritte durch ein zweites Nikol'sches Prisma, welches drehbar ist, schicken. Sieht man durch dieses Nikol'sche Prisma gegen das erstere Prisma, so sieht man das Gesichtsfeld mehr oder weniger dunkel, je nach der Stellung dieses zweiten, dem Auge näher gelegenen Nikol'schen Prisma's. Man drehe nun dasselbe so, dass das Gesichtsfeld dunkel ist, was dann eintritt, wenn die Schwingungsrichtung dieses Nikols senkrecht steht auf derjenigen des aus der drehenden Substanz austretenden Lichtes.

Bei Anwendung von blauem Licht wird man dem zweiten Nikol eine andere Stellung geben müssen, um das Gesichtsfeld dunkel zu haben, und zwar wird man weiter von der Normalstellung wegdrehen müssen. Diese Normalstellung des zweiten Nikols erhält man leicht dadurch, dass man bei weggenommener Substanz diesen Nikol so stellt, dass das Gesichtsfeld vollkommen dunkel erscheint.

Es ist diese Stellung von der Farbe unabhängig, man erhält sie, ob man rothes, grünes, blaues oder weisses Licht anwendet. Wenn man weisses Licht, und nicht wie eben angenommen, homogenes Licht anwendet, so ist ersichtlich bei einer zwischen-geschobenen drehenden Substanz, es nie möglich, den zweiten Nikol so zu stellen, dass vollkommene Dunkelheit eintritt, da bei einer bestimmten Drehung des Nikols nur eine bestimmte Farbe ausgelöscht, die Uebrigen aber mehr oder weniger vollständig durchgelassen werden.

Wenn man also bei Anwendung von weissem Lichte den zweiten Nikol aus der Normalstellung dreht, so wird das Gesichtsfeld je nach der Stellung dieses zweiten Nikols gefärbt erscheinen, und zwar zuerst roth, dann gelb, grün, blau und endlich violett. Eine Farbe des Gesichtsfeldes zwischen blau und violett, nennt man die sogenannte „teinte sensible,“ die empfindliche Farbe, weil die Farbenänderung bei dieser Stelle bei gleicher Verschiebung des Nikols rascher und merklicher stattfindet, als an anderen Stellen.

Einige Substanzen drehen die Polarisations ebene nach rechts, andere nach links. Nach den theoretischen Erfahrungen, die man in neuerer Zeit gemacht hat, ist auch eine Substanz denkbar, die gewisse Farben nach rechts, andere nach links dreht, welche also auch für eine bestimmte Farbe nicht drehend wirkt, für diese Farbe also optisch unwirksam ist.

Unter den Substanzen, welche die Polarisations ebene drehen, spielt der Quarz, (Bergkrystall) eine hervorragende Rolle. Gewisse Quarze drehen die Polarisations ebene nach rechts, andere nach links, immer aber so, dass die Drehung bei gleicher Dicke und bei gleicher Farbe um gleichviel nach links wie nach rechts beträgt. Einen nicht drehenden, optisch unwirksamen Quarz hat man in der Natur bis jetzt noch nicht gefunden, und kann sich ihn nur dadurch darstellen, dass man zwei gleich dicke Quarzplatten hintereinander aufstellt, von denen die eine rechts, die andere aber links drehend ist.

Auch der Zinnober soll ähnlich wie der Quarz die Eigenschaft besitzen, die Polarisations ebene zu drehen.

Von Flüssigkeiten sind es namentlich einige Oele, welche diese Eigenschaft besitzen, so das Terpentinöl, das Citronenöl u. s. w. Das Terpentinöl selbst verhält sich bezüglich der Drehung der Polarisations ebene sehr verschieden. Es gibt Terpentinöl, welches die Polarisations ebene nach rechts dreht, es gibt solches, welches sie nach links dreht, und zwar in ganz verschiedenen Verhältnissen, oft mehr, oft weniger. Wahrscheinlich

ist, dass diese Terpentinöle Gemische von den rechts und links drehenden Typen in verschiedenen Graden sind. Ist gleich viel von dem rechts und links drehenden Terpentinöl vorhanden, so entsteht ein Gemisch, welches die Polarisationssebene ersichtlich gar nicht dreht, das also optisch unwirksam ist.

Andere Substanzen zeigen diese Eigenschaft der Drehung der Polarisationssebene nur in ihren Lösungen, vielleicht nur deshalb, weil die hier gehörigen Erscheinungen durch die Doppelbrechung, welche sie im krystallisirten, festen Zustande besitzen, nicht deutlich genug zum Ausdrucke gelangen können. Es gehört hierher die Weinsäure, welche diese Eigenschaft auch allen ihren Salzen verleiht. Es gibt eine rechtsdrehende, d. i. die im Handel vorkommende Weinsäure, es gibt aber auch eine linksdrehende, ebenso wie beim Quarz. Es existirt aber auch eine inactive Weinsäure, d. i. eine solche, welche die Polarisationssebene gar nicht dreht, und die aus der rechtsdrehenden Weinsäure nur auf ziemlich bedeutenden Umwegen gewonnen werden kann. Wenn man nämlich gleich viel von concentrirten Lösungen von rechts und links drehender Weinsäure mischt, so entsteht keine inactive Weinsäure, sondern Traubensäure, die, weil schwerer löslich als die Weinsäure, auch beim Mischen als Niederschlag herausfällt. Diese Traubensäure hat wohl die Zusammensetzung der Weinsäure, ist auch optisch unwirksam, hat aber eine ganz andere Krystallform und ein Aequivalent Krystallwasser, während die Wein-

säuren ohne Krystallwasser krystallisiren. Die Traubensäure ist also wesentlich von der Weinsäure verschieden. Die rechtsdrehende Weinsäure gibt mit Basen rechtsdrehende Salze, die linksdrehende Weinsäure linksdrehende Salze. Ganz ähnliche Salze gibt die Traubensäure. Wenn man aber versucht aus Traubensäure traubensaures Natron-Ammoniak darzustellen, so gelingt das nimmer, denn es krystallisiren dann rechts und links weinsaures Natron-Ammoniak getrennt heraus, keineswegs aber traubensaures Salz.

Man kann auf diese Weise die Traubensäure spalten in die beiden Weinsäuren, und diese beiden aus ihren, nach der Krystallform getrennten Doppelsalzen darstellen. Denn die rechts und links drehenden Weinsäuren und ihre Salze unterscheiden sich ähnlich wie beim Quarz in ihrer Krystallform, indem, wohl bei gleicher Grundgestalt, doch bei beiden verschiedene Hälften der vollflächigen Gestalten auftreten.

Die Aepfelsäure, die Asparaginsäure, viele Alkaloide drehen ebenso wie ihre Salze die Polarisationsebene.

Unter den Substanzen, welche in ihren Lösungen die Polarisationsebene drehen, spielt wohl der Zucker die wichtigste Rolle. Bei der bedeutenden Ausdehnung, welche die Zuckerindustrie auch in unserem Vaterlande gewonnen, und bei der Wichtigkeit den Zuckergehalt irgend einer Substanz bei und während der Fabrikation schnell und sicher zu erkennen, wobei die s. g. optische Probe, welche eben auf der genannten

Eigenschaft des Zuckers beruht, besonders gute Dienste leistet, wird es erklärlich, dass wir hier darauf, wenn auch nur ohne in's Detail einzudringen, aufmerksam machen. Von den verschiedenen Zuckersorten, die bei der Fabrikation aufmerksamer verfolgt werden müssen, sind es namentlich der Rohrzucker, welcher die Polarisationssebene nach rechts dreht, und der Traubenzucker, welcher sie nach links dreht. Der Rohrzucker selbst kann durch eine eigenthümliche Operation, durch Erwärmen bis zu einer bestimmten Temperatur und durch Erhaltung dieser Temperatur durch einige Zeit, das s. g. Inversionsverfahren, in den s. g. Invertzucker, welcher wie der Traubenzucker linksdrehend ist, verwandelt werden. Durch zwei Beobachtungen der Drehung, einmal ohne Inversion, wo man die Differenz der durch den Rohrzucker und den Traubenzucker erhaltenen Drehungen bestimmt, dann nach der Inversion, wo man die Summen der Drehungen des Traubenzuckers und des aus dem Rohrzucker entstandenen Invertzuckers erhält, wobei natürlich das Verhältniss der Drehung des Rohr- und Invertzuckers bekannt vorausgesetzt ist, ist man auch im Stande, sowohl den Gehalt an Rohrzucker als auch Traubenzucker in einer gegebenen Probe zu bestimmen. Es handelt sich also vorerst um die Bestimmung des Drehungsvermögens überhaupt. Es geschieht diese Bestimmung mit eigens hiezu construirten Apparaten, s. g. Saccharimetern. Das einfachste von allen ist das Mitscherlich'sche Saccharimeter. Es besteht im Wesen

aus zwei Nikol'schen Prismen, zwischen welche eine Röhre, deren Enden mit Glasplatten verschlossen sind, und welche eine bestimmte Quantität der zu untersuchenden Substanz in einem bestimmten Quantum Wasser gelöst, aufzunehmen bestimmt ist, eingeschoben werden kann. Der erste, der Lichtquelle, also etwa einer Lampe näher gelegene Nikol ist fest, der zweite dem Auge näher liegende aber ist beweglich, und zwar mit einem Zeiger fest verbunden, der an einer Kreistheilung vorübergehend, die Grösse der jedesmaligen Drehung bestimmen lässt.

Mit diesem Apparate stellt man ohne eingeschobene Zuckerlösung den Ocular-Nikol mit Hilfe seines Zeigers auf den Nullpunkt der Kreistheilung, also auf die Normalstellung. Ist der Apparat rectificirt, so muss das Gesichtsfeld, wenn man durch ihn und den ersten (Objectiv-) Nikol gegen die Lichtquelle sieht, dunkel erscheinen. Ist dies nicht der Fall, so dreht man den Objectivnikol so lange, bis dies eintritt, klemmt ihn aber fest, denn jetzt ist seine Stellung für alle folgenden Beobachtungen unveränderlich beizubehalten. Man füllt sodann die Röhre mit der Zuckerlösung, und bringt sie zwischen beide Nikole. Jetzt wird das anfangs dunkle Gesichtsfeld wieder hell erscheinen, und beim Vorhandensein von Rohrzucker in überwiegender Menge, wird bei einem Drehen des Ocularnikols das Gesichtsfeld erst roth, gelb, grün u. s. w. Die Stellung, welche der Nikol bei der teinte sensible des Gesichtsfeldes annimmt, wird an der Kreis-

theilung abgelesen. Jeder Grad der Ablesung zeigt an, dass 0.75 Gramm Rohrzucker (wenn nur dieser allein gelöst ist) in den 100 C.C. Lösung sind. Weiss man also, wie viel Substanz in diesen 100 C. C. ursprünglich gelöst wurden, so kann man durch eine einfache Rechnung den Percentgehalt an Rohrzucker in der genommenen Probe finden. Man sieht, dass diese Bestimmung ziemlich einfach und schnell zum Ziele führt, wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass sie für genauere Resultate füglich nicht angewendet werden kann. Namentlich muss bei dieser Bestimmung die Zuckerlösung möglichst farblos sein, da die gewöhnlich gelb oder braun gefärbten Producte der Zuckerfabrikation ein genaueres Einstellen auf die Teinte sensible nicht gestatten. Man entfärbt zu diesem Behufe die Zuckerlösung mit Bleiessig, indem man zu den 100 C. C. Zuckerlösung noch 10 C. C. Bleiessiglösung hinzugibt, und den entstandenen Niederschlag filtrirt. Die möglichst farblose Flüssigkeit gibt man nun in den Apparat, berücksichtigt jedoch dabei, dass die jetzt erhaltene Ablesung am Ocularmikroskop um 10 Pct. zu klein ist, da man zu der Zuckerlösung auch 10 Pct. optisch unwirksamer Flüssigkeit hinzugefügt hat.

Auf eine ähnliche Weise wie beim Mitscherlich'schen Apparat erfährt man auch mit den in neuester Zeit von Wild angegebenen. Seine Einrichtung ist im Wesen dem eben beschriebenen ganz ähnlich, und ist zwischen dem Ocularmikroskop und der Flüssigkeitsröhre eine parallel zur optischen Axe geschnittene Kalkspathplatte ange-

bracht, welche Platte mit dem Nikol drehbar ist, und so gestellt ist, dass seine optische Axe parallel zur Schwingungsrichtung dieses Nikols ist. Wenn man durch das Ocular gegen die Lichtquelle sieht, so bemerkt man schwarze zur optischen Axe des Kalkspathes parallele Streifen, die je nach der Stellung des Ocularnikol, schwächer oder stärker sind. Man stellt bei diesem Apparate auf das vollständige Verschwinden dieser Streifen ein, was natürlicherweise homogenes Licht voraussetzt, ein Licht, das eben nicht immer zu haben ist. Auch richten sich nach der Farbe dieses homogenen Lichtes die Constanten des Instrumentes, das, wie ich glaube, noch wenig Eingang in die Industrie fand.

Das exacteste Instrument zur Bestimmung des Zuckergehaltes bleibt aber immer das Soleil'sche Saccharimeter. Bei ihm wird die durch die Zuckerlösung hervorgebrachte Drehung nicht wirklich bestimmt, sondern sie wird durch Quarz kompensirt, also aufgehoben. Aus der Dicke, der zur Compensation nothwendigen Quarzsäule, die ersichtlich von entgegengesetztem Drehungsvermögen sein muss, wie die Zuckerlösung, lässt sich leicht die durch den Zucker hervorgebrachte Drehung bestimmen. Wie die Compensation geschieht, wird, hoffe ich, aus der folgenden Beschreibung des Apparates ersichtlich sein. Gehen wir von der Lichtquelle, etwa einer Gaslampe aus, so befindet sich ihr zunächst ein Nikol'sches Prisma, so gestellt, dass das aus ihm kommende Licht vertical

schwingt. Nach diesem kommt die s. g. Soleil'sche Doppelplatte, eine kreisförmige Scheibe, bestehend aus zwei gleich dicken halbkreisförmigen Quarzplatten von verschiedenem Drehungsvermögen, die eine rechts- die andere linksdrehend. Diese Doppelplatte ist so gestellt, dass die Trennungslinie beider nebeneinanderliegenden Platten vertical ist. Dann folgt die Röhre, bestimmt, die zu untersuchende Zuckerlösung aufzunehmen, gewöhnlich wie beim Mitscherlich'schen Apparat 200^{mm} lang. Dann eine Quarzplatte beliebig dick, und sodann die s. g. Compensationsvorrichtung, bestehend aus zwei Quarzkeilen, unter sich von gleichen aber von entgegengesetzten Drehungsvermögen mit der vorliegenden Quarzplatte, die so aneinander verschiebbar sind, dass man aus ihnen gleichsam eine Quarzplatte mit veränderlicher Dicke machen kann. Die Veränderung der Dicke kann an einer mit den Keilen verbundenen Scala sammt Nonius abgelesen werden. Schliesslich folgt der Ocularnikol, der gegen den Objectivnikol um 90° verdreht ist, aber doch stets festgehalten wird. Wenn man durch dieses Objectiv gegen die Lichtquelle sieht, so erklickt man die Doppelplatte bei beliebiger Stellung der Compensationsvorrichtung im Allgemeinen so, dass die beiden Hälften der Scheibe verschieden gefärbt sind. Man beobachtet zuerst, ohne eingeschobene Flüssigkeitsröhre, und verschiebt mittelst einer Schraube beide Keile so lange bis beide Hälften der Scheibe gleichgefärbt erscheinen. Jetzt muss der Zeiger an der Scala am Nullpunkte sein, jetzt ist nämlich die Gesamt-

dicke des compensirenden Theiles ebenso gross, wie die unmittelbar vor ihnen liegende Quarzplatte, und da beide von entgegengesetzten Drehungsvermögen sind, heben sich ihre Drehungen auf. Die Doppelquarzplatte hat bei dieser Stellung die Teinte sensible, ihre Dicke muss deshalb 3.75^{mm} betragen. Schiebt man nun die Zuckerlösung ein, so werden die beiden Hälften der Doppelplatte verschieden gefärbt erscheinen. Jetzt verschiebt man die Keile so lange, bis wieder die beiden Hälften der Doppelplatte gleich gefärbt erscheinen, und liest ab. Durch dieses Verschieben der Keile hat man nämlich die Dicke der compensirenden Platten so weit vergrößert oder verkleinert, dass sie eben die durch die Zuckerlösung hervorgebrachte Drehung aufheben. Die Eintheilung ist an der Scala so getroffen, dass man unmittelbar aus der Ablesung die Volumprocente an Zucker erhält, wenn man 16.471 Gramm der zu untersuchenden Substanz in so viel Wasser gelöst hat, dass die Lösung selbst 100 C. C. beträgt. Ganz ähnlich mit diesem Apparate ist der Ventzke'sche, nur haben die Scalentheile bei diesen einen anderen Werth. Vor dem Objectivnikol befindet sich meist noch ein mit einer Quarzplatte drehbarer dritter Nikol, der nur den Zweck hat, entweder die Farbe der Doppelplatte zu ändern, oder auch um bei gefärbten Lösungen die Farbe derselben zu compensiren, also die Teinte sensible wieder herzustellen.

Das bei diesem Apparate angewendete Compensationsverfahren gründet sich auf die Voraussetzung,

dass es zu jeder Lösung von Rohrzucker eine linksdrehende Quarzplatte von solcher Dicke gebe, das beide zusammen einen die Polarisationssebene nicht drehenden Körper liefern. Da für die verschiedenen Farben die Drehung eine verschiedene ist, so müssen die Drehungen bei beiden Körpern für jede Farbe gleich gross und entgegengesetzt sein. Diese Voraussetzung ist bis jetzt stets gemacht worden, der experimentelle Beweis, dass dies für Zucker und Quarz im genügenden Maasse stattfindet, ist aber erst vor Kurzem von Stefan geliefert worden. Bei Terpentinöl trifft diese Voraussetzung nicht ein, so dass auch das in neuerer Zeit von Jellett angegebene Instrument mit Terpentinölcompensation den Anspruch auf besondere Genauigkeit nicht machen kann.

Was die Vorstellung anbelangt, die man sich über die Ursache der Drehung der Polarisationssebene gemacht hat, so sei hier nur kurz bemerkt, dass die Theorie ergibt, dass sich in solchen Substanzen rechts- und linkscircularpolarisirtes Licht, jedoch mit verschiedener Geschwindigkeit fortpflanzt. Je bedeutender diese Verschiedenheit ist, desto mehr wird die Polarisationssebene gedreht. In rechtsdrehenden Substanzen pflanzt sich das rechtscircularpolarisirte Licht schneller als das linkscircularpolarisirte fort. In Linksdrehenden Substanzen findet das Gegentheil statt. Dass dem wirklich so sei, ist auch bereits durch das Experiment nachgewiesen worden und zwar zuerst von Fresnel, in neuester Zeit aber von Stefan. Es ist hier nicht

der Ort, auf diese Experimente näher einzugehen; ich will hier nur zum Schlusse auf ein Experiment von Stefan aufmerksam machen, welches mit Hilfe der Drehung der Polarisationssebene im Quarze über die Natur des sogenannten unpolarisirten Lichtes Aufschluss gibt. In den unpolarisirten Lichtstrahlen können nämlich die aufeinanderfolgenden Schwingungen linear, circular oder elliptisch sein, nur musste nach dem bisher Bekannten angenommen werden, dass die Richtungen der Schwingungen bei linearen, oder die Axen der Ellipsen bei elliptischen Schwingungen sehr rasch hintereinander wechseln. Andere Hypothesen, die bisher aufgeführt wurden, wie z. B. jene, denen zu Folge es nur unpolarisirte Lichtbündel, nicht aber unpolarisirte Lichtstrahlen gibt, oder jene, nach welcher es zwar unpolarisirte Lichtstrahlen von zusammengesetztem, nicht aber von homogenem Lichte gibt, sind bereits früher nicht mit den Thatsachen in Einklang zu bringen gewesen. Der Versuch, wie ihn Stefan ausgeführt, beruht auf der Thatsache, dass zwei senkrecht zu einander polarisirte Strahlen selbst bei dem gehörigen Gangunterschiede nicht interferiren und auf einem bereits früher von Talbot angegebenen Interferenzversuche. Wenn man nämlich bei einem Spectralapparate, der also aus Collimator, Prisma und Beobachtungsfernrohr besteht, zwischen den Prismen und dem Beobachtungsfernrohr eine Glasplatte von gehöriger Dicke einschaltet, so zwar, dass die Oeffnung des Fernrohres nicht vollständig gedeckt wird, ein Theil der

aus dem Prisma austretenden Strahlen also durch die Glasplatte, ein anderer aber neben derselben vorbei geht, so sieht man in dem Spectrum, welches im Gesichtsfelde des Fernrohres auftritt, verticale, äquidistante schwarze Interferenzstreifen, es sind dies die Talbot'schen Streifen. Die Entstehung dieser Streifen ist folgende. Die aus dem Prisma kommenden Strahlen, welche die Glasplatte durchlaufen haben, haben auch, da sich in der Glasplatte das Licht langsamer fortpflanzt, als in der Luft, gegen die durch die Glasplatte nicht hindurchgehenden Strahlen einen Gangunterschied erfahren, und da ihre Schwingungsrichtung ersichtlich nicht geändert wird, interferiren sie in gewöhnlicher Weise. Für alle jene gefärbten Strahlen, für welche der auf diese Art erzeugte Gangunterschied eine ungerade Anzahl von halben Wellenlängen beträgt, werden also dunkle Streifen im Spectrum auftreten, weil diese Strahlen sich löschen. An den Zwischenstellen im Spectrum wird die Intensität mehr oder weniger, je nach dem Gangunterschied betragen. Die Anzahl der Streifen wird eine um so bedeutendere sein, je dicker die Platte ist, sie werden näher aneinander gerückt sein, so zwar, dass bei dickeren Platten schon zwei bis drei Glasprismen zur Bildung des Spectrums angewendet werden müssen, um die Talbot'schen Streifen deutlich sehen zu können. Wenn man es nun dahin bringt, dass gewisse in der Platte sich fortpflanzende Strahlen ihre Schwingungsrichtung gegenüber der nicht durch die Platte gehenden um 90^0 drehen, so müssen

offenbar, wenn die Schwingungen des polarisirten Lichtes geradlinige sind, die Interferenzstreifen an den diesen Strahlen entsprechenden Stellen des Spectrums verschwinden. Eine solche Substanz aber ist der Quarz, und wirklich sieht man bei Anwendung einer senkrecht zur optischen Axe (denn nur in der Richtung dieser dreht der Quarz die Polarisationssebene) geschnittenen Quarzplatte von geeigneter Dicke, statt der Glasplatte, an bestimmten Stellen die Interferenzstreifen ausbleiben. Für eine linksdrehende Quarzplatte von etwa 5 Millimeter, für welche die Drehung der im Rothen, in der Nähe der Fraunhofer'schen Linie C liegenden Strahlen 90^0 beträgt, erschienen auch die Interferenzstreifen im Spectrum, in der Nähe der Linie C nicht mehr, wohl aber an den andern Stellen, namentlich scharf hinter der im Blauen liegenden Linie F, da für diese Strahlen die durch den Quarz hervorgebrachte Drehung 180^0 beträgt, diese selbst also ohne Einfluss auf die Erscheinung sein muss. Es geht aus diesem Versuche also hervor: 1. Dass ein unpolarisirter Lichtstrahl aus aufeinander folgenden linearpolarisirten Stücken von wechselnder Polarisationsrichtung besteht, und 2. weil die Erscheinung noch mit sehr dicken Quarzplatten wahrgenommen werden kann, dass solche Stücke von einerlei Schwingungsrichtung viele Tausend von Wellenlängen betragen, vielleicht auch meilenlang sein können.

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: 1868

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Ditscheiner Leander

Artikel/Article: [Ueber das polarisirte Licht. 345-380](#)