
ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1814, ERSTES STÜCK.

I.

*Ueber die neuen Eigenschaften der Lichttheilchen,
welche seit kurzem entdeckt worden sind.*

VON

BIOT, Mitgl. des Inst.

Vorgel. in der öffentl. Sitzung des Inst. im Januar 1812;

frei bearbeitet von Gilbert *).

In unsern öffentlichen Sitzungen pflegt in der Regel die Geschichte der ausgezeichneten Männer, welche der Tod unserer Verbindung und den Wis-

*) Vorlesungen in öffentlichen Sitzungen müssen allgemein verständlich und so dargestellt seyn, daß ein gemischtes Publikum sich für den Gegenstand interessiren kann. Von den wundervollen Entdeckungen, welche in den letzten Jahren über das Licht und die Farben gemacht worden sind, den Lesern der Annalen eine so falsche und interessante Uebersicht mittheilen zu können, als die ist, welche Hr. Biot, selbst einer der Haupturheber jener Entdeckungen, hier auf seine klare und geistvolle Weise giebt, ist dem Herausgeber dieser Annalen sehr erwünscht, und er eröffnet mit ihnen den neuen Jahrgang, in welchem er dem Leser von wichtigen Bereicherungen der Naturwissenschaft noch mehrere selbst, als in dem eben geschlossenen Jahrgange mitzutheilen versprechen darf. *Gilbert.*

fenschaften raubt, den Theil der Verhandlungen auszumachen, welcher am allgemeinsten interessirt. Man hört gern die Umstände eines Lebens erzählen, das den abstracten Wissenschaften ganz gewidmet war, und fern von dem Getümmel der Welt verfloß. Diese Art von Einsamkeit ertheilt dem Charakter des wahren Gelehrten etwas Eigenthümliches, welches, durch das Edle des Zwecks gehoben, geschickten Rednern Gelegenheit zu interessanten Schilderungen giebt. Wir würden aber den Zweck unserer Vereinigung verkennen, glaubten wir nicht auch von unserm beständigen Bemühen reden zu dürfen, diesen jährlich wiederkommenden Verlust zu ersetzen, und in ihrem ganzen Glanze die Wissenschaften zu erhalten, welche den berühmten Männern, deren Hintritt wir beklagen, am Herzen lagen. Eine Darstellung der neuen Resultate und Ansichten, zu denen wir im Studium der Natur zum Theil durch ihr Bemühen gelangt sind, ist zugleich eine öffentliche Huldigung, welche wir dem Andenken dieser Männer darbringen.

Die Erscheinungen, welche uns die Natur zeigt, auf die allgemeinen Gesetze der Mechanik zurückzuführen, ist der eigentliche und *wahre* Zweck der Physik. Jedem, der sich hiermit beschäftigt, wird es sehr bald einleuchtend, daß bei diesen Erscheinungen unbekannte Wesen immerfort mit im Spiele sind, welche sich unsern Sinnen entziehen, und sich weder sehn, noch fühlen, noch wägen lassen; ihre Wirklichkeit bearkunden sie bloß durch die Verän-

derungen, welche sie in dem gewöhnlichen Zustande der Körper hervorbringen. So z. B. sehn wir zwar, daß der Magnet das Eisen anzieht und von dem Eisen angezogen wird, nehmen aber zwischen beiden keine Materie wahr, welche die Bewegung durch sich fortpflanzen könnte; und gesetzt, es ströme aus dem Einen irgend ein Wesen zu dem Andern wirklich über, so muß es so fein seyn, daß es durch alle andere Körper, ohne geschwächt und aufgehalten zu werden, hindurch geht, und daß von dem Vorhandenseyn desselben bloß der Verstand uns die Ueberzeugung geben kann. Eben so sehn wir, daß electrifirte Körper nach festen und bekannten Gesetzen einander anziehen und abstoßen; es ist uns aber ganz unbekannt, was die Ursache dieser Erscheinungen, und was die Electricität an sich ist. Worin die Wärme besteht, deren Wirkungen wir in jedem Augenblicke fühlen, und die so mächtig auf die Körper einwirkt, sie ausdehnt, erweicht, schmelzt und in Dämpfe verwandelt, ist uns nicht minder verborgen. Des Lichtes unendliche Wohlthat empfinden wir täglich; es zeigt uns die äußere Natur und ihre Gestalt, und bekleidet sie mit den lieblichen Farben; fragt man uns aber, was das Licht an sich ist, so müssen wir die Dürftigkeit unserer Kenntnisse bekennen, und eingestehn, daß es uns bis jetzt unmöglich ist, auf diese Frage genügend zu antworten.

Die Aufmerksamkeit des Physikers verdienen diese geheimnißvollen Wesen im höchsten Grade;

sie machen so zu sagen eine eigne, ideale Welt aus, die wir erkennen und beobachten müssen, ohne daß es möglich ist sie anzuschauen. Entdeckungen in ihr sind lange Zeit über Seltenheiten gewesen; endlich aber ist, was die Eigenschaften des Lichtes betrifft, ein anderer Christoph Colomb, aufgestanden, welcher den Weg in diese neue Welt gefunden und vorgezeichnet hat, und seitdem sehn wir bei jedem Schritte auf dem von ihm betretenen Pfade neue und unerwartete Erscheinungen hervortreten. Die vorzüglichsten dieser Erscheinungen in ihrem Zusammenhange zu schildern, ist in dieser Vorlesung meine Absicht.

Die wundervolle Leichtigkeit, mit der das Licht durch so dichte Körper durchgeht, als das Glas, die Krystalle und die übrigen durchsichtigen Körper sind, setzt es außer Zweifel, daß, wenn das Licht eine Materie ist, die Theilchen desselben von der äußersten Kleinheit seyn müssen, so daß auch die mächtigsten Mikroskope sie uns nicht sichtbar machen können. Bey allen Versuchen, die sich auf unserer kleinen Erde anstellen lassen, scheint zwar die Fortpflanzung des Lichtes von einem Orte zu einem andern in einem untheilbaren Augenblick vor sich zu gehn; dieses liegt aber nur an der Kleinheit der Entfernungen, die es durchläuft. Der große Himmelsraum ist der einzig schickliche Schauplatz für Versuche dieser Art. Durch Vergleichung der beobachteten Zeiten, wenn die Verfinsterungen der Jupitersmonde ein-

treten, mit den Zeiten, wenn sie den bekannten Gesetzen ihrer Bewegung gemäß eintreten sollten, hat man gefunden, daß sie sich uns später oder früher zeigen, als sie sollten, je nachdem sich die Erde in der von dem Jupiter entfernten oder in der nach ihm hin gelegenen Hälfte ihrer Bahn befindet. Dieser Zeitunterschied ist für alle vier Monde derselbe, und wird mit dem Abstände des Jupiters von uns größer oder kleiner; läßt sich also nur daraus erklären, daß das Licht eine gewisse Zeit braucht, um den Durchmesser der Erdbahn zu durchlaufen. Den Erdhalbmesser, oder den Raum von der Sonne bis zu uns, d. i. 20 Millionen geogr. Meilen, legt es in 8^u, 13 zurück; eine herrliche Entdeckung, welche Römer, eines der ersten Mitglieder der Pariser Akademie der Wissenschaften, gemacht hat. Sie ist seitdem durch alle astronomische Beobachtungen bestätigt worden, und besonders auch durch die neuesten Tafeln der Jupitersmonde, welche durch die Theorie des Hrn. Laplace und die Arbeiten des Hrn. Delambre ohne Vergleich genauer geworden sind.

Fast den ganzen übrigen Theil der Physik des Lichtes verdanken wir Newton, diesem eben so großen, als einfachen Manne, dessen Erkenntniß die Grenzen überschritten zu haben scheint, welche dem Denken eines Sterblichen gesteckt sind. Die tiefe Bewunderung und die Ehrfurcht, mit welcher man erfüllt wird, wenn man die Werke dieses unvergleichlichen Beobachters der Natur studirt, laß-

fen sich nicht in Worten ausdrücken. Mit einem erfinderischen Genie vom weitesten Umfange, und mit der Kunst, Versuche auf das zweckmäsigste zu erdenken und einzurichten, verband er im höchsten Grade die Geschicklichkeit, die Geduld, die Genauigkeit und die Treue, welche allein vermögen, Versuche zur Vollkommenheit zu bringen. Wir verdanken ihm die Zerlegung des Lichtes in unendlich viel einfache Strahlen, welche in unserm Auge die Empfindung der Farben erwecken, und die genaue Bestimmung der Eigenschaften, durch die sich diese Strahlen unterscheiden, und wir würden von allen Entdeckungen in den Naturwissenschaften diese vielleicht für die schönsten ausgeben dürfen, hätte uns Newton nicht auch die allgemeine Gravitation enthüllt. Um für diesen großen Geist einen Nebenbuhler zu finden, muß man ihn mit sich selbst vergleichen. Die Dichtkunst hat diese herrlichen Resultate gefeiert, und es läßt sich darüber nichts mit mehr Klarheit und Treue sagen, als es Voltaire gethan hat*).

**) Il découvre à nos yeux par une main savante
De l'astre des saisons la robe étincelante;
L'émeraude, l'azur, le pourpre, le rubis,
Sont l'immortal tissu dont brillent ses habits;
Chacun de ses rayons, dans sa substance pure,
Porte en soi les couleurs dont se peint la nature;
Et confondus ensemble, ils éclairent nos yeux,
Ils animent le monde, ils remplissent les cieux.*

Alle Prosa verbleicht neben einem solchen Gemälde, an dem auch die strenge Wissenschaft nichts auszusetzen weiß. E.

Die Dichtkunst kann indess nur im Allgemeinen malen, das genaue Detail der Erscheinungen gehört nicht für ihren Pinsel. Newton hat noch mehr gethan als das Licht in seine einfachen Elemente zu scheiden. Er hat den Gang, den die Strahlen durch die durchsichtigen Körper nehmen, gemessen; hat gezeigt, daß die Ablenkung von der geraden Linie, welche sie in diesen Körpern leiden, durch wahre gegenseitige Anziehung zwischen ihnen und dem Lichte bewirkt wird; und so wie er die allgemeine Gravitation eines Sternes gegen die andern gemessen hatte, so lehrte er auch Mittel kennen, wie sich diese neue Art von Anziehung berechnen läßt. Auf diese unveränderlichen Gesetze sich stützend, drang er in die innersten Geheimnisse des Lichtes ein, und verfolgte und berechnete die Bewegungen desselben, wenn es auf leichten Blasen in glänzende Regenbogen aufgelöst wird, oder auf dem Gefieder der Vögel mit wechselndem Farbenspiel erscheint.

Bis zu einer solchen Höhe vermochte sich Newton, so viel Kühnheit er auch zeigt, wenn er die Schlüsse aus zuverlässigen Wahrheiten verfolgt, jedoch nur mittelst Versuche zu erheben. Er fand zuerst, daß bei sehr dünnen Platten aller Arten von Körpern, bei einer bloßen Veränderung in der Dicke derselben die Farbe, welche sie zurückwerfen, sich verändere. Er maas diese Dicken mit unglaublicher Genauigkeit und Geduld, bestimmte das Verhalten derselben zu den Farben,

welche sich an ihren Oberflächen zeigen, und berechnete eine Tafel, in der dieses Verhalten genau in Zahlen angegeben ist. Von dem Zeitpunkte an waren die farbigen Erscheinungen sehr dünner Platten vollständig erklärt; denn Newton kannte nun die Perioden, nach welchen die einfachen Strahlen sich mit einander vermischen, indem sie durch diese Platten hindurch gehn. Seitdem sind für uns die mannigfaltigen Farben, welche die Körper an ihrer Oberfläche zurückwerfen, nichts anders als sehr einfache und natürliche Folgen der Dicke ihrer Theilchen, und um hier Newton's eignen Ausdruck zu brauchen, alle diese dem Anschein nach so zusammengesetzten und so verschiedenen Erscheinungen bedürfen nunmehr keines Oedip's mehr.

Dieser letzte Theil der Untersuchungen Newton's ist indess mehr gelesen als studirt, und mehr bewundert als verstanden worden. Man muß von dem Werke dieses großen Mannes unmittelbar zu der *Mechanik des Himmels* übergehn, will man bloß die neuen Resultate in der Physik des Lichtes auffuchen. Hr. Laplace hat in seiner *Mechanik des Himmels* die Ideen Newton's über die Anziehung der Körper auf das Licht, durch eine einfache und allgemeine Analyse in ein helleres Licht gesetzt, und aus seinen Rechnungen mehrere neue Erscheinungen abgeleitet, welche die Erfahrung seitdem bewährt hat. Besonders verdanken wir ihm den Beweis der völligen Einerleiheit dieser Anziehung mit der, welche die chemischen Verwandt-

schaften hervorbringt; eine fruchtbare Idee, die er seitdem mit sehr vielem Glück weiter entwickelt hat, in seiner Theorie einer großen Klasse von Erscheinungen, in welcher diese Verwandtschaft die allgemeinen Wirkungen der Schwere abändert oder aufhebt.

Durch diese erweiterte und genaue Behandlung wurden die mathematischen Physiker gewöhnt, die Kräfte, welche auf das Licht einwirken, aus einem neuen Gesichtspunkt und viel schärfer als bis dahin in das Auge zu fassen; und daraus sind Arbeiten entstanden, welche sich durch ihre Genauigkeit und durch die eine lange Zeit nur zu sehr vernachlässigte Anwendung des Calculs auf die Erscheinungen des Lichtes vortheilhaft auszeichneten. Der Erste unter uns, welcher den Nutzen hiervon durch eine glänzende Entdeckung bewährte, war Malus, ein junger Mann voll Talent und Genie. Nachdem er mit Auszeichnung bei den Armeen gedient, und sich dort bis zu höhern Posten (Obristlieutenant) emporgeschwungen hatte, war er durch den traurigen Zustand seiner zerrütteten Gesundheit gezwungen worden, das Leben in den Lagern aufzugeben. Er widmete sich nun den Wissenschaften mit aller der Kraft und Thätigkeit, die ihm eigen war. Eine Preisfrage, welche die mathemat. physikalische Klasse des Instituts über die doppelte Strahlenbrechung ausgesetzt hatte, führte ihn auf die Entdeckung einer völlig unerwarteten und im Vergleich mit allen bis dahin bekannten, vollkom-

men fremdartigen Eigenschaft des Lichtes; und er nahm von dieser reichen Fundgrube mit solchem Eifer Besitz, daß er in ihr sehr bald eine zahllose Menge völlig unbekannter Erscheinungen entdeckt hatte.

Will man diese Erscheinung sehn, so lasse man einen Lichtstrahl auf ein nicht belegtes, polirtes Spiegelglas fallen, so daß er mit der ebenen Oberfläche desselben einen Winkel von ungefähr 35° mache. Ein Theil dieses Lichtstrahls wird unter demselben Winkel zurückgeworfen, und es findet sich, daß alle Lichttheilchen, welche diesen zurückgeworfenen Strahl ausmachen, einerlei Anordnung haben, das heißt, daß die übereinstimmenden Seitenflächen derselben nach einerlei Punkten im Raume hin gewendet sind. Läßt man einen so angeordneten Lichtstrahl auf ein zweites Spiegelglas unter demselben Winkel von 35° mit der spiegelnden Ebene auffallen, so giebt es zwei entgegengesetzte Lagen dieses zweiten Glases, in welchen nicht ein einziges Lichtatom zurückgeworfen wird, indem der ganze Strahl frei hindurch geht. Herr Malus hat sich des Ausdrucks *Polarisirung* bedient, um diese allen Lichttheilchen gemeinschaftliche Disposition zu bezeichnen, und den Lichtstrahl, der in diese Disposition versetzt worden ist, nennt er einen *polarisirten Strahl*, weil die analogen Pole der Lichttheilchen, aus denen er besteht, in ihm in der That alle eine ähnliche Anordnung zu haben scheinen.

Newton hatte schon eine Eigenschaft dieser Art an den Lichtstrahlen bemerkt, die durch einen der Kryftalle hindurch gegangen find, welche man gewöhnlich Isländifche Kryftalle nennt. Ein Strahl unveränderten Lichtes, der auf einen solchen Kryftall fällt, wird nicht in einem einzigen Strahle gebrochen, wie dieß der Fall ift, wenn er durch Glas oder einen andern durchfichtigen Körper hindurchgeht, deffen Theilchen verwirrt unter einander find (*confusement dispersés*); fondern er theilt fich in zwei verfchiedene Strahlenbündel. Das Vermögen diefe Erfcheinung hervor zu bringen, hat man daher die *doppelte Strahlenbrechung* genannt. Huyghens gehört das Verdienft, die phyfikalifchen Gefetze diefer doppelten Strahlenbrechung entdeckt zu haben, und Hrn. Laplace verdanken wir die vollftändige Zurückführung derfelben auf die Gefetze der Mechanik.

Wenn ein Lichtstrahl in einem Isländifchen Kryftall modificirt worden ift, fo haben beide Strahlenbündel, in die er fich gefpalten hat, eine folche Disposition, daß, wenn man den Strahl durch einen zweiten Isländifchen Kryftall hindurchgehen läßt, vier völlig entgegengesetzte Dispositionen entstehen, bei denen keiner der Theilstrahlen fich weiter fpalten läßt.

Diefe wichtige Thatfache war Newton's Scharfblick nicht entgangen, und er nahm keinen Anftand daraus zu fchließen, fie beruhe auf einer urfprünglichen Eigenschaft der Lichttheilchen, wel-

chen nothwendig gewisse Flächen eigen seyn müßten, vermöge derer sie zu der einen oder zu der andern Brechung mehr hingezogen würden; *und*, fügte er hinzu, *es bleibt noch zu untersuchen, ob nicht das Licht noch andere Eigenschaften hat, vermöge derer die Seiten seiner Theilchen verschieden sind, und sich reel von einander unterscheiden.* Es hat den Physikern lange Zeit über gelchienen, daß diese Ideen von außerordentlicher Kühnheit wären; man überfah aber, daß sie mit Nothwendigkeit aus einer Thatfache folgen, und daß man sie zugeben müsse, so außerordentlich sie auch scheinen mochten, weil die Thatfache dargethan war. Die schönen Versuche des Hrn. Malus haben die Wahrheit dieser Ideen seitdem in ein helles Licht gestellt, indem sie uns zeigen, daß die Modification, welche das Licht beim Durchgehen durch einen Isländischen Kry stall annimmt, derjenigen genau gleich ist, welche es bei dem Zurückwerfen von einem polirten Spiegelglase [unter dem angegebenen Winkel] annimmt. Malus erwarb sich auf diese Art den seltenen Ruhm, eine der Vorhersagungen Newtons zu erfüllen; auf ähnliche Art hatte das Genie dieses großen Mannes ein verbrennliches Princip in dem Wasser, und die Verbrennlichkeit des Diamanten vorher verkündet.

Eine Hauptentdeckung in einer Wissenschaft zieht sehr natürlich den Geist nach dieser Seite hin. Lavoifiers Arbeiten hatten zur Folge, daß alle Chemiker sich mit seiner neuen Theorie beschäftig-

ten, und die schöne Entdeckung der elektrischen Säule machte, daß alle Physiker Volta's Pfad verfolgten. Eine ähnliche Wirkung hatten die von Malus entdeckten Erscheinungen. Einer unserer jüngsten Kollegen, Hr. Arago, machte sie zu seinem Studium, als er von den Balearischen Inseln zurück gekommen war, wo er die Operationen der Meridianmessung, mit der wir beide beauftragt worden waren, beendet hatte, und sie führten ihn auf Untersuchungen von einer verschiedenen Art, durch die er beurkundete, daß weder Mühseligkeiten noch Gefangenschaft seinen wissenschaftlichen Eifer haben schwächen können. Seine erste, sehr merkwürdige Beobachtung betraf die gefärbten Ringe, und wenige Monate darauf machte er eine zweite noch interessantere bekannt. Er fand nemlich, daß wenn man einen polarisirten Lichtstrahl durch dünne Platten gewisser krySTALLisirter Körper, z. B. durch Glimmer - oder Talk - Blätter oder durch ein Plättchen BergkrySTALL, hindurch gehen läßt, dieser Lichtstrahl seine Polarisirung verliert, wobei aber der sonderbare Umstand eintritt, daß wenn dieser Lichtstrahl auf einen verdoppelnden KrySTALL fällt, er sich in zwei Strahlen von *verschiedenen Farben* spaltet. Um diese merkwürdige Beobachtung zu bewähren, hat er eine große Menge interessanter Versuche angestellt, von denen der Bericht im verflossenen Jahre abgestattet worden ist.

Auch mich hat diese Gattung von Erscheinungen angezogen, und es ist mir geglückt,

sie alle von einer *neuen* und sehr sonderbaren *Eigenschaft des Lichtes* abzuleiten, welche ich hier mit wenigen Worten erklären will.

Ueberzeugt, daß die allgemeinen Gesetze der Erscheinungen sich nur durch genaues Messen entdecken und darthun lassen, hatte ich damit angefangen mir einen Apparat einzurichten, mit dem sich alle Umstände der Erscheinungen, die ich untersuchen wollte, mit Genauigkeit messen ließen. Bei sorgfältigem Studium dieser Klasse von Erscheinungen wurde ich endlich gewahr, daß sie mit der Theorie der Polarisirung, wie man diese bisher aufgefaßt hatte, *nicht* in Uebereinstimmung zu bringen sind. Ohne mich damit aufzuhalten, wahrscheinlichere Hypothesen aufzusuchen, habe ich die *wahren Gesetze* der Thatfache durch Beobachtung aufzufinden gesucht. Dieses ist mir gelungen, und ich bin dahin gekommen sie durch *zwei* sehr einfache *Formeln* auszudrücken, mittelst derer sich alle einzelne Fälle leicht und gewiß vorher bestimmen lassen.

Ich entdeckte überdiß eine auffallende Analogie zwischen den Farben, welche durch krySTALLIRTE Plättchen hervorgebracht werden, und den Farben, die Newton auf sehr dünnen Plättchen aller Körper beobachtet hatte. Gleiche Farben entsprechen in beiden Gattungen von Erscheinungen proportionalen Dicken, so daß sich die Farben in beiden Fällen auf die oben erwähnte Tafel beziehen ließen, welche Newton für die Farben nach Maafs-

gabe der Dicke der Plättchen gegeben hat. Ich bin bemüht gewesen dieses Resultat fest zu begründen, durch eine große Menge sehr genauer Messungen mit einem neu erfundenen Instrumente, welches mir der geschickte Optiker Cauchix anvertraut hat. Dabei bewährte sich mit der größten Beständigkeit, die von mir bemerkte Proportionalität, so daß ich mittelst meiner beiden Formeln und der von Newton vor 150 Jahren für eine andre Gattung von Erscheinungen berechneten Tafel der Dichtigkeiten, alle Umstände der Erscheinung, welche eine gegebene Platte zeigen würde, mit der größten Genauigkeit habe vorher bestimmen können. Und bekanntlich giebt es keinen bessern Beweis, daß aufgefundenе Gesetze die wahren sind, als wenn sich aus ihnen die Erscheinungen mit Genauigkeit vorher sagen lassen. Ich stand daher nicht länger an sie der Klasse in einer Abhandlung vorzulegen, welche ich im Anfange dieses Sommers vorgelesen habe.

Diese Gesetze waren indess immer noch bloße, aus der Erfahrung abgeleitete Resultate, und ich sah keine physikalische Eigenschaft, keine Wirkungsart der Plättchen auf das Licht ab, aus der ich sie hätte herleiten können. Erst nach vielem Nachdenken kam ich dahin ihre Bedeutung zu verstehen, und jetzt, nachdem ich das Resultat kenne, scheint es mir (ich gestehe es), daß ich eher hätte darauf kommen müssen, so klar und einfach ist es, und so genau stimmt es mit den Erscheinungen.

überein, obgleich es von allem völlig abweicht, was man bis dahin gefunden hatte. Zahlreiche Folgerungen gehn daraus hervor; sie drängten sich vor meine Phantasie, ich eilte sie durch Versuche zu prüfen, und dabei entsprach ihnen die Erfahrung auf eine so beständige Weise, daß, obgleich ich diese Uebereinstimmung vorher gesehen hatte, sie mich dennoch sehr oft überrascht hat. Endlich nach drei Monaten von Prüfungen und Nachforschungen, die nicht ein einziges Mal fehl schlugen, glaube ich behaupten zu dürfen, daß alle diese Erscheinungen unter *folgendem Gesetz* begriffen sind.

Wenn ein weißer polarisirter Lichtstrahl senkrecht auf ein Plättchen Glimmer, Talk oder Bergkry stall, welches der Axe der Kry stallisation parallel geschnitten ist, fällt, so dringen alle Lichttheilchen bis zu einer geringen Tiefe hinein, ohne irgend eine merkliche Ablenkung in der Richtung ihrer Axen zu erleiden; wenn sie aber bis zu dieser Gränze gelangt sind, welche für die verschiedenfarbigen Lichttheilchen verschieden ist, so fangen sie insgesammt an um ihren Schwerpunkt zu schwingen, wie die Unruhe einer Uhr. Diese Schwingungen sind für die Lichttheilchen aller Farben von gleicher Ausdehnung, aber ihre Geschwindigkeit ist verschieden. Die violetten Theilchen oscilliren schneller als die blauen, diese schneller als die grünen, und so ferner bis zu den rothen, welche von allen Lichttheilchen am langsamsten schwingen. Diese Ungleichheit der Geschwindigkeit macht, daß

bei jeder Dicke der Platte sich immer verschiedene Farben an den beiden Gränzen der Schwingungen befinden; und dadurch entstehn die beiden farbigen Lichtbündel, welche man bemerkt, wenn man das hindurchgegangene Licht analysirt. Ich messe die Ausdehnung dieser Schwingungen, ihre Dauer, ihre Geschwindigkeit, und bestimme das Gesetz der Kraft, durch die sie hervorgebracht werden. Ich kann diese Schwingungen durch eine schickliche Einrichtung der Platten nach Willkühr erweitern oder verengern, beschleunigen oder retardiren, ja ganz aufheben, oder sie in entgegengesetztem Sinne vor sich gehen machen; und doch wird eine jede solche Schwingung in der Zeit vollendet, in welcher das Lichttheilchen die Dicke von ungefähr $\frac{1}{100}$ Linie durchläuft; welches nicht wenig überraschen muß, wenn man bedenkt, wie äußerst klein der Zeittheil ist, in welchem das Licht, das in 1 Secunde 40000 geogr. Meilen durchheilt, den Raum von $\frac{1}{100}$ Linie zurücklegt *).

Wenn ich die Wirkungen dieser Oscillationen berechne, so erhalte ich genau dieselben Formeln, die ich anfangs nach bloßen Beobachtungen gefunden, und in meiner ersten Abhandlung aufgestellt hatte. Es erhellt hieraus zugleich, woher das auffallende Verhältniß rührt, welches ich zwischen den durch dünne Platten polarisirten Farben, und der Dicke dieser Platten in Beziehung auf Newton's

*) Nur der 14 Billionste Theil einer Secunde. G.

Tafel wahrgenommen hatte. Diese Uebereinstimmung rührt lediglich daher, daß diese beiden Klassen von Erscheinungen einerlei Gesetze von Periodicität unterworfen sind.

Nach dem, was wir eben gesehen haben, machen die farbigen Lichttheilchen, während sie durch eine Platte von der Dicke eines Zolls hindurchgehen, mehr als tausend Schwingungen. Dadurch werden die verschieden-farbigen Lichttheilchen, welche sich an den beiden Grenzen ihrer Schwingungen befinden, so mit einander vermengt, daß man alsdann bloß zwei weiße Lichtbündel von ungefähr gleicher Intensität zu sehen bekommt. Doch kann ich auch in diesem so gemengten Lichte die Schwingungen noch merkbar und sichtlich machen. Dazu ist weiter nichts nöthig, als daß ich das Licht durch eine zweite Platte gehen lasse, welche der ersten an Dicke ungefähr gleich, aber so gelegt ist, daß die Axen der KrySTALLISATION beider Platten einander rechtwinklich durchkreuzen. Hat die erste Platte die Lichttheilchen von Links nach Rechts drehen machen, so bringt die zweite sie, bei dieser ihrer Lage, von Rechts nach Links ins Drehen; die zweite sondert folglich die Lichttheilchen, welche die erste unter einander gemengt hat, und zuletzt bleibt bloß die Wirkung übrig, welche dem Unterschiede der Dicke der beiden Platten entspricht. Ist dieser Unterschied gering genug, um Farben hervorzu-bringen, so sieht man zwei farbige Strahlenbündel;

ist er zu groß, so bleibt das farbige Licht immer noch zu sehr unter einander gemengt, und die beiden Strahlenbündel sind weiß. Sind endlich beide Platten an Dicke einander ganz gleich, so hebt die Wirkung der zweiten Platte die der ersten auf, und das Resultat ist *null*, das heißt, alle Lichttheilchen befinden sich dann wieder in ihrer anfänglichen Polarisirung. Die beiden Platten brauchen, um diese Wirkungen hervorzu- bringen, nicht von einerlei Natur zu seyn, nur muß dann die ungleiche Intensität in ihrer Wirkung mit in Rechnung gebracht werden. Dieses plötzliche Hervorbringen von Farben mittelst zweier sich durchkreuzender Platten, von denen jede einzeln keine Farben hervorruft, ist sehr überraschend, wenn man es das erste Mal sieht, ohne die Ursache zu kennen; und muß noch mehr jeden, dem diese Ursache bekannt ist, in Erstaunen setzen, wenn man die Kleinheit und die Geschwindigkeit der Theilchen bedenkt, in welchen diese Wirkungen vorgehn.

Alle andere Farben-Erscheinungen, welche krySTALLisirte Platten, dünne wie dicke, dadurch hervorbringen, daß man sie vor einen polarisirten Lichtstrahl hält, lassen sich aus derselben Theorie mit gleicher Leichtigkeit und Genauigkeit ableiten und vorher bestimmen. Ich habe mich durch dieses beständige Zusammenstimmen meiner Theorie mit der Erfahrung für berech-

tigt gehalten, noch folgendes merkwürdige Resultat aufzustellen:

Daß ich die Dauer der Schwingungen der Lichttheilchen und das Gesetz der sie bewirkenden Kraft bestimmt habe, ist vorhin von mir erwähnt worden. Nun aber muß, damit diese Dauer so sey, wie die Beobachtung sie giebt, ein gewisses bestimmtes Verhalten zwischen der Größe der Lichttheilchen und der Intensität der Kraft Statt finden, welche sie in Drehung setzt. Gerade so stehn die Zeit der Schwingungen eines Pendels, die Länge des Pendels und die Intensität der irdischen Schwerkraft in einer bestimmten Abhängigkeit von einander. Jenes Verhalten läßt sich durch eine sehr einfache Rechnung bestimmen; und wäre die Intensität der Anziehung der Körper auf das Licht bekannt, so würden sich daraus die Dimensionen der Lichttheilchen bestimmen lassen, oder umgekehrt, könnte man aus diesen Dimensionen die Stärke jener Anziehung berechnen. Die Dimensionen, welche diese Berechnung den Lichttheilchen anweist, sind bei den wahrscheinlichsten Annahmen von einer solchen Kleinheit, daß die Einbildungskraft davor erschreckt. Wie äußerst klein müssen aber nicht auch in der That Theilchen seyn, welche durch alle durchsichtige Körper fast mit völliger Freiheit hindurch gehn, und von denen in jedem Augenblick Millionen, mit unbegreiflicher Ge-

schwindigkeit sich bewegend, auf das Auge stossen, ohne es zu beschädigen. Und warum erstaunen wir überhaupt über eine solche Geschwindigkeit und eine solche Kleinheit! An sich ist nichts klein oder groß, nichts langsam oder schnell. Zeit und Raum sind zwei Unendlichkeiten, welche die ganze Natur umfassen; sie umfaßt der Mensch mit seinen Gedanken, und vielleicht kommt einst die Zeit, wo er die Bewegungen der nicht wahrzunehmenden Kügelchen, welche das Licht ausmachen, der Macht seiner Berechnungen mit eben der Genauigkeit, als den Lauf der gewaltigen Körper wird unterworfen haben, welche zugleich mit der Erde in den Leeren des Himmels umherrollen.
