

tere Beobachtungen haben diese Meinung bestätigt, und, obwohl ich sie nicht beweisen kann, so stehe ich doch nicht an, es als meine Ueberzeugung auszusprechen, daß jene Farbenverschönerung keine optische, sondern eine physiologische Erscheinung sey. Wenn dieß der Fall ist, so haben wir ein Mittel, welches uns in den Stand setzt, nicht nur schwache, anderswie nicht erkennbare Farben zu unterscheiden, sondern auch kleine Gegenstände wahrzunehmen, die sonst mit unsern besten Fernröhren unsichtbar bleiben möchten.

XV. *Die Newton'schen Farbenringe und zwei neue Instrumente; von E. B. Jerichau.*

(*Forhandlinger ved de skandinaviske Naturforskeres andet Møde etc.*
p. 234.)

Die Newton'schen Farbenringe bilden sich bekanntlich in dem dünnen Zwischenraum zwischen einem Planglase und einem ziemlich flachen Convexglase, wenn man beide Gläser dicht zusammendrückt. Um die Breite der Ringe zu messen, berechnet Newton den Abstand der Gläser an der Stelle, wo man keine Farbe sieht. Er geht aber dabei von der Voraussetzung aus, daß die Gläser, bei Anwendung eines Drucks, in Berührung gebracht seyen, was ich unrichtig gefunden habe. Deshalb habe ich mir ein eigenes Instrument machen lassen, mittelst dessen die Gläser entweder zur Berührung gebracht oder um eine gewisse Anzahl Lichtwellen-Längen von einander entfernt werden können. Dieß Instrument nenne ich *Gyreidoskop*. Einen Abriss davon zeigt die Fig. 5 Taf. I.

vorübergehend dunkler erscheinen. Auch diese Erscheinung möchte wohl am natürlichsten von einem Druck des Bluts auf die Netzhaut abzuleiten seyn.

P.

Der mit *abcd* bezeichnete Theil ist von Messing; *ee* ist ein Stahlstab, welcher auf der abgeschliffenen Bahn *e'e'* um einige Linien vor und zurückgeschoben werden kann, und zwar mittelst der Schraube *f*, welche ihn fortführt, und mittelst der Feder *g*, die gegen den durch *ab* gehenden Bolzen drückt, und so den Stahlstab zurückschiebt, wenn die Schraube in entgegengesetzter Richtung gedreht wird. Von *h* zu der Krampe *i* geht eine Feder, die mittelst Schrauben auf zwei Frictionsrollen drückt, welche den Stab in genaue Berührung mit seiner Bahn halten. Das convexe Glas ist auf dem Stahlstabe befestigt und folgt dessen Bewegung. Das Planglas *mn* ruht auf der Fläche *a*, und ist daselbst so gerichtet, daß seine Ebene einen sehr spitzen Winkel, mit der Bahn *e'e'* macht, der Abstand von dieser also bei *n* größer ist als bei *m*. Eine rechtwinklich gebogene Platte *oo* ist an *a* festgeschroben und hält das Planglas in seiner Lage. In Folge dieser Stellung des Planglases wird der Abstand zwischen ihm und dem Convexglase kleiner, wenn man den Stahlstab fortschiebt, und zuletzt berühren sie einander. Es läßt sich berechnen, um wie viel der Abstand der Gläser für jeden Schraubenumgang verändert wird, wenn die Neigung der Ebene des Planglases gegen die Ebene *e'e'* bekannt ist, und diese findet man durch Spiegelung eines kleinen Gegenstands in beiden Ebenen.

Um die Farbenringe vergrößert und deutlich sehen zu können, ist das Gyreidoskop mit einem Mikroskop versehen, so wie mit einem Schirm, der die Lichtstrahlen ausschließt, welche nicht Theil nehmen an der Farbenbildung.

Nach den mit diesem Instrument gemachten Beobachtungen erfordern Newton's Untersuchungen über die Farbenringe mehrer Berichtigungen, welche nothwendig sind, ehe man aus einer Farbe auf den Abstand der Glä-

ser schliessen und diesen Abstand zur Messung kleiner Gröfsen anwenden kann.

Bei dem homogenen Licht, welches die Flamme einer Weingeistlampe mit gesalzenem Dochte liefert, sieht man abwechselnd dunkle und helle Ringe von der Farbe des Lichts; die hellen sind vier Mal breiter als die dunkeln, und der Uebergang ist ziemlich plötzlich. Lässt man, durch das Zurückdrehen der Schraube *f*, einen Ring nach dem andern verschwinden, so kann man über 200 noch sehr wohl mit bloßem Auge unterscheidbare Ringe zählen; mit dem Mikroskop sieht man aber nur eine geringere Anzahl, da dieses die dunkeln Ringe zunehmend heller zeigt.

Newton liefs die hellen und dunklen Ringe fast gleich breit seyn, und diefs entspricht auch seiner Theorie; unsere Beobachtungen stimmen aber besser mit der Interferenztheorie. Eben so nahm er an, dafs das dunkle Scheibchen, welches man in der Mitte der Ringe sieht, wenn die Gläser fast in Berührung stehen, von gleichen Ursprung sey wie die dunklen Ringe bei homogenem Licht. Diefs ist nicht der Fall. Es erklärt sich besser dadurch, dafs der Abstand der Gläser so klein ist, dafs entweder wegen des geringen Längenunterschiedes der Strahlen keine merkliche Interferenz zu Stande kommen kann, oder dafs der Aether zwischen den Gläsern, vermöge deren geringen Abstand, in denselben oder fast denselben Zustand kommt, den er in den Gläsern besitzt. Aus beiden Hypothesen folgt, dafs das Licht unverändert durchgeht, so weit der erste helle Ring nicht angefangen hat sich zu bilden, und dafs aus diesem Grunde die Mitte des Ringbildes dunkel erscheint, wie ein Loch in der Belegung eines Spiegels. Ein weißer Metallspiegel zeigt deshalb ein Scheibchen von unverändertem Licht, welches nicht an einem dunklen, sondern an dem ersten hellen Ring gränzt; und die Seifenblasen zeigen, dafs das dunkle Scheibchen nicht allmählig, sondern plötzlich in Licht über-

geht, mit einer scharfen Gränze, die innerhalb des hellen Ringes liegt. Das dunkle Scheibchen erweitert sich nicht, wenn man es schräg betrachtet.

Es giebt verschiedene Erscheinungen, welche zu zeigen scheinen, daß der scharfe Uebergang aus Licht in Dunkelheit oder aus Interferenz in Nicht-Interferenz einigen Theil hat an der Zusammenhaltskraft der Körper, welcher bei diesen Abstand plötzlich vergrößert zu werden scheint; aber bei einem geringeren Abstand tritt eine überwiegende Abstofsung ein. Man kann die Gläser zwar bis zur Berührung aneinanderdrücken, aber dann wird die dunkle Scheibe so groß, daß an dem Rande ein dunkler Ring und der innere Theil eine helle Scheibe ist, und die Gläser sind einander um fast ein Viertel einer Lichtwellenlänge mehr genähert als Newton den Abstand für Null ansah. Sein Satz: daß die Durchmesser der dunkelsten Ringe sich verhalten wie die Quadratwurzeln aus den geraden Zahlen 0, 2, 4, 6, ... und die Durchmesser der hellsten Ringe wie die Quadratwurzeln aus den ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, ... ist deshalb nur richtig, wenn der kleinste Abstand der Gläser eine Viertel-Lichtwelle beträgt; wenn aber die Gläser in Berührung sind, müssen die Ausdrücke der geraden und ungeraden Zahl vertauscht werden.

Da dieser Irrthum bisher unbekannt blieb, so hat man in der Optik die Beobachtungen und Berechnungen über die Farbenringe der Annahme anzupassen gesucht, daß Newton's Gläser in Berührung stehen, daß die reflectirten Ringe mit Dunkel beginnen und daß die durchgehenden Farben complementär zu den zurückgeworfenen sind, hat also Resultate erhalten, die zum Theil der Gegensatz von der Wirklichkeit sind, zumal, nach Young's Lehre, eine halbe Lichtwelle verloren geht. Man hat nicht bedacht, daß eine schwarze Verbindung der Farben nach der Interferenzlehre nicht bestehen kann.

Durch folgende Construction kann man sich folglich

eine richtige Vorstellung von der Zusammensetzung des Farbenbildes im Tageslicht machen. In einem Kreise, dessen zwei auf einander winkelrechte Durchmesser wir ac und bd nennen wollen, denke man sich die Farben sich bewegend in Richtung $abcd$ mit einer Geschwindigkeit, die der Wellenbreite proportional ist. In a hat die Farbe ihr Maximum, in c das Minimum von Licht. Die glanzvollste Weiße, bei der die Farbengläser zurückgeworfenes Licht bilden, hat man, wenn der Abstand der Gläser eine halbe Wellenbreite von der hellsten Farbe im prismatischen Bilde ist, da in diesem Fall die übrigen Farben auch ihrem Maximo nahe sind. Bewegt man nun die prismatischen Farben in der angenommenen Richtung, so breiten sie sich im Verhältniß zur Undulationsgeschwindigkeit auf dem Kreise aus, also geht das violette Ende des Bildes voran und die Intensität eines jeden Farbenstrahls ist geringer, je weiter er von dem Punkte a , und je mehr die Farbe auf dem Kreise ausgebreitet ist. Aus der Resultante der Farben für jeden Augenblick entstehen alle Farbenordnungen. Nach der 8. oder 9. Ordnung sind keine Farbenringe sichtbar: denn dann hat das prismatische Farbenbild sich mehrere Male um den Kreis ausgebreitet, und alle Farben sind an jedem Punkt gesammelt, und geben eine schwach weiße Lichtmischung.

Jedesmal wenn die hellste prismatische Farbe im Minimo ist, endet eine Farbenordnung mit einer rothen Gränze, und da die Wellenlänge derselben Farbe, nach Fraunhofer, 21,1 Milliontel eines französischen Zolls ist, so können wir hienach eine Skale für den wahren Abstand der Gläser bilden, so wie eine rothe Gränze in das Centrum der Ringe eintritt. Das giebt größere Abstände als Newton's Skale; allein die Unterschiede zwischen den Gränzen sind nur sehr kleine Größen. Das von Newton gegebene Gesetz für die Veränderung der Skale bei Betrachtung der Ringe unter verschiedenen

Einfallswinkeln, scheint in das, der Undulationstheorie entsprechende Gesetz verwandelt werden zu können: daß die Veränderung der Skale im umgekehrten Verhältniß des Cosinus vom Einfallswinkel steht, wenn wir den Nullpunkt auf den Abstand der Gläser setzen, bei welchem der erste weiße Ring beginnt.

Mittelst des Gyreidoskop findet man leicht die Lichtbrechung eines tropfbar flüssigen Körpers, wenn man einen Tropfen davon zwischen die Gläser bringt und dann den den dunklen Ringen entsprechenden Abstand der Gläser mißt. Auch ist das Werkzeug zu dem Interferenzversuch mit Spiegeln brauchbar.

Das andere Instrument, welches kleine Ausdehnungen der Körper durch die Wärme mittelst der Farbenringe mißt, nenne ich *Thermomikrometer*. Fig. 6 Taf. I zeigt die Haupttheile desselben.

a , b sind zwei Platten, die ein Planglas c tragen; darunter ist ein flaches Convexglas d , welches von einem Körper e (z. B. einer Zinklamelle) gegen das Planglas gedrückt wird. Dieser Körper ist in einem Rahmen f eingesetzt, welcher in verschiedener Höhe befestigt werden kann. Das Planglas wird durch Schrauben gestellt, um, wenn man es wünscht, die Farben in den Mittelpunkt zu bringen. Die unteren Enden der Platten a , b werden an den Fuß des Instruments festgeschoben. An diesem sind auch die übrigen Theile des Instruments befestigt, nämlich, eine Fassung, welche in einigem Abstand das Thermomikrometer allseitig, nur nicht oben, umgiebt, um es vor fremder Wärme zu schützen. Sie hat ein Rohr zur Einlassung der Wärmestrahlen, deren Wirkung auf den Körper e beobachtet werden soll. Die Farbenringe sieht man durch ein Mikroskop, welches auf einer Alhidade nach einem Gradbogen gestellt wird. Der Schirm gegen die schädlichen Lichtstrahlen wird durch excentrische Bogen bewegt, die auf der Axe der Alhidade befestigt sind. Ein Planspiegel und ein parabolischer Spiegel leiten das
Licht

Licht von einem in beliebiger Höhe zu nehmenden Punkt des Himmels oder von einer Lampe unter den erforderlichen Einfallswinkeln auf die Farbenringe. Die im Allgemeinen brauchbaren Winkel liegen zwischen 15° und 50° .

Das Thermomikrometer wird auf folgende Weise gebraucht. Man setzt den auf seine Ausdehnung zu untersuchenden Körper ein, giebt dem Mikroskop eine Neigung von 40° bis 50° (zuweilen 15° bis 20°), und stellt das Planglas so, bis die rothe Farbe, von der man ausgehen will, in der Mitte der Ringe sichtbar ist. Hierauf bringt man die Farbengränze in das Centrum durch eine neue Einstellung des Mikroskops, welche man im Augenblick der Beobachtung vornimmt. Will man in einem folgenden Augenblick die Ausdehnung finden, so verschiebt man das Mikroskop, bis man dieselbe oder eine nähere Farbengränze im Centro sieht. Hält die Ausdehnung an, so macht man im nächsten Augenblick eine neue Einstellung des Mikroskops. Aus den gemachten Ablesungen ergibt sich, zufolge der angeführten Skale und einer nach dem erwähnten Gesetz berechneten Tafel, die Ausdehnung der Körper. Will man die Ausdehnung im Verhältniß zur Temperatur kennen, so muß diese zugleich durch ein in das Thermomikrometer gebrachtes feines Thermometer, das z. B. Viertel und Zehntel eines hunderttheiligen Grades angiebt, beobachtet werden.

Alles was sonst noch zu beachten ist, kann nicht in diesem Auszug beschrieben werden; die Experimentatoren werden leicht darauf verfallen. Als Beispiel von der Empfindlichkeit des Instruments will ich hier Folgendes anführen. Berührt man die Zinklamelle mit einer Fingerspitze, so ist die Ausdehnung durch die Wärme des Fingers so stark, daß alle Farbenordnungen in einem Augenblick durchlaufen werden.

Die Wärme dehnt natürlicherweise schon die Theile

des Thermomikrometers aus; allein diese Ausdehnung kann ein für alle Mal bestimmt werden. Man macht 3 Reihen von Beobachtungen bei einer hinreichenden Anzahl kleiner; gleich großer Wärmeunterschiede, nämlich:

erstens mit Platten *a, b* von Messing, Lamelle von Zink
dann - - - - - Kupfer
endlich - - - - - Kupfer - - - Zink.

Aus jeder Beobachtungsreihe leitet man ein Gesetz für die Ausdehnung v ab nach der allgemeinen Formel:

$$v = at + \beta t^2 + \gamma t^3 + \dots$$

Addirt man je zwei der berechneten Reihen und zieht von der Summe die dritte ab, so haben wir besondere Gesetze für die Ausdehnung des gebrauchten Messings, Kupfers und Zinks. Durch Wiederholung der Versuche mit verschiedenen Längen von Zinklamellen findet man den Einfluss der Ausdehnung des Glases auf die Coëfficienten, und dann ist die Ausdehnung eines jeden Theils bestimmt.

Außer der Ausdehnung der Körper im Allgemeinen kann die Ausdehnung der Krystalle nach verschiedenen Axen gefunden werden, ferner die Ausdehnung der Kugeln und Röhren von Thermometern, und dadurch die von Quecksilber und andern Flüssigkeiten.

Die Wärme, welche bei Zusammendrückung von Flüssigkeiten entwickelt wird, läßt sich finden durch ein Thermomikrometer von einem Paar Stahldrähten, welche das Planglas tragen, und einer Zinklamelle, welche das Convexglas trägt. Dieses wird in die Flüssigkeit gesenkt und mit homogenem Licht beleuchtet.

Die Untersuchungen über die strahlende Wärme bewerkstelligt man mittelst einer in das Thermomikrometer eingesetzten Zinklamelle, die durch sehr schwache Strahlen erkennbar erwärmt und ausgedehnt wird, und in $1\frac{1}{4}$ Minuten das Maximum ihrer Ausdehnung erlangt. Alle Versuche, welche mit Melloni's Thermoskop gemacht werden können, lassen sich auch mit dem Thermomikro-

meter anstellen, und man erhält bestimmtere und bei geringen Graden meßbare Resultate. Wir können noch weiter gehen und Interferenzversuche anstellen, wenn die Zinklamelle gegen einen Zinkdraht vertauscht wird. Diese Klasse von Versuchen unternimmt man bei constanter Temperatur.

XVI. *Neues Hygrometer; von Savary.*

Hr. Arago hat kürzlich der Academie zu Paris ein Hygrometer vorgezeigt, welches der verstorbene Savary hatte anfertigen lassen. Diefes Hygrometer, nach der schon von Le Roy, zu Montpellier, ausgesprochenen und seitdem zu verschiedenen Instrumenten (unter andern von Daniell zu seinem Hygrometer) benutzten Idee construiert, führt zur Kenntniß des hygrometrischen Zustandes der Luft, indem es zeigt, bis zu welchem Temperaturgrade die Luft abgekühlt werden muß, damit der Dampf sich niederschlage. Es besteht der Hauptsache nach aus einem spiralförmigen Metallthermometer. Die ungleich ausdehnbaren Bestandtheile der Feder sind eine Lamelle von Platin und eine daran gelöthete von Gold. Das Ganze ist eingeschlossen in eine sehr dünne runde Kapsel von Platin, deren eine Seite einen hervorspringenden Rand besitzt, um so als Becher zur Aufnahme einiger Tropfen Aether zu dienen. Die zur Angabe der Temperatur dienende Nadel befindet sich unter der Kapsel, und empfängt ihre Bewegung von einer Axe, die durch die Mitte des unteren Bodens geht. Diese Nadel ist doppelt. Eine ihrer Hälften kann durch einen Druck auf einen Sperrhaken plötzlich angehalten werden. Eine kleine Oeffnung auf dem cylindrischen Umfang der Platin kapsel erlaubt, die äußere Fläche des Metallthermometers zu sehen.