
Sechszwanzigstes Capitel.

Beschreibung einiger neuen optischen Instrumente, nebst
Versuchen über das Licht und die Farben.

Hat auch Natur mit reicher Mutterhand
Des Genius Feu'r dir in die Brust gesenket,
Doch ist die Flamme zeitig ausgebrannt,
Wenn Wissens Stoff sie nicht zum Ruhme lenket.
Da Vinci suchte in der Wissenschaft
Das Licht, an dem die Kunst sich neu entzündet;
Und so gedieh Urbino's hohe Kraft
Und Buonaroti's, immer neu verkündet.
Von beiden, Kunst und Wissenschaft, umstrahlt,
Steht Rubens hoch auf allegor'schem Throne,
Und Reynolds, wie er unvergleichlich malt,
Wählt mehr als eine Muse sich zum Sohne.

Shee, Elements of Art, p. 248.

Die wichtigsten dieser Instrumente sind das Chromascop und das Metrochrom, so genannt von *χρῶμα*, die Farbe, *σκοπέω*, ich sehe, und *μετρέω*, ich messe. Der Verfasser hat schon vor mehreren Jahren eine Beschreibung derselben mitgetheilt *), und da sie seitdem nicht ohne Beifall geblieben sind und mit dem Gegenstande dieses Werks in naher Beziehung stehen, so scheint es nicht unpassend, daß hier neuerdings deren Construction, Anwendung und Ergebnisse kurz mitgetheilt werden.

Der Zweck dieser Vorrichtungen war, durch Vermehrung der Kraft das Prisma in der einen, und durch die Ermöglichung der Messung der Resultate vermittelst der andern zu bestimmen, inwiefern die Newton'sche

*) Aesthetics, or the Analogy of the sensible sciences, Pamphleteer, Nro. XXXIII, so wie früher in seiner Chromatik oder Essay on the Analogy and Harmony of Colours.

Ansicht von der Unbrechbarkeit der homogenen Farben haltbar sey *), ferner die vorstehende Theorie von den specifischen Kräften, den Verwandtschaften und der Harmonie der Farben zu erläutern (wovon in einer frühern Schrift **) weitläufiger gehandelt worden) und ein Maaß der Farben festzustellen.

Das gewöhnliche dreieckige Glasprisma wurde unter den Händen Newton's das wissenschaftliche Instrument, welches, indem es die Schönheiten und Wunder des Lichts und der Farben zeigt, zugleich das Geheimniß ihrer Vereinigung und Trennung offenbart ***); es hat daher unter den Instrumenten des Naturforschers einen ausgezeichneten Rang, ohne daß an seiner Einrichtung irgend etwas hätte verändert oder verbessert werden können.

Es läßt sich jedoch geometrisch darthun, daß, wie die Gestalt des Prisma durch geradliniges Fortrücken eines Dreiecks entsteht, dasselbe unendliche Formverschiedenheiten darbieten kann, je nachdem man dem Dreiecke eine kreisförmige, schräge oder zusammengesetzte Bewegung ertheilt. Wenn man also ein Dreieck ABC , Fig. 1. Taf. 3, um eine seiner Seitenlinien AB wie um eine Ase dreht, so entsteht sozusagen ein kreisrundes Prisma, welches man, da es in der Gestalt mit einer Linse Ähnlichkeit hat, nicht unpassend ein Linsenprisma oder eine doppelte convere prismatische Linse nennen kann. Siehe $ABCD$ and Fig. 4. $ABIK$.

Durch eine ähnliche kreisförmige Bewegung eines Dreiecks, EFG , Fig. 2, Taf. 3, um den Winkel F , welcher dem Brechungswinkel eines gewöhnlichen Prisma entspricht, entsteht ferner ein ähnliches doppelte concaves Linsenprisma, welches den Gegensatz des vorigen bildet. Siehe $EFGH$ und Fig. 4, $UKIT$.

Die oben erwähnten Figuren reichen für den gegenwärtigen Zweck hin; indeß sind sie offenbar als Extreme zu betrachten, zwischen denen eine unendliche Reihe von Zwischenformen liegt, und unendlich viele andre, sowohl kegelförmige als ringförmige, lassen sich durch eine verschiedenartige Be-

*) Optics, Exper. V. Theor. II. Prop. II. p. 106 etc. Siehe unten Versuch XII u. XIII.

**) Chromatics, or an Essay on the Analogy and Harmony of Colours.

***) Nichts steht der Beachtung eines ächten Philosophen zu hoch oder zu tief. Newton's Geist war zu groß, als daß er selbst die Spielzeuge der Kinder unbeachtet gelassen hätte. Die aus thönernen Tabakspfeifen getriebenen Seifenblasen und das Prisma, welches man lange vorher unter dem Trivialnamen: das Narrenparadies kannte, wurden durch ihn mächtige Beförderungsmittel der Wissenschaft.

wegung des Dreiecks erzeugen. Es liegt auch auf der Hand, daß sich nach demselben Princip prismatische Spiegel bilden lassen, welche durch Zurückstrahlung ähnliche optische Resultate geben werden, wie die Linsenprismen durch Strahlenbrechung. Auf diese Weise bringen wir neue secundäre optische Kräfte hervor, deren primäre Arten in der Linse, dem Spiegel und Prisma bestehen und die den drei allgemeinen Verhaltungsarten des Lichts entsprechen, nach denen es entweder durchfällt oder zurückgestrahlt oder unter Zerlegung gebrochen (zerstreut) wird. Auf diesen Eigenschaften des Lichts beruht dann das Sehen durch künstliche Mittel, so wie die wunderbaren Wirkungen sämtlicher optischen Instrumente. Es liegt also auf der Hand, daß sich Linsenprismen herstellen lassen, die allen möglichen Formen der Linsen entsprechen.

Von Linsen hat man drei einfache oder primäre Arten: die ebene, die convexe und die concave; aus diesen Formen sind drei secundäre Arten von Linsen zusammengesetzt: die plan = convexe, die plan = concave und die concav = convexe oder der Meniskus, und hierunter sind alle Linsen begriffen, welche man seit den frühesten bis auf unsere Zeiten in den Werken über Optik beschrieben findet. Diesem entsprechen auch die verschiedenen Arten von Linsenprismen.

Um den Gebrauch der letztern, behufs einer großen Mannichfaltigkeit von Versuchen, zu erleichtern, hat man das sogenannte Chromascop *) erfunden, von welchem Instrumente hier eine kurze Beschreibung folgt.

A Fig. 3, Taf. 3, stellt die messingne Röhre des Chromascops dar, welche fast 2 Zoll Durchmesser und etwa 5 Zoll Länge hat. An dem einen Ende derselben ist mittelst einer Schraubenbüchse das plan = convexe u. Linsenprisma B befestigt, und am andern befindet sich eine dünne gleitende Röhre von etwa 2 Zoll Länge und $\frac{1}{2}$ Zoll Durchm., in welcher ein Ocularglas von 7 Zoll Brennweite oder gelegentlich kleine Linsenprismen angebracht sind, und um dem Auge als Führer zu dem Mittelpuncte der Hauptröhre zu dienen, ist sie mit einem Schraubendeckel versehen, in welchem sich bei C ein kleines Loch befindet.

Das Ganze wird von der kurzen Röhre oder Büchse D gehalten, in der es gleitet, und die mit einem dreibeinigen Stativ mittelst eines Universalgelenks verbunden ist, vermöge dessen das Chromascop aus der horizontalen Lage in die verticale, wie sie bei E durch punctirte Linien angegeben ist, gedreht, oder sonst in jede Winkelrichtung gebracht werden kann, um Gegenstände, G, auf einem Tische oder einer beweglichen Tafel F, u.

*) Eigentlich Chromatoscop.

zu betrachten. Diese Beschreibung einer Form des Chromascops wird zur deutlichen Verständniß folgender Versuche hinreichen.

E r s t e r V e r s u c h.

Man mache in der Mitte einer weißen Karte von wenigstens 6 Zoll in's Gevierte einen schwarzen Punct von $\frac{1}{20}$ Zoll Durchmesser, lege die Karte auf die Tafel G Fig. 3 Taf. 3 in den Sonnenschein oder helles Licht in der Nähe des Fensters, und bringe das Chromascop so darüber in eine senkrechte Stellung, daß sich der schwarze Punct dicht an und concentrisch mit dem Linsenprisma befindet. Nachdem man nun das zu diesem Versuche unnöthige Dcularglas beseitigt hat, schiebe man das Chromascop langsam in die Höhe, indem man zugleich durch die Röhre sieht. Alsdann scheint sich der schwarze Punct auszudehnen und wird in ein schönes ringförmiges Bild oder einen regenbogenartigen Hof (eine sogenannte Aureole) gebrochen, welcher die drei Primärfarben enthält, und wie ihn Fig. 1 Taf. 2. darstellt.

Wenn man nun unter diesen Umständen ein concaves Linsenprisma, wie Fig. 2 Taf. 3 eines darstellt, von derselben Brechkraft wie das convexe Linsenprisma des Chromascops, zwischen dieses und den Gegenstand bringt, so wird die Aureole durch die in entgegengesetzter Richtung stattfindende Brechung wieder in einen schwarzen Punct verwandelt werden.

Bemerkungen. Durch die einfache Zerlegung des Lichtes läßt sich die Entstehung der Farben bei obigem Versuche nicht leicht erklären, indem das farbige Bild verschwinden würde, wenn man den schwarzen Punct beseitigte. Man hat also anzunehmen, daß die Dunkelheit des Punctes und die Helligkeit des Grundes zusammengenommen vermöge der Wirkung des Linsenprisma den kreisförmigen Regenbogen erzeugen, was durch den nächsten Versuch ferner bestätigt wird.

Dieses Zusammenwirken des Schattens mit dem Lichte läßt sich an allen ähnlichen Wirkungen von Prismen und Linsenprismen darthun, durch welche farbige Bilder erzeugt werden, wiewohl man dieß seither nicht beachtet, sondern diese Erscheinungen lediglich der Wirkung des Lichtes zugeschrieben hat. Die Zusammenwirkung geht z. B. aus Newton's Versuche (Optics B. III. Obs. 6.) über die Biegung des Lichts und der Farben hervor, und es lassen sich daraus sämtliche im dritten Buche der Newton'schen Optik enthaltenen Versuche, und in'sbesondere die sechste Beobachtung sehr einfach erklären

Zweiter Versuch

Wenn man den vorstehenden Versuch in der Art anstellt, daß man einen weißen Punct auf schwarzem Grunde anbringt, statt daß man den schwarzen Punct auf einen weißen Grund macht, so wird ein ähnliches farbiges Bild erzeugt, in welchem jedoch die Farben in umgekehrter Ordnung aufeinander folgen; indem das Blau in jedem Falle dem Schwarz, so wie das Gelb dem Weiß zunächst liegt und das Roth in beiden Fällen die mittlere Stellung behauptet. S. Cap. III. über die Verwandtschaften der Farben.

Bemerkungen. Rücksichtlich der Zahl der primären Farben hat man verschiedene Theorien aufgestellt, und es giebt Naturforscher, die nur eine *), andere, die bis sieben annehmen. Die letztere Zahl wurde am allgemeinsten und von Newton beliebt, der sie zuerst annahm und durch seinen Versuch, die Analogie dieser sieben Primärfarben mit der diatonischen Octave der neuern Musik zu beweisen, zu bekräftigen unternahm. Wenn jedoch die Analogie der drei Farben: Blau, Roth und Gelb mit dem Accord und dem primären Dreiklang C, E, G der Tonleiter die wahre Grundlage der Ähnlichkeit der Farben mit den Tönen ist, und sich nachweisen läßt, daß alle übrigen Farben sich aus diesen dreien zusammensetzen lassen, und daß nur dasjenige primär und elementär (einfach) genannt werden kann, was sich nicht zusammensetzen läßt, in welchem Falle sich diese drei Farben befinden, so ist erwiesen, daß dieselben die einzigen wahren Primärfarben sind, und als solche müssen sie dem Künstler gelten, wie sie denn auch, nach Aristoteles

*) Der verstorbene Pownall vertheidigte die Theorie einer Primärfarbe, des Roths. Orange und Gelb hielt er für abnehmendes Roth und Blau für die Entziehung des Lichts. Siehe Philosoph. Magaz. Vol. XXII. pag. 3.

Dr. Hooke nahm an, es gebe nur 2 Primärfarben, Roth und Blau, aus denen alle übrigen zusammengesetzt seyen. Micrographia, p. 64; und J. Scheffer, in seiner Ars pingendi, 1669, stellt die Farben in 2 Classen, einfache und gemischte, zusammen; zu den erstern zählt er Roth, Blau, Gelb. „Simplices colores numero sunt tres, rubeus, coeruleus et flavus“; worauf er hinzufügt: „et sociabiles cunctis, Lux, id est, albus, et Umbra, i. e. niger.“ § 44. p. 158.

Dies war in der That die bei den Gelehrten geltende Theorie, welcher auch der Pater Kircher, Digby u. A. gedenken, bis auf Newton's Zeit, und sie stammte durchgehends aus derselben griechischen Quelle.

Scheffer handelt auch in demselben Capitel über die Meinungsverschiedenheit der Gelehrten vor seiner Zeit, rücksichtlich der Zahl der Primärfarben, ob es deren 3, 4 oder 5 gebe.

Zeugniß *), von den alten Griechen angenommen wurden. So singt Homer:

Als nun dreifarbig seinen Wunderbogen
Der Herrscher des Olymps durch Himmelsluft gezogen, u.

Ilias, B. XI.

Milton nennt ebenfalls, insofern Dichter hier als Autorität angeführt werden können, den Regenbogen:

den dreifarbigen Bogen.

Ein verstorbenes ausgezeichnetes Mitglied der königlichen Gesellschaft suchte jedoch diese Theorie umzustossen und erklärte die Zahl 4 für diejenige der Primärfarben, weil dieser Gelehrte, als er einen Lichtstrahl in einem verdunkelten Zimmer aus einer Entfernung von 10 — 12 Fuß durch ein Prisma betrachtete, 4 Farben erblickte. Hätte er das Licht 1 — 2 Zoll von seinem Ausgangspuncte betrachtet und sich dann, immer durch das Prisma sehend, allmählig zurückgezogen, so würde er bemerkt haben, wie seine 4te Primärfarbe, Grün, aus der Kreuzung von Blau und Gelb entstand.

Hätte ferner Newton sein Spectrum (farbiges Bild) ganz nah bei dessen Austritt aus dem Prisma beobachtet, so würde er bemerkt haben, daß sein Grün, Orange, Violet und Indigo aus ähnlichen Kreuzungen der blauen, rothen und gelben Strahlen entstanden **), und die Physiker werden, so sehr sie sich auch dagegen sträuben mögen, doch endlich anerkennen müssen, daß es, im Einklang mit der Theorie und Praxis des Malers, in der Natur nur drei Primärfarben gebe.

„Der königl. Gesellschaft zu Edinburgh wurde am 21sten März eine Mittheilung des Hrn. Brewster vorgelesen, welche über eine neue Analyse des Sonnenlichts berichtete. Er zeigte, daß es aus den drei primären Farben Roth, Gelb und Blau bestehe, und daß die übrigen prismatischen Farben ebenfalls aus dieser zusammengesetzt seyen.“ *Atlas*, Apr. 10. 1831.

Ein Professor zu Frankfurt an der Oder hat in einem Werke gegen Newton zu beweisen gesucht, daß das Licht nicht aus 7, sondern aus 3 Farben, Roth, Grün, Violet bestehe. Er bemerkt, daß durch die Vermischung der prismatischen rothen und grünen Streifen eine glänzendgelbe Secundärfarbe, durch Vermischung von Grün und Violet dagegen Blau entstehe u. s. w. In dieser Theorie liegt ein so

*) Op. 1629. Vol. II. p. 575.

**) S. Anm. C.

verkehrter Scharfsinn, sie gründet sich auf eine so sonderbare Täuschung, Wahrheit und Irrthum sind in ihr auf eine so merkwürdige Weise gemischt, daß sie eine besondere Beleuchtung verdient.

Zuvörderst ist wahr, daß es nur drei Primärfarben giebt; allein Grün und Violet lassen sich zusammensetzen und sind deshalb nicht elementär. Es ist ferner wahr, daß die grünen und rothen Strahlen des Prisma bei'm Zusammentreffen Gelb geben können, aber dieß aus keinem andern Grunde, als weil Gelb, welches zur Bildung des Grüns mitwirkt, und auch das warme Roth des Prisma begleitet, in der Mischung vorherrscht. Sonst neutralisiren oder vernichten Grün und Roth einander, wenn sie sich in den gehörigen Verhältnissen mit einander vermischen, so daß sie zusammen ein farbloses Licht zurückstrahlen würden. Wahr ist ferner, daß, wenn sich das prismatische Grün und Violet mit einander mischen, Blau entsteht; weil Blau ein Bestandtheil dieser beiden Farben und folglich in ihrer Mischung im Ueberschuß enthalten ist, also die Herrschaft über den neutralisirten Theil der rothen und grünen Strahlen behauptet, und so läßt sich die ganze Theorie dieses Schriftstellers, mit Ausnahme der Behauptung, daß es drei Primärfarben gebe, widerlegen.

D r i t t e r V e r s u c h.

Es ist zur Erzeugung eines farbigen Spectrum nicht nothwendig, daß die in vorstehenden Experimenten einander entgegengesetzten Gegenstände und Gründe weiß und schwarz seyen, sondern es ist hinreichend, wenn nur die einen im Vergleich mit den andern hell oder dunkel sind. Auch können sie farbig seyn, indem ein blauer, rother oder gelber Flecken auf einem Grunde, der heller oder dunkler ist als er selbst, auf die oben angegebene Weise ein farbiges Spectrum hervorbringt, in welchem, wenngleich die besondere Farbe des Fleckens vorherrscht, doch jede der drei Primärfarben erscheint.

Bemerkungen. Merkwürdig ist die Uebereinstimmung dieser Wirkungen farbiger Stellen mit den von Mercennus und Dr. Wallis dargethanen Consonanzen der primären Trias in jedem muscalschen Tone. Sie dienen auch den natürlichen Verwandtschaften, nach denen die Primärfarben einander harmonisiren, zur mehrern Erläuterung. Siehe Versuch XII u. XIII.

V i e r t e r V e r s u c h.

Wenn man statt eines Punctes einen kleinen Kreis mittelst des, wie bei den vorigen Experimenten, gestellten Chromascops besichtigt, so erscheinen

zwei concentrische ringförmige Spectra, welche den eben beschriebenen gleichen, und betrachtet man zwei oder mehr concentrische Kreise, deren Durchmesser jedoch kleiner seyn muß, als der des Linsenprisma, durch das Chromascop, so wird, vermöge einer eben so schönen als überraschenden Brechung, die Zahl der Spectra, welche man sieht, immer doppelt so groß seyn, als die der Kreise, indem diese letztern kreisförmig gebrochen werden.

F ü n f t e r V e r s u c h.

Daß die Entstehung des doppelten Bildes so zu erklären sey, ersehen wir um so deutlicher, wenn wir auf gleiche Weise einen schmalen, um einen breiten Flecken gezogenen Kreis (s. die beigedruckte Figur) betrachten, in welchem Falle der durch den Flecken gebildete einfache Regenbogen zwischen den beiden durch den Kreis gebildeten sich befinden wird. Es findet also ein zwiefaches Einfallen und Gebrochenwerden der Strahlen statt; einmal ein prismatisches oder in einer Winkelrichtung vor sich gehendes, und ferner ein kreisförmiges, daher die durch dieses Instrument erzeugten Spectra im Vergleich mit den gemeinen prismatischen eine so bedeutende Größe besitzen.



S e c h s t e r V e r s u c h.

Wenn ein Kreis von nicht weniger als 1 Zoll Durchmesser, der aber nicht weiter ist als das Linsenprisma, im Sonnenschein oder bei sonstiger starker Beleuchtung, durch das Chromascop wie früher betrachtet wird, wobei jedoch die Linse etwas weiter als der Durchmesser des Kreises von diesem abstehen muß, so entsteht ein (nicht zwei, wie beim vierten Versuch) kreisförmiges Spectrum, welches sich mit der Erhöhung des Instrumentes ausdehnt; denn da der zweite Regenbogen jenseits des Gesichtsfelds und des Brechungswinkels des Instruments liegt, so gelangt er nicht in das letztere. Das sichtbare Spectrum ist jedoch unter diesen Umständen schöner und glänzender, und die Primärfarben stellen sich darin deutlicher und schärfer begränzt dar, als wenn man Flecken oder kleine Kreise anwendet, weil das Licht des Gegenstands vollständiger gebrochen wird.



Bemerkungen. Die Spectra geben bei diesen Experimenten keine vollkommene Kreise und deutliche Farben, wenn nicht das Glas, aus dem die Linsenprismas gefertigt ist, durchaus frei von Adern und von vollkommen ausgeglichener Dichtigkeit ist. Bergkrystall giebt vollkommne Kreise, bricht aber nicht kräftig genug, um gut gefärbte Spectra zu erzeugen. Vielleicht lassen sich nur aus Diamant Linsenprismas herstellen, die in Ansehung der Form und der Farben der Spectra ein durchaus tadelloses Resultat geben, und so klein dergleichen Prismen auch seyn möchten, so würden sie doch schöne Aureolen erzeugen und zu Juwelierarbeiten sehr dienlich befunden werden. Es bleibt auch noch zu versuchen, wie diese Linsenprismen wirken würden, wenn man sie aus andern, festen, oder flüssigen Substanzen, z. B., Salzen, Harzen u. s. w., anfertigte, in'sbesondere aus isländischem Krystall, welcher die Eigenschaft der doppelten Strahlenbrechung besitzt, und wenn man ihm die Gestalt des gewöhnlichen Prisma giebt, eine sechsseitige, und bei fernerer Zusammensetzung mehrfache Brechungen liefert. Diese von Newton beobachtete und von Martin beleuchtete Eigenschaft des isländischen Krystalls und anderer Substanzen ist bis jetzt noch nicht befriedigend erklärt.

S i e b e n t e r V e r s u c h.

Statt des beim vorigen Versuche angewandten schwarzen Kreises, bilde man ähnliche Kreise aus dem reinsten Blau, Roth und Gelb, und betrachte jeden derselben auf eben die Weise wie beim vorhergehenden Versuch; alsdann wird jeder einen Regenbogen von den drei Primärfarben erzeugen, in welchem jedoch die jedesmalige Farbe des Kreises vorherrscht.

Bemerkungen. Beim dritten Versuche entsprangen aus farbigen Flecken dieselben Wirkungen, wie hier aus Kreisen, deren Farbe eine der drei einfachen ist; allein die Regenbogen sind beim letztern Versuche glänzender und schärfer begränzt, als beim frühern, und die Consonanzen, welche der Harmonie der Farben zu Grunde liegen, lassen sich daher durch den erstern besser belegen. (Vergl. den 3ten, 12ten und 13ten Versuch.) Dieß beschränkt sich nicht nur auf die Primärfarben; denn Kreise, welche die Secundärfarben oder überhaupt eine solche Farbe tragen, welche heller oder dunkler als der Grund ist, auf dem sie sich befinden, geben mit dem Chromascop ähnlich gefärbte Spectra, in welchen jedoch die jedesmalige Farbe des Kreises die Anfangs- oder vorherrschende Farbe, die Grundfarbe einer besondern Harmonie ist *).

*) Vergl. des Verf. Chromatik, Beispiel XII, XIII, XIV. 2c.

Uch t e r V e r s u c h.

Ein Kreis von irgend einem Durchmesser, der bedeutender ist, als der des Linsenprisma, werde auf eine senkrechtstehende Tafel gezogen, wie die, welche bei F Fig. 3., Taf. 3., dargestellt ist, und zugleich vermehre man die Stärke der Linie, welche den Kreis bildet, im Verhältniß der Länge des Durchmessers. Die Tafel setze man den Sonnenstrahlen oder irgend einem andern reinen starken Lichte aus und stelle das Chromascop horizontal unter einem rechten Winkel zu der Tafel, dem Mittelpuncte des darauf befindlichen Kreises gegenüber, wie in Figur 3., und in einer Entfernung, die dem Durchmesser des zu betrachtenden Kreises wenigstens gleichkommt. Sieht man alsdann durch das Chromascop, so erscheint ein schönfarbiger Regenbogen, wie die frühern.

Macht man dieses Experiment ohne die Röhre des Chromascops, nur mit dem Linsenprisma, so daß man das Gesichtsfeld dadurch erweitern kann, daß man das Auge näher an die Linse bringt, und sieht man dann den Gegenstand aus einer größern Entfernung an, so wird das ringförmige Spectrum noch größer und schöner.

Diese ringförmigen Bilder werden sich einfach darstellen, weil die zweiten Spectra oder Regenbogen weit außerhalb des Gesichtsfelds des Instrumentes fallen, da offenbar der bei diesem Experimente zur Ansicht gelangende farbige Ring demjenigen entspricht, welcher innerhalb des durch den Punct gebildeten erscheint. Beim 5ten Versuche verschwindet der äußere jenseits des Gesichtsfelds.

Bemerkungen. Bei der letztern Art dieses Experiments kann der Gegenstand auf dem Boden liegen, oder sich in sonst einer Lage befinden, in welcher er sich bequem betrachten läßt, z. B., an einer Wand u. s. w., wenn nur der Grund, auf dem er sich befindet, von gleichförmiger Farbe und hinlänglicher Ausdehnung ist, damit das Spectrum deutlich werde.

Auf diese Weise läßt sich der Versuch auch mit Kreisen jeder Größe wiederholen, für die man eine Tafel oder einen Schirm von hinlänglicher Ausdehnung aufstreifen kann. Der Durchmesser des Kreises bestimmt jederzeit die Entfernung, aus der man ihn zu besehen hat, und die Größe und Schönheit der Regenbogen wird im geraden Verhältniß zu der Ausdehnung des Kreises stehen. Die vorstehenden Versuche mit farbigen Kreisen u. s. w. lassen sich auf diesen natürlich auch in derselben Mannigfaltigkeit in Anwendung bringen.

Neunter Versuch.

CADB, Fig. 4. Taf. 3 stelle einen Längsdurchschnitt eines Theils der Hauptröhre des Chromascops und seines converen Linsenprisma **ABIK** (wie es zu Fig. 1. **ABCD** beschrieben worden) vor, welche Röhre, mittelst einer scioptischen Kugel **YZ**, durch die Oeffnung eines Ladens vor dem Fenster eines verdunkelten Zimmers geht.

Wenn nun ein Bündel Sonnenstrahlen von dem Durchmesser der Röhre durch das Linsenprisma in der Richtung **XIKN** fällt, so wird es gegen den Punct **N** convergiren und einen Lichtkegel **PON** bilden, vom Puncte **N** aus aber über einen Schattenkegel **NHE** divergiren.

Wenn das Licht auf einen Bogen weißen Papiers bei **OP**, also da aufgefangen wird, wo es zuerst aus dem Linsenprisma tritt, so wird der Lichtkreis auf dem Papiere mit einem rothen Rande sich darstellen.

Entfernt man das Papier bis **QR**, so wird der Rand blau erscheinen, und bei der mittlern Stellung oder dem Brennpunct, **LM**, werden die beiden Kreise ohne bemerkbare Färbung zusammenfallen.

Jenseits **QR** divergirt der Kreis in einen Ring oder Bogen, dessen Durchmesser sich im Verhältniß der Entfernung vom Prisma auf dem Kegel **NHE** ausdehnt. Die Breite des Ringes selbst wächst in demselben Verhältniß, und die farbigen Lichter, aus denen er besteht, kreuzen einander und divergiren, wie es in dem obern Theile des Diagrams dargestellt ist, zwischen den punctirten Linien **UV** und **AW**, indem die Streifen von blauem und gelbem Lichte sich in einer Entfernung von 2 bis 3 Fuß vom Prisma mit einander vermischen und kreuzen.

Diese Erscheinungen stellen sich in der Atmosphäre des Zimmers ungewein schön und deutlich dar, wenn man heiße Wasserdämpfe in dasselbe streichen läßt, so wie wenn man die Luft mit Rauch oder Puder füllt.

Zehnter Versuch.

Ferner stellen **XIK, STU** Fig. 4 Taf. 3, das Chromoscop wie bei'm vorigen Experimente, und **TAIKU** einen Durchschnitt des zu Fig. 2 beschriebenen concaven Linsenprisma vor. Fällt nun ein Bündel Lichtstrahlen von dem Durchmesser der Röhre **TI** in der Richtung **CAR** durch dieses Prisma, so wird es vom Puncte **A** aus über einen Schattenkegel **AWE** divergiren und den Regenbogen bilden, von welchem **UVW, KFE** einen Durchschnitt darstellt.

Bemerkungen. An diesen Erscheinungen des durchfallenden Lichts erkennen wir die Wirkungen anderer Formen des Linsenprisma; sie erläutern auch die Kräfte optischer Gläser im Allgemeinen und klären uns über

die Natur der von Sir Isaac Newton zwischen zwei übereinanderliegenden Objectivgläsern beobachteten farbigen Ringe auf *); denn die Gestalt der sphärischen Linsen ist gleichsam der Inbegriff einer unendlich großen Anzahl von linsenprismatischen Figuren, so wie der Kreis eine unendliche Anzahl von Dreiecken u. umfaßt. Daher findet in der über einer andern liegenden Linse eine doppelte kreisförmige Refraction und in der unter der andern liegenden eine ähnliche Reflexion statt, welche beide zusammen die farbigen Ringe erzeugen, und die Erscheinungen der sphärischen und prismatischen Linsen lassen eine ähnliche Erklärung zu.

Elfter Versuch.

Man lasse ein Sonnenstrahlenbündel durch das Chromascop, wie beim neunten Versuch, in ein verdunkeltes Zimmer fallen, d. h. indem man dessen Linsenprisma in die scioptische Kugel befestigt; alsdann wird ein prächtiger Regenbogen auf den Schirm oder die Wand, die denselben aufhängt, geworfen werden. Durch Drehung der Kugel läßt sich ihm jede beliebige Richtung geben; seine Größe wird dem Abstände vom Linsenprisma proportional seyn, und seine Schönheit die des natürlichen Regenbogens übertreffen.

Auf ähnliche Weise läßt sich in einer heitern Nacht wenn der Mond im zweiten oder dritten Viertel steht, ein Mondregenbogen von schwachen Farben erzeugen.

Bemerkungen. Ein großer weißer Schirm, der sich um eine doppelte Aze, eine horizontale und eine vertikale, drehen läßt, ist bei Versuchen dieser Art höchst bequem, um das Sonnenspectrum unter verschiedenen Winkeln und in verschiedenen Entfernungen aufzufangen. Auf die Rehrseite desselben lassen sich große Kreise und andere Gegenstände zeichnen oder hängen.

Das vorstehende Experiment bietet uns ein Verfahren dar, mittelst dessen der Künstler einen Regenbogen auf irgend ein Gemälde, wo ein solcher angebracht werden soll, versuchsweise werfen kann, so daß er die Wirkung desselben und wie er denselben am besten auszuführen habe, in Erfahrung bringen kann.

Keine der bisher aufgestellten Erklärungsarten jener prächtigen Naturerscheinung, des Regenbogens, kann als vollkommen befriedigend betrachtet werden. Die Hypothese, welche die meisten Anhänger hat, ist, daß die Sonnenstrahlen in den einzelnen sphärischen, schnell herabfallenden Regentropfen, welche sich im Niederfallen theilen und zerstäuben, gebrochen werden;

*) Optics. B. II. Part. I.

allein trotz des zu ihrer Unterstützung beigebrachten Aufwandes von mathematischem Scharffinn, leuchtet uns die Richtigkeit des Beweises keineswegs ein. Wäre es nicht natürlicher und mit der Erfahrung mehr in Uebereinstimmung, wenn man annähme, daß der Regenbogen durch eine einzige Refraction in der ganzen Masse des Regens und der diesen begleitenden verdichteten Luft hervorgebracht werde, als daß er durch ein Gewirre von unzähligen winzigen Refractionen in Wassertropfchen entstehe, die ihre Form, Lage und Größe beständig ändern?

Es ist ein optisches Gesetz, daß Licht, welches aus einem dünnern in ein dichteres Mittel übergeht, gebrochen wird, und bekanntlich entsteht der Regenbogen in Folge eines der Sonne stets gegenüberliegenden theilweisen Regenschauers, so wie er nie das Maaß eines Halbkreises überschreitet. Ein partieller Regenschauer erfährt während seines Falles durch die Atmosphäre stufenweise Beschleunigung und Verzögerung, und dürfte daher ziemlich eine halbkreisförmige oder linsenförmige Gestalt annehmen, so daß er in der Mitte am dichtesten wäre. Diese Umstände würden sämmtlich die Refraction und Reflection der Sonnenstrahlen durch die ganze Masse des Regens, in Form eines Regenbogens, nach Art des durch das Linsenprisma erzeugten Sonnenspectrum, begünstigen.

Auf ähnliche Weise lassen sich die schönen Farben der Wolken bei Sonnenen- und Untergang erklären, zu welchen Zeiten das horizontale Streichen der Strahlen durch eine Atmosphäre, welche völlig dreimal so viel Länge als vertikale Höhe besitzt, und nach der Mitte zu an Dichtigkeit zunimmt, so wie häufig mit Dünsten geschwängert ist und eine hemisphärische oder Linsengestalt hat, durch die Refraction dieser Strahlen ein, wegen der Durchsichtigkeit der Atmosphäre unsichtbares, farbiges Sonnenspectrum erzeugt, dessen Vorhandenseyn sich jedoch an den undurchsichtigen Wolken offenbart, welche sich, je nachdem sie sich in einer Schicht von dieser oder jener Farbe befinden, mit derselben bekleiden. Wenn sich daher Wolken unter solchen Umständen vor dem Winde fortbewegen, so wechseln ihre Farben sehr schnell. Daß dergleichen Wolken selten blau oder purpurroth aussehen, ist erklärlich, weil der blaue Theil des Regenbogens in allen Fällen dem Schatten zukehrt ist und im vorliegenden Falle auf die Erde, oder unter den scheinbaren Horizont, fällt, und weil der Himmel darüber blau ist.

Wenn sich, bei Anstellung des obigen Versuchs, ein oder mehrere Streifen von irgend einer undurchsichtigen, also Schatten gebenden Substanz, in oder auf dem Prisma befinden, so erzeugt sich ein oder mehrere secundäre concentrische Regenbogen, welche dem natürlichen zweiten Regenbogen

entsprechen, und es läßt sich daraus schließen, daß der Letztere aus einem ähnlichen Grunde oder dadurch entsteht, daß dunkle Wolkenstreifen einen Theil der Strahlen auffangen, welche den primären Bogen bilden. Diese Betrachtungen gehören indeß mehr in's Gebiet der Physik, als in das der Kunst, obgleich der Regenbogen in'sbesondre dem Maler stets als ein vorzüglich interessanter und bewunderungswürdiger Gegenstand erscheinen muß, wie er denn von jeher bei allen Nationen als eine der erhabensten und schönsten Naturerscheinungen besonders ausgezeichnet wurde, und in der griechischen Mythologie die Iris als die Tochter des Thaumas (des Wunderbaren) aufgeführt wird, wovon einer ihrer Beinamen, Thaumantia, entlehnt ist.

Zwölfter Versuch.

Die Größe des bei den letzten Versuchen entstehenden Spectrum macht dasselbe zur Anstellung anderer Versuche in oder auf den vorübergehenden prismatischen Farben und in Betreff derselben vorzüglich geeignet. Nachdem z. B. ein farbiges Spectrum, wie beim letzten Versuche, in ein verdunkeltes Zimmer geworfen worden, stellte man einen durchbrochenen Schirm quer durch den am lebhaftesten gefärbten Theil des Bogens, so daß derselbe, mit Ausnahme einer kleinen Stelle bei der Mitte des Schirms, aufgefangen wurde. Durch die daselbst im Schirm angebrachte kleine Oeffnung, ließ man ein Bündel der rein blauen Strahlen des Spectrum auf ein zweites convexes Linsenprisma fallen, und das durch letzteres gebildete Spectrum fing man auf einem zweiten weißen Schirm auf, wo denn, wie beim ersten Spectrum, rothe und gelbe Strahlen das Blau begleiteten.

Bei Veränderung des obigen Experiment's, so daß man mittelst der rothen und gelben Strahlen des primären Spectrum's, neue secundäre Spectra erzeugte, fand sich, daß in allen diesen Fällen die drei Primärfarben: Roth, Gelb, Blau, im zweiten Spectrum erschienen, daß jedoch immer diejenige vorherrschte, welche das Strahlenbündel zur Erzeugung des zweiten Spectrum's hergab.

Dasselbe Resultat ergab sich in Bezug auf alle Theile des ursprünglichen Spectrum's.

Dreizehnter Versuch.

Die Oeffnung in dem durchbrochenen Schirm, der zum vorigen Versuche diente, wurde so eingerichtet, daß man mittelst kleiner Streifen von Pappe, gewalztem Zinn oder Blei, in denen größere und kleinere Löcher angebracht waren beliebig starke Strahlenbündel aus allen Theilen des Regenbogens durchfallen lassen konnte. Diese farbigen Bündel wurden gleich

hinter den Oeffnungen von halbdurchsichtigen Streifen Velinpapier oder farblosem mattgeschliffenen Glase aufgefangen, so daß man auf diese Art farbige Flecken von allen Theilen oder Farben des ursprünglichen Spectrums erhielt. Betrachtete man nun diese Flecken durch ein Linsenprisma, so erschien ein prächtiges Spectrum von den drei Primärfarben Blau, Roth, Gelb, welche Farbe der Fleck auch immer haben mochte. Uebrigens war die jedesmalige Farbe des letztern auch in diesem Falle die im Spectrum vorherrschende.

Bemerkungen. Die beiden letztern Versuche sind sowohl dem Künstler als dem Naturforscher in verschiedenen Beziehungen wichtig. Es ergibt sich daraus, daß jede der durch die Brechung im prismatischen Spectrum erzeugten Farben sich wiederum in die sämtlichen Farben zerstreuen läßt; daß folglich die Lehre vom gleichartigen und ungleichartigen (homogenen und heterogenen) Licht, und von den homogenen und heterogenen Farben, auf welche das falsche chromatische System der Physiker sich stützt, trotz der Geistesgröße ihres Erfinders *), den Thatsachen ebensowohl, als den wahren Verwandtschaften der Farben und der allgemeinen Analogie der Natur widerstreitet.

Wir empfehlen daher diese Thatsache der Veränderbarkeit oder Metamorphose der Farben der weitem Untersuchung von Seiten der Physiker. Denn hier geht unser Zweck nur darauf hinaus, die Grundlagen des Colorits zu erläutern, und in der Kunst lassen sich vielfache unveränderliche Beispiele von Verwandtschaften der Farben auffinden, welche ihre wahre Erklärung durch die Versuche Nr. 3 und 7 erhalten. Aus diesen Versuchen geht auch die untheilbare Dreieinigkeit des Lichts und der Farben hervor, die mit der der musikalischen Grundtöne so viel Aehnlichkeit hat.

Vierzehnter Versuch.

Man entferne den bei den letzten Experimenten angewandten Schirm, und stelle sich, unter Zuziehung eines Gehülfen, in den von der Sonne erzeugten Bogen in hinreichender Entfernung von der Oeffnung, durch welche derselbe in's Zimmer gelangt, so daß er die Augen in der Art trifft, daß die blauen Strahlen in das eine und die gelben in das andere gelangen, was man entweder mittelst eines doppelt durchbrochenen Schirms oder einer Maske, oder auch selbst ohne diese, bewirken kann. Wenn man dann das Auge schließt, auf welches das Blau fällt und mit dem andern Auge nach dem Prisma in der scioptischen Kugel blickt, so sieht man gelbes Licht; öffnet man dann jenes Auge, nachdem man dieses vorher geschloß-

*) Newton, Optics Exp. 5. Theor. II. Prop. 2. p. 506 et seq.

fen, so sieht man blaues Licht. Deffnet man dann beide Augen unter fester Beibehaltung derselben Stellung, so sieht man nur grünes Licht, woraus sich die Zusammenwirkung der beiden ersten Farben und beider Organe, zur Erzeugung der zusammengesetzten Empfindung der secundären Farbe, Grün, ergibt.

Dieses Experiment läßt sich auf andere Farben, nicht nur aus der Classe der secundären, sondern auch aus der der tertiären und anderer zusammengesetzten Farben ausdehnen, und es erklären sich daraus manche Anomalien, die von durch doppeltes Sehen hervorgebrachten einfachen Eindrücken herrühren, und welche man gewöhnlich durch Ideenverbindung erklärt, die sich jedoch hiernach als das Resultat einer zusammengesetzten Empfindung ausweisen.

Bemerkungen. So weit bei diesem Versuche die Organe theilhaftig sind, ist das Bild in dem einen Auge gelb und in dem andern blau, und durch einen Act des Sensoriums, oder der Perception, werden beide grün. Bei dem aufrechten Sehen des auf der Netzhaut umgekehrt stehenden Bildes der Gegenstände, was den Naturforschern so viel zu schaffen gemacht hat, entspringt die Perception der richtigen Stellung des Gegenstandes vielleicht durch einen ähnlichen Vermittlungsact zwischen dem Bilde und dem Sensorium. In Betreff der Zahl, Bewegung und Größe sind die Umstände durchaus dieselben. Es fallen zwei Bilder, auf jede Netzhaut eines, in die Organe, allein man sieht nur ein einziges. Wenngleich bei manchen Gesichtsehlern, die eine Netzhaut ein größeres Bild aufnimmt, als die andere, und derselbe Gegenstand, mit jedem der beiden Augen für sich betrachtet, dem einen größer erscheint, als dem andern, so stellt er sich doch, mit beiden zugleich betrachtet, von mittlerer Größe dar. Dasselbe läßt sich beobachten, wenn man sich einer Brille bedient, deren beide Gläser verschiedene Brennweiten und folglich eine verschiedene Vergrößerungskraft besitzen.

Das vorstehende Experiment hat uns gezeigt, daß, wenn man Licht oder irgend einen weißen oder hellen Gegenstand mit dem einen Auge durch ein blaues und mit dem andern durch ein gelbes Mittel betrachtet, die zusammengesetzte Empfindung des Grüns erfolgt, und auf dieselbe Weise können alle Farben in dem Sensorium selbst zusammengesetzt werden, und wenn, nachdem wir so eine Zeit lang einen weißen Gegenstand als grün gesehen, die farbigen Mittel beseitigt werden, so wird der Gegenstand, den Gesehen, nach welchen Augenspectra entstehen, zufolge, roth erscheinen; wenn indeß der Gegenstand nur mit dem Auge angesehen wird, in welches das blaue Licht gelangte, oder nur mit dem, in welches das gelbe Licht einfiel, so wird eine Ausnahme von jenen Gesehen stattfinden,

und der Gegenstand nicht im erstern Falle orangefarben und im letztern purpurroth, sondern in beiden roth erscheinen, woraus sich denn ergibt, daß die Augenspectra dem Sensorium und nicht dem Organe angehören; daß beim Sehen das Sensorium thätig ist und daß die rückwirkende Empfindung zusammengesetzt ist, wenngleich die erregende Ursache, rücksichtlich eines jeden der beiden Augen im Besondern, eine einfache war; d. h. sowohl das Auge, auf welches das Blau, als dasjenige, auf welches das Gelb eingewirkt hat, würde für sich und mit dem andern abwechselnd Roth, und nicht in dem einen Falle Orange und in dem andern Purpurroth sehen, und diese neuentdeckte Analogie hält unter allen übrigen Umständen des Sehens durch farbige Mittel Stich.

Funfzehnter Versuch.

Ein Gehülfe stelle sich, wie beim vorigen Versuche, in das breite Spectrum des Linsenprisma, so daß das Roth deutlich in das eine, und das Grün in das andere Auge fällt. Wenn man dann abwechselnd das eine Auge schließt, so daß das andere offen bleibt, so wird die auf das eine und das andere Organ einwirkende Farbe, wie früher, abwechselnd, wenn man aber beide Augen zugleich öffnet, gar keine Farbe gesehen werden.

Mitteltst eines kleinen Handspiegels kann der Experimentator diese Versuche ohne Gehülfsen mit seinen Augen anstellen; aber immer muß man weit genug vom Linsenprisma entfernt seyn, daß die Farbenstreifen des Spectrum die gehörige Breite erhalten.

Bemerkungen. Dieser Versuch findet, wie die vorstehenden, auch auf andere Fälle Anwendung, und thut auf eine neue Art die neutralisirenden, austilgenden, complementären, contrastirenden, compensirenden oder ausgleichenden Kräfte der Farben dar, welche als der eigentliche Schlüssel zur Wissenschaft der Farben oder Chromatik betrachtet werden können.

Hr. Smith zu Fochabers hat neuerdings einen sehr unterhaltenden Versuch bekannt gemacht, durch welchen wir mit einer neuen Art der Erregung des Auges bekannt werden, durch die farbige Spectra entstehen. Hr. Smith (sagt Sir David Brewster im London and Edinburgh Philosophical Magazine, Vol. I. p. 249, 343; Vol. II. p. 168) giebt an, daß, wenn man ein Licht in die Nähe des rechten Auges halte, so daß man es mit diesem, aber nicht mit dem linken Auge sehe, und dann mit beiden Augen einen schmalen Streifen weißen Papiere so anblicke, daß man ihn doppelt sehe, das von dem rechten oder erregten Auge empfangene Bild grün, das vom linken oder beschatteten Auge aufgenommene Bild aber röthlich erscheine. Als wir diesen Versuch mit einem

9 Zoll langen und $\frac{1}{10}$ Zoll breiten Papierstreifen anstellten, beobachteten wir, wie die beschriebene Wirkung stufenweise eintrat; alsdann brachten wir das Licht schnell von dem rechten Auge nach dem linken, und fanden nun, daß Anfangs die Farben unverändert, wie früher, blieben, aber allmählig abnahmen, und beide Bilder zuletzt so farblos, wie das Licht, wurden; alsdann färbten sie sich stufenweise, und das, welches zuerst roth gewesen, ward grün, und umgekehrt. Diese Erscheinung rührt also offenbar daher, daß sich binnen einer gewissen Zeit entgegengesetzte Spectra bilden, und zwar durch das warme Licht ein grünes, und durch den kühlen compensirenden Schatten ein rothes, und daß beide das Aequivalent von einander sind, wodurch auch unsere Ansicht von der Entwicklung und Erschöpfung der Grundstoffe des Lichts und der Farben im Sehorgane bestätigt wird; daher es bei dem Malen von practischem Nutzen seyn dürfte, wenn der Maler sein Colorit abwechselnd nur mit dem einen und dem andern Auge betrachtete, damit er nicht durch eine falsche Erregung des einen oder des andern Organes in einen Irrthum verfallen könne.

Daß die Farben Grün und Roth bei dem obigen Smith'schen Versuche äquivalent oder complementär seyen, läßt sich ferner darthun, indem man den Papierstreifen allmählig aus der perpendicularen in die horizontale Richtung dreht, da denn der doppelte Gegenstand genau zu einem einfachen wird, und die beiden Farben zusammenfallen und weiß, wie das Licht, werden.

Wie auch immer diese Neutralisation äquivalenter Farben hervorgebracht werden möge, so findet doch eine Verbindung oder ein Ineinanderschmelzen der primären Trias, Blau, Roth, Gelb, in gehöriger Unterordnung statt, und es ist zu bemerken, daß, wenn dabei, wie im vorstehenden Versuche, eine Vereinigung zweier Farben stattfindet, das Verhältniß dieser Farben dem Intervall in der Musik entspricht, welches man die Quart nennt, und welches mit dem Diatessaron der Griechen übereinstimmt, das von den Letztern für den allen übrigen zu Grunde liegenden Accord gehalten wurde. Aus dieser harmonisirenden Kraft der Farben ergiebt sich, daß der Vater Castel keineswegs etwas Absurdes unternahm, als er ein Clavier für das Auge zusammenzustellen versuchte, um dem Gesichtorgane ähnliche angenehme Eindrücke zu erregen, wie sie durch musikalische Instrumente dem Gehöre zugehen. Indes konnte es ihm nicht gelingen, da seine Scale falsch war und die harmonischen Wirkungen der Farben nicht, wie er sie nach der Analogie der Töne behandelte, nur aufeinanderfolgend und vorübergehend, sondern gleichzeitig, und raumumfassend sind, also nicht sowohl in der Zeit als im Raume herrschen. (Vergl. den sechsundzwanzigsten Versuch). Bei diesen Versuchen lassen sich passend gefärbte Gläser oder

andere Mittel, z. B. durchsichtige farbige Flüssigkeiten, mit derselben Wirkung, wie die Farben des Spectrum, statt der letztern, anwenden.

Sechszehnter Versuch.

Man lasse ein bogenförmiges Sonnenspectrum in einem, wie beim ersten Versuch, beinahe dunkeln Zimmer, in einer Entfernung von 10 bis 12 F. vom Linsenprisma, bei welchem Abstände die secundären Farben, Orange, Grün und Purpurroth, sichtbar sind, auf einen weißen Schirm fallen. Alsdann halte man ein kleines dünnes Lineal quer vor den Regenhogen, so daß es einen Schatten auf den Schirm wirft, und man wird finden, daß der Raum des Schattens, welcher an die Stelle eines Theils des Bogens tritt, ein umgekehrtes Spectrum enthält, dessen Farben, Stück für Stück, mit denen des Bogens vollkommen contrastiren. So wird man, statt des Purpurroths im Bogen, den Schatten dunkelgelb; statt des Grüns, dunkelroth; statt des Orange, dunkelblau finden, und eben so wird es sich mit andern Contrasten und Farben des Bogens verhalten, wenn man sie mit einem verhältnißmäßig dünnern Lineale näher am Linsenprisma auffängt.

Bemerkungen. Dieser Versuch hat für den Künstler Wichtigkeit, weil er darthut, daß Schatten in allen Fällen den Contrast des Lichtes bildet, nicht nur in Ansehung der Wirkung oder Kraft, wie beim Hell Dunkel, sondern auch in Betreff der Farben.

Hiernach berichtigt sich auch der Irrthum, in den die Physiker, bei Erklärung der Erscheinung, verfallen sind, wo sich blaue Schatten durch das orangefarbene Licht der auf- und untergehenden Sonne, oder andere warme Lichter, bilden. Dieß wurde von Leonardo da Vinci, Buffon, Rumford beobachtet und dem vom Himmel zurückgestrahlten Blau zugeschrieben, während in der That nur die Complementärfarbe des Orange oder der Goldfarbe des Lichts entsteht. Denn wenn man zu irgend einer Tageszeit dem Sonnenlichte, indem man es durch farbige Gläser in ein dunkles Zimmer fallen läßt, irgend eine beliebige Farbe ertheilt, so sind die Schatten desselben stets von der Ergänzungsfarbe, wengleich der Himmel immer blaues Licht zurückstrahlt. Wenn man daher an einem hellen sonnigen Tage, bei ungewöhnlicher Bläue des Himmels, den Schatten eines Gegenstandes an einem gegen Norden gerichteten Fenster, in welches nie ein Sonnenstrahl dringt, auf weißes Papier fallen läßt, so ist der Schatten keineswegs blau, sondern von einer um so wärmern Farbe, je blauer der Himmel ist. Dieselben Wirkungen werden auch ohne Ausnahme durch die Farben künstlichen Lichts hervorgebracht.

Ein anderer merkwürdiger Umstand, in Betreff der bei unserm Experimente erscheinenden farbigen Schatten, ist, daß die, deren Farbe dem Lichte verwandt ist, z. B. die gelben und orangefarbenen, heller als deren Lichter (Purpur und Blau) erscheinen, während die farbigen Schatten, deren Farbe dem Schatten verwandt ist, dunkler als ihre Lichter (Gelb, Orange) erscheinen, woraus sich in physikalischer Hinsicht die Beständigkeit solcher Verwandtschaften ergibt, denen zufolge, ganz in Uebereinstimmung mit dem, was wir in der Malerei beobachten, gewisse Farben Licht mit sich zu führen und hervorzutreten scheinen, während andere Schatten enthalten und zurücktreten; während dieß zugleich ein Beispiel des schönen natürlichen Gesetzes des Gleichgewichts abgibt, indem sich der Schatten mit dem Lichte und das Licht mit dem Schatten vermehrt.

Siebenzehnter Versuch.

Betrachtet man, wie beim ersten Versuche, eine schwarze Stelle, die $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser hat, auf einem weißen Grunde, der etwa 3 Zoll vom Linsenprisma entfernt ist, so erzeugt sich ein schöner blauer innerlich von Weiß und äußerlich von Schwarz umgebener Kreis, und betrachtet man ein ähnliches weißes Rund auf einem schwarzen Grunde, so erzeugt sich ein rother und gelber Kreis, den innerlich Schwarz und äußerlich Weiß begrenzt. Verändert man die Farben des Mittelflecks und des Grundes bei diesem Experimente, so kann man Kreise von irgend einer beliebigen Farbe erhalten; wie denn z. B. ein schwarzer Fleck auf einem gelben Grunde einen grünen Kreis giebt, u.

Achtzehnter Versuch.

Wenn irgend eine Anzahl concentrischer Kreise, die in Farbe und Gestalt (Breite, Größe?) verschiedentlich abändern, und, wie in der dem zehnten Versuche beigedruckten Figur, einen schwarzen Fleck umgeben, in der dort angegebenen Art betrachtet werden, so erblickt man innerhalb dieses Flecks eine gleiche Anzahl von Kreisen, welche, so wie man das Instrument in die Höhe zieht, nach innen zu nach einander, doch in umgekehrter Ordnung, wie die Farben des Gegenstandes, auftreten. Der Grund hiervon ist bereits im Obigen angegeben.

Neunzehnter Versuch

Man bilde eine Spirale von einer beliebigen Anzahl Windungen, richte dann das Chromascop, wie beim ersten Versuch, auf deren Mitte und erhöhe das Instrument, indem man durch dasselbe sieht, allmählig, so



wird die Spirale in zwei umgekehrte spiralförmige Regenbogen gebrochen erscheinen, und man wird die Pfeilspitze an dem mittlern Ende des einen, und an dem äußern Ende des andern gewundenen Bogens erblicken. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der, bei Gelegenheit des fünften Versuchs dargelegten, doppelten Incidenz und Refraction des Lichts.

Z w a n z i g s t e r V e r s u c h.

Wenn ferner eine Spirale von irgend einem Durchmesser, welcher größer ist, als der des Chromascops, aus einer angemessenen Entfernung, wie beim vorigen Experimente, betrachtet wird, so wird man, wie beim sechsten Versuche, nur einen einfachen spiralförmigen Regenbogen sehen, und wenn sich am äußern Ende der Figur eine Pfeilspitze befindet, so wird man dieselbe am mittleren Ende des Spectrum erblicken, und wenn die Figur eine Schlange von der Größe der Riesenschlange darstellte, so wird sie sich, indem man das Instrument von ihr entfernt, gleichsam aufzuwickeln scheinen und sich mit herrlichen bunten prismatischen Farben bekleiden.

E i n u n d z w a n z i g s t e r V e r s u c h.

An einem heitern Abende, zur Zeit des Vollmonds, beseitige man die kleine Röhre des Chromascops und stelle es mit dem offenen Ende so gegen den Mond, daß man den Letztern betrachten kann, indem man das Auge dicht an das Linsenprisma bringt. Der Mond wird dann in einen prächtigen Kreis refrangirt werden, dessen Farben an Glanz denen des Sonnenspectrum keineswegs nachstehen. (Vergl. den zweiten Versuch).

Ein plan-converes oder conisches Linsenprisma, dessen ebene Seite dem Auge zugewendet ist, eignet sich am besten dazu, um letzteres so stark als möglich zu nähern; denn wenn das Auge recht dicht am Glase und der, dem Gegenstande zugekehrte Gipfel concentrisch mit jenem ist, so erhält man ein weiteres Gesichtsfeld.

Z w e i u n d z w a n z i g s t e r V e r s u c h.

In einer dunkeln Nacht lassen sich bei heiterm Himmel die Planeten und Fixsterne eben so betrachten, wie beim vorigen Versuche der Mond, und das Licht derselben wird ebenfalls in farbige Kreise zerstreut, die sich von dem des Mondes nur in Betracht der Breite und des Glanzes der Farben unterscheiden, woraus sich ergibt, daß das Licht der übrigen Himmelskörper, bei der durch Refraction bewirkten Zerlegung, dasselbe Resultat giebt, wie das directe und vom Mond zurückgestrahlte Sonnenlicht.

Auf dieselbe Weise läßt sich das Licht des Glüh- oder Johanniswurmes, des Blüthes, der selbstleuchtenden leblosen Substanzen *ic.* untersuchen. Ist jedoch deren Licht schwach, so unterscheidet man in deren Spectra das Gelb nur mit Schwierigkeit.

Dreißundzwanzigster Versuch.

Wenn man durch eine kleine, in einem Fensterladen angebrachte, runde Oeffnung das Tageslicht einfallen läßt, oder einen Sonnenstrahl auf mattgeschliffenem Glase oder Velinpapier, die man vor die Oeffnung legt, aufhängt, und die so entstehende helle Stelle, aus irgend einer bequemen Entfernung, wie bei den letzten Versuchen betrachtet, so sieht man wieder einen glänzend gefärbten Regenbogen. Zu diesem Versuche eignet sich am besten ein Scheibchen aus Kartenpapier, dünnem Rollenblei, Blech *ic.*, in welches man die erforderliche Oeffnung bohrt und das man dann in die Hülse der scioptischen Kugel befestiget.

Bemerkungen. In derselben Art lassen sich viele der vorstehenden Versuche dadurch modificiren, daß man beliebige Figuren durch Karte, Blech u. s. w. bricht und letztere an die Hülse der scioptischen Kugel, dicht vor die Oeffnung in einem Fensterladen, bringt, das durchfallende Lichtbündel aber von einem dunkeln oder farbigen Gegenstande zurückstrahlen läßt und betrachtet. So nehmen sich die Erscheinungen weit glänzender aus.

Vierundzwanzigster Versuch.

In die kurze kleine Röhre, d. h. das Scularstück des Chromascops, passe man am innern Ende ein kleines Linsenprisma von planconvexer oder der sonst gewünschten Gestalt ein. In das gegenüberliegende oder Prismenende der Hauptröhre des Instruments setze man ein ebnes weißgeschliffenes Glas, eine durchbrochene Metallplatte, ein farbiges Glas oder eine Linse *ic.*, je nach dem anzustellenden Versuche. Man kann den Apparat auch so einrichten, daß sich diese verschiedenen Gegenstände, wie bei der magischen Laterne, vor der Oeffnung hin und her schieben lassen.

So ausgestattet, wird das Instrument sich für viele der vorstehenden Versuche in einem hellen Zimmer, mit Sonnen- oder künstlichem Lichte, anwenden lassen, indem die große Röhre an die Stelle der dunkeln Kammer tritt. Um z. B. die weitere Zerstreubarkeit (Refrangibilität) der farbigen Strahlen des prismatischen Spectrum (wie bei'm dreizehnten Versuche) darzuthun, verseehe man die große Röhre des Chromascops mit einem weißen mattgeschliffenem Glase und einer durchbrochenen Platte, lasse irgend eine der ursprünglichen reinen prismatischen Farben auf das Objectivglas, oder die durchbrochene Platte am Ende des Chromascops fallen,

und betrachte diese Farbe durch das am Ende der kleinen Röhre befindliche Linsenprisma ic.

Allgemeine Bemerkungen. Alle Versuche, welche sich mit den beiden fraglichen Instrumenten, theils in wissenschaftlicher Hinsicht, theils des Vergnügens halber anstellen lassen, können wir unmöglich beschreiben. Aus dem Vorstehenden wird man schon Fingerzeige in Betreff anderer entnehmen können. Was dabei durch die Refraction mittelst Linsenprismen, bewirkt wird, läßt sich in vielen Fällen ebenfalls durch die Reflexion, mittelst ähnlicher Spiegel, zu Wege bringen. Hierzu füge man noch die anderen Prismenformen, von welchen oben die Rede gewesen ist, eine ähnliche Mannigfaltigkeit von ringsförmigen Prismen und deren Verbindungen mit andern Formen, nebst den vielfachen Modificationen, deren das Chromascope selbst, vom einfachen Handglas bis zu dessen verschiedenartigen Verbindungen mit andern optischen Instrumenten, fähig ist, und es öffnet sich Demjenigen, welcher sich auf dioptrische Versuche versteht, ein neues ausgebreitetes Feld der Forschung, auf welchem sich eine eben so unterhaltende, als in wissenschaftlicher Beziehung gewinnreiche, Ausbeute sammeln läßt. Unter den andern Anwendungsarten dieser Instrumente, springt vorzüglich die Leichtigkeit in die Augen, mit welcher sie sich der magischen Laterne anpassen und folglich zu Versuchen bei künstlicher Beleuchtung verwenden lassen.

Nun haben wir noch das Metrochrom zu beschreiben und einige der vorzüglichsten Anwendungsarten desselben durch Versuche zu erläutern.

Ueber das Metrochrom oder Normalmaaß der Farben.

Eine genaue und bestimmte Methode, Farben zu messen und so zu benennen, daß man von ihrem Tone, ihrer Schattirung und ihren Verwandtschaften einen deutlichen Begriff erhält. hat bisher nicht nur dem Künstler, sondern auch den Chemiker, Geologen, Botaniker, Anatomen, Optiker, Astronomen ic., kurz allen Zweigen der Naturwissenschaften gefehlt. Auch für den Handel, die Landwirthschaft, das Fabrik- und Manufacturwesen, so wie überhaupt in einer Menge von, die Künste und Wissenschaften betreffenden, Beziehungen, würde ein solches Normalmaaß vielfaches Interesse und vielfachen Nutzen haben.

In'sbesondere leistet es der Malerei den wichtigen Dienst, daß dadurch die Proportionalkräfte der Farben festgestellt werden, von denen deren Aequivalenz und Fähigkeit mit einander zu harmonisiren in jedem möglichen Falle abhängt, und zur Erreichung dieses Zweckes wurde das Metrochrom vorzüglich erfunden und die nachstehenden Versuche damit angestellt.

Fünfundzwanzigster Versuch.

Fig. 1 Taf. 4 stellt das ebengenannte Instrument theilweise dar. **ABCD** ist ein hohles Prisma oder ein Keil, an den zu beiden Seiten ein farbloses Tafelglas, **efgh**, angekittet und, mittelst eines messingenen Rahmens und einiger Schrauben, befestigt ist. Nach Innen zu berühren diese Gläser einander am Ende **eg**, und nach dem andern Ende, oder der Dicke des Keils **fh** zu, divergiren sie. So erhalten wir ein solches Prisma, durch welches das Licht fällt und man sehen kann, und das sich mittelst einer Oeffnung und eines eingeschraubten Stöpsels, oder Hahns, am Ende **BD** mit klaren farbigen Flüssigkeiten füllen läßt. Damit diese nicht zusammengedrückt werden, muß der Stöpsel der Länge nach durchbohrt seyn, so daß beim Einschrauben des Stöpsels **E** die Luft entweichen kann.

Offenbar wird dieser Keil, wenn er auf diese Weise mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt ist und bei durchfallendem Licht angesehen wird, nach der ganzen Ausdehnung seiner Oberfläche eine stufenweise Steigerung der Färbung von dem Minimum oder höchsten Grade der Verdünnung bei **ge**, wo die Gläser einander berühren, bis zum Maximum oder größten Tiefe der Farbe, bei der stärksten Entfernung der Gläser (bei **fh**), darbieten.

An der einen Seite des Keils **CD**, ist eine messingene Scale angeschraubt, welche genau die Länge der Höhlung innerhalb der Gläser **efgh** besitzt und in 32 Grade getheilt ist, von denen jeder wieder in 4 Theile zerfällt, und die natürlich ein genaues Maaß der, vom Berührungspuncte der Gläser aus, zunehmenden Stärke des Keils abgeben, folglich auch ein genaues numerisches Maaß der Intensität der durchscheinenden Farbe, nach der ganzen Ausdehnung des Keils, gewähren. Füllt man nun ein solches Prisma mit einer **blauen** Flüssigkeit, so wird es zu einem **Cyanometer**, oder einem Maaß des **Blau's**; mit einer **rothen**, ist es ein **Erythrometer**; mit einer **gelben**, ein **Xanthometer**, wobei die Farben dieser Flüssigkeiten auf eine bestimmte Intensität regulirt seyn müssen.

Sechszwanzigster Versuch.

Ferner stelle **CEX**, Fig. 2 Taf. 4, drei der oben beschriebenen prismatischen Keile, oder Farbenmaasse, die genau angefertigt und nach derselben Scale graduirt seyn müssen, mit einander in Verbindung dar. Man bereite drei Flüssigkeiten von den drei ächten Primärfarben in gleicher Kraft oder Intensität *), und fülle das Cyanometer, **C**, mit der blauen, das

*) Diese gleiche Intensität herauszubringen, ist einem geübten Auge so leicht, wie einem Musiker das Stimmen eines Instruments; indes lassen sich me-

Erythrometer, E, mit der rothen und das Xanthometer, X, mit der gelben Flüssigkeit *).

Die so bereiten Maaße lassen sich abwechselnd paarweise anwenden, um die secundären Farben, Purpurroth, Grün und Orange, in allen ihren stufenweisen Schattirungen, oder indem man die Keile von einem Ende nach dem andern zu verschiebt, um eine gleichförmige Schattirung von allen Tönen zu erzeugen, und die Verhältnistheile der Zusammensetzung irgend eines Tones werden sich aus einer Vergleichung der demselben auf den beiden Scalen gegenüberstehenden Zahlen ergeben.

Durch eine ähnliche Anwendung der drei Farbenmaaße lassen sich aus denselben drei Originalfarben: Blau, Roth, Gelb, die Tertiärfarben: Olivengrün, Rothbraun und Citrin, so wie auch alle übrigen zusammengesetzten Farben, darstellen, wobei sich deren Verhältnistheile mit eben der Bequemlichkeit messen lassen.

So erhält man also, durch methodische Anwendung der drei Maaße, ein allgemeines Metrochrom oder Normal-Instrument zum Messen der Farben.

Bemerkungen. Ein mit der Theorie der Farben auf's Innigste vertrauter Freund, theilte mir die Bemerkung mit: „daß die wirksamste Art und Weise, wie sich ein Normalmaaß herstellen ließe, darin bestehen würde, daß man die Keile mit so verdünnten farbigen Flüssigkeiten füllte, oder die Gläser unter einem so spitzen Winkel zusammenfügte, daß ein bei der Mitte jedes Keils (dem Nullpuncte) durchfallender Lichtstrahl so viel als möglich dem prismatischen Roth, Blau oder Gelb, bei irgend einem gegebenen Abstände, gleichkäme. Dieß würde allerdings ein Normalmaaß seyn, wenn die Tinte bei dem Mittelpuncte wirklich die dem Nullpuncte entsprechende Intensität hätte, und die Keile stets dieselbe Länge und denselben Winkel besäßen. Die Beobachtung der über und unter Null einander entsprechenden Quantitäten würde Normalmaaße für Tinten gewähren, welche bei einer Scale von 32° , etwa 300 von den ternären Tinten,

chanische Hülfen in Anwendung bringen. Man hemme z. B. das einzeln durch die farbigen Flüssigkeiten fallende Licht, bei irgend einem beliebigen Theilstrich der Keile, mittelst dreier gleichen Stäbchen, und fange deren Schatten in gleichen Abständen auf weißem Papier auf, wobei man die farbigen Flüssigkeiten so lange verändert, bis sie gleiche Schatten geben, oder bis sie sich bei Gleichheit der Abstände verlieren. Es lassen sich auch andere bekannte photometrische Apparate in Anwendung bringen.

*) Zum Blau kann man eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer, zum Roth verdünnte Krapptinctur, zum Gelb verdünnte Saffrantinctur oder Terra merita nehmen.

abgesehen von den hindern und den Graden der Intensität der primären, gleichständen.

Siebenundzwanzigster Versuch.

Um die graduirten Keile in ihrer Vereinigung bequem führen zu können, dient die Röhre oder das Gehäuse Fig. 3. Taf. 4, welches aus einem Stativ A, das den Fuß des ganzen Instrumentes bildet, und einem Obelisken, B, besteht, der die Keile aufzunehmen bestimmt ist. Der letztere hat eine gläserne Vorderseite, durch welche die graduirten Wände der Keile gesehen werden können, und die beiden Seiten des Obelisken sind mit zwei kleinen, einander gegenüberliegenden Oeffnungen, CD, durchbrochen, durch welche man, so wie durch die ganzen Keile, sehen oder einen Lichtstrahl fallen lassen kann. Der Obelisk ist auf dem Stativ durch Scharniere verbunden, so daß er sich rechtwinklig zu letzterm umschlagen läßt, in welcher Lage er ferner durch einen vorfallenden Fuß, E, gestützt wird, den man in der hintern Ansicht Fig. 4. sehen kann, und der in Fig. 5. aufrecht stehend erscheint.

Um das Metrochrom zu gebrauchen, stelle man es in seine horizontale Lage, zwischen sich und das Licht, welches man durchfallen lassen will, und drehe das Lid seines Stativs zum Einschoben oder Ausziehen der mit verschiedenen Farben gefüllten Keile in den, oder aus dem Obelisken heraus, wie man bei F, Fig. 5, sieht.

Parallel mit der Sehaxe und über dem Mittelpunkt der beiden Oeffnungen in den Wänden des Metrochroms, CD, befindet sich ein Zeiger, welcher aus einem queer vorgezogenen feinen Drahte oder noch besser aus einem Streifen besteht, den man mit einem Diamantstift quer über die Fläche des vordern Glases gezogen hat. Wenn man nun, z. B., das blaue Maaß, bis die Scale 24 Grad unter dem Zeiger erreicht, das rothe Maaß bis 15° und das gelbe bis 9° eingeschoben hat, (oder in irgend einem gleichen Verhältnisse) und dann einen Lichtstrahl durch die Oeffnungen CD durch die sämtlichen Keile fallen läßt, so wird derselbe achromatisch oder farblos durchgehen, wenn nämlich die Flüssigkeiten, welche die Maaße enthalten, rein und gleich intensiv von Farbe sind. Das von der entgegengesetzten Seite durch sie in das Auge fallende Licht wird natürlich ebenfalls farblos erscheinen. Es ist nicht gerade nöthig, daß das blaue Maaß bei diesem Versuche auf 24° gestellt wird. Jede andere Stellung der Scale wird ebenfalls die achromatische Composition von Gelb, Roth und Blau geben, wenn man die Keile nur nach ähnlichen Proportionalzahlen wie 9, 15, 24, also z. B. auf 3, 5 und 8° stellt, so daß sich auch hier die Ähnlichkeit in den geometrischen Verhältnissen mit

dem Dreiklang in der Musik, welcher die Basis aller Harmonie der Töne ist, wie Tartini und Andere mittelst des Monochords dargethan haben, auf eine merkwürdige Weise bewährt. Bei den drei auf diese Weise zur achromatischen Einheit oder zum Accord vereinigten primären Farben ist die Kraft des Gelbs = 3, die des Roths = 5 und die des Blaues = 8.

Achtundzwanzigster Versuch.

Nachdem man die Farbenmaasse des Metrochroms in der durch Figur 5. angegebenen Lage wie beim letzten Versuche nach den Verhältniszahlen $3^\circ + 5^\circ + 8^\circ = 16$ regulirt hat, so wird, wenn man das blaue wegnimmt, kein vollkommenes Orange zurückbleiben, welches aus 3 Gelb und 5 Roth besteht, und sowohl, wenn man einen Lichtstrahl durch das Metrochrom fallen läßt, als wenn man auf die früher beschriebene Art durch die Keile blickt, sich zu erkennen geben wird. Dieses Orange von 8° ist demnach der gleiche Contrast oder das complementäre Aequivalent des Blaues von 8° , indem 16° der Betrag der Neutralität ist *).

Wenn man nun das blaue Maas wieder genau in die Lage im Metrochrom bringt, aus der man es genommen hat, und statt dessen das rothe Maas beseitigt, so bleibt ein vollkommenes Grün sichtbar, das aus Gelb von 3° und Blau von 8° besteht, und dieses Grün von 11° ist das Aequivalent des Roths von 5° , während die Summe ihrer Verhältniszahlen ebenfalls 16 ist.

Wenn man endlich das rothe Maas wieder an Ort und Stelle bringt und statt desselben das gelbe entfernt, so erhält man ein vollkommenes Purpurroth, bestehend aus Roth von 5° und Blau von 8° , welches das Aequivalent des Gelbs von 3° ist. Die Summe der Grade beläuft sich wiederum auf 16.

Bemerkungen. Aus dem hier Gegebenen lassen sich die verhältnismäßigen Kräfte anderer Farben ableiten; denn die Tertiärfarben sind regelmäßige Verbindungen der Secundärfarben, wie die Letztern durch Mischung der Primärfarben in bestimmten Verhältnissen entstehen. Wir stellen die fraglichen Ergebnisse in folgende Tabelle zusammen.

*) Diese numerische Aequivalenz des Orange und Blaues ist eben so bemerkenswerth, als die entsprechende Intervalle in der diatonischen Tonleiter, wo die beiden großen Töne beide halbe sind.

		Primärfarben.						
16° Neutrales		Blau 8°	Roth 5°	Gelb 3°	Weiß und Licht.			
Secundärfarben.	{ Orange 8° =	0	5	3				
	{ Grün 11° =	8	0	3				
	{ Purpur 13° =	8	5	0				
Neutrales		16	10	6	Grau.			
Tertiärfarben.	{ Orange 8 =	0	5	3	Blau	Roth	Gelb	} Citrin. } } Rothbraun } } Olivengrün. }
	{ Grün 11 =	8	0	3				
	{ Orange 8 =	0	5	3	= 8	10	3	
	{ Purpur 13 =	8	5	0				
	{ Grün 11 =	8	0	3	= 16	5	3	
{ Purpur 13 =	8	5	0					
Neutrales		32	20	12	Schwarz.			

Aus dem Obigen geht hervor, daß die Summen der zur Bildung der drei secundären Farben verwendeten Proportionalzahlen der Primärfarben 16, 10 und 6 sind, und daß die der auf die Erzeugung der Tertiärfarben gehenden Proportionalzahlen der Secundärfarben 32, 20 u. 12 sind; bei beiden findet aber immer das Verhältniß 8 : 5 : 3, oder die Mischung der Primärfarben statt, bei welcher dieselben einander äquivalent sind oder neutralisiren. Demnach können, wie wir schon früher gezeigt haben, die Neutralfarben Schwarz, Weiß und Grau beliebig aus den primären, secundären oder tertiären Farben zusammengesetzt werden.

Wenn wir zu $\begin{matrix} \text{Blau. Roth. Gelb.} \\ 16 & 5 & 3, \end{matrix}$ oder den Bestandtheilen des Olivengrüns,
die $\begin{matrix} \text{---} & 5 & 3 \end{matrix}$ addiren, aus welchen Orange besteht, so beträgt deren Summe 16 10 6, welche das neutrale Grau bilden; demnach ist Orange der Contrast und die Complementärfarbe des Olivengrüns.

Oder wenn wir zu $\begin{matrix} \text{Blau. Roth. Gelb.} \\ 8 & 10 & 3, \end{matrix}$ den Bestandtheilen des Rothbrauns
die $\begin{matrix} 8 & 0 & 3 \end{matrix}$ des Grüns hinzufügen, so erhalten wir die . . . 16 10 6 des Grau's, so daß Grün sich als die Complementärfarbe des Rothbrauns kund giebt.

Addiren wir endlich zu $\begin{matrix} \text{Blau. Roth. Gelb.} \\ 8 & 5 & 6, \end{matrix}$ oder zum Citrin,
die $\begin{matrix} 8 & 5 & 0 \end{matrix}$ des Purpurroths, so erhalten wir wieder die . . . 16 10 6 des neutralen Grau's, und dem

nach ist Purpurroth der Gegensatz des Citrins. Die Tertiärfarben stehen also zum Schwarz oder Schatten in ähnlichen Beziehungen, wie die Primärfarben zum Weiß oder Licht, und demnach endigen die Verwandtschaften und Verhältnisse der Farben, nachdem sie einen Kreis beschrieben, in ihrem Ausgangspuncte, so daß sie, als ein Geschlossenes, einer systematischen Zusammenstellung fähig sind.

Wir konnten also die auf Taf. 1 dargestellte Scale entwerfen, nach deren Grundlagen die äquivalenten Verhältnisse der Farben sich in's Unendliche bestimmen lassen. Diese Scale begreift sechs Kreise, welche drei Sterne bilden, von denen jeder sechs Strahlen führt, während Schwarz sich im Mittelpuncte befindet; die weitere Beschreibung können wir uns hier ersparen, da sie bereits im dritten Capitel mitgetheilt ist, während wir hier die Theorie derselben auseinandergesetzt haben *). Es kann nun ein Jeder nach Belieben einen passenden Mechanismus erfinden, um dieser Scale mehr practischen Werth zu geben; die äußere Scale muß sich um die innere, unbewegliche, drehen lassen; und so wird man die Verhältniszahlen aller möglichen Verbindungen erhalten. Es liegt auf der Hand, daß sich alle Farben und Aequivalente nach diesem Princip bestimmen lassen, so daß der Künstler seine Farben nicht nur kennen und benennen lernt, sondern auch ein richtiges Urtheil über die Verhältnistheile derselben, welche einander neutralisiren, so wie über die Quantitäten in Absicht auf Flächenraum und Intensität, welche einander harmonisiren, sich bilden können, und wenn er zugleich ein feines geübtes Auge besitzt, so wird es ihm um so leichter werden, den Anforderungen, die ein reiner gebildeter Geschmack an das Colorit macht, entsprechen zu können. Alle Regeln der Poesie machen indeß keinen zum Dichter, und eben so wenig kann die gründlichste Bekanntschaft mit der Theorie und der Mechanik der Malerei Einen, der sich derselben befließen will, Künstlergenie verschaffen, wogegen eine solche wissenschaftliche Bildung dem, der Genie oder auch nur Talent besitzt, als wichtiges Hülfsmittel zur Seite stehen und ihn in den Stand setzen wird, seine Ideen mit mehr Sicherheit und Geschmack auszuführen.

Wir würden weit über die Gränzen dieses Werks hinausgehen, wenn wir hier von den zahllosen Zwecken handeln wollten, zu welchen das Metrochrom bei den verschiedenen Geschäften des Lebens und der Literatur verwendet werden kann; viele derselben springen ohnehin in die Augen. Durch die höchste Vereinfachung und Vollendung der Einrichtung des Instruments würde aber der Kunst ein wesentlicher Dienst geleistet werden; und so

*) S. Anmerkung D.

wie die ersten von Naturforschern angewandten Prismen aus aneinandergekitteten Glasplatten angefertigt und die Höhlung zwischen denselben mit Wasser gefüllt war, ehe man Prismen aus massivem Glase herstellte, so lassen sich auch sehr wohl Behufs des Metrochroms massive farbige Glaskeile oder Prismen in Anwendung bringen. Zu diesem Zwecke wollen wir hier beiläufig bemerken, daß reines Flintglas sich mit basischwefelsaurem Golde roth, mit basischwefelsaurem Silber gelb, mit basischwefelsaurem Cobalt blau, so wie mit den verschiedenen Präcipitaten oder dem feinsten Pulver dieser Metalle verschiedenartig färben läßt.

Es bedarf zu diesen Zwecken keiner dicken Glasprismen, sondern man würde vielmehr die Absicht einer genauen Regulirung der Farben weit vollständiger erreichen, wenn man keilförmige, an den Rändern polirte Stücke ebenen Glases, sämmtlich von $\frac{1}{8}$ Zoll Stärke, anwendete; man könnte dann, da die Gläser einerlei Stärke besäßen, dieselben leichter von gleichen Intensitäten erhalten, und ein im Obelisk des Metrochroms zum Durchfallen des Lichts angebrachtes Loch, dessen Durchmesser der Dicke der Gläser gleichkäme, würde für alle Zwecke des Instrumentes dienen. Hierdurch würde aber dessen Construction so einfach werden, wie die der meisten übrigen Meßinstrumente.

Es ist folgendes sinnreiche Verfahren zur Benützung der beiden Instrumente in Vorschlag gebracht worden: „Statt das Licht durch 2—3 solcher Keile zugleich durchfallen zu lassen, bringe man sie an einer drehbaren Scheibe so an, daß ein Keil schnell nach dem andern vor einem Scularloche vorbeistreichet, durch welches das durch die Keile gehende Licht zusammengesetzte Tinten von verschiedenen Tönen und Intensitäten durchschimmern lassen wird, wenn man die Keile so schiebt, daß verschiedene Dicken derselben vor der Scularöffnung vorüberstreichen. Auf diese Weise kann man jede mögliche Tinte zusammensetzen und die bekannten Quantitäten der dieselbe bildenden Farben nach der Scale bestimmen.“

Dasselbe Resultat läßt sich auch auf andere Art erreichen, z. B., mittelst durchsichtiger gleichförmig dünner Platten von den erforderlichen Primärfarben, aus denen sich Töne und Schattirungen zusammensetzen lassen, während man die Verhältnisse der Bestandtheile aus der Zahl der angewandten Platten ersieht; sowie auch auf mechanischem und chemischem Wege, wie sich aus folgenden Versuchen ergibt.

Neunundzwanzigster Versuch.

Man theile eine Scheibe von Kartenpappe, die drei Zoll im Durchmesser hält, mittelst einer quer über dieselbe gezogenen Linie in zwei

gleiche Theile, und gebe der einen Hälfte eine hellblaue Färbung. Ferner theile man die andere Hälfte vom Mittelpuncte aus so, daß die beiden Theile sich wie 5 : 3 verhalten. Dem größern dieser Theile ertheile man eine helle Färbung von prismatischem Roth, und den kleinern male man hellgelb, so daß die drei Farben gleiche Reinheit und Intensität besitzen. Die Oberfläche der Karte ist dann mit 3 Gelb, 5 Roth und 8 Blau überzogen. Durch die Mitte der Karte stecke man eine Nadel, und drehe dann jene geschwind um diese, und zwar so, daß die farbige Seite dem Lichte zugekehrt ist. Die drei Farben vermischen sich dann in der Art, daß sie verschwinden und die Oberfläche der Karte mattweiß erscheint, was sich am deutlichsten darthut, wenn sich dahinter ein dunkler Grund befindet.

Dreißiger Versuch.

Drei cylindrische Gläser, von gleichem Durchmesser und gleicher Höhe, wurden mit wässerigen Tincturen gefüllt, von denen die eine blau, die andere roth, die dritte gelb und alle rein von Farbe waren, worauf man durch Zugießen von Wasser allen, nach dem Urtheil des Auges, eine möglich gleiche Intensität gab. Alsdann goß man in eine 9 Zoll lange und $\frac{1}{2}$ Zoll starke Röhre, welche der Länge nach genau graduirt war, von den obigen farbigen Flüssigkeiten so lange, bis die Mischung nach dem Umschütteln neutral oder farblos wurde. Als man nun die in den Gläsern zurückgebliebenen Quantitäten maß, so ergab sich, daß die fehlenden Verhältnistheile fast genau 8 Blau, 5 Roth und 3 Gelb waren, und dieß waren also die Verhältnistheile der in der Röhre befindlichen neutralen Mischung.

Dieser Versuch wurde öfters und stets mit demselben Erfolge wiederholt, indem man die farbigen Flüssigkeiten nach den obigen Verhältnistheilen in die Röhre goß und sie dann umschüttelte; setzte man nun von irgend einer der Tincturen mehr zu, so gab sie der Mischung ihren Ton. Die Farben der Flüssigkeiten dürfen nicht so tief seyn, daß sie ihre Durchsichtigkeit einbüßen; überdem beurtheilt das Auge die Intensität und den Ton heller und blasser Farben am sichersten.

Einunddreißiger Versuch.

Das letzte Experiment bietet den Nachtheil dar, daß man die gemischten Flüssigkeiten nicht wieder voneinander scheiden kann, so daß wir nicht sicher sind, ob nicht das Verschwinden der Farbe einer chemischen Veränderung zuzuschreiben ist. Wenn wir aber eine helle gesättigte Auflösung von Kali in Wasser blau, Terpentinöl oder irgend ein

anderes farbloses Del rein gelb, und Alkohol roth färbten, und mit diesen farbigen Flüssigkeiten das obige Experiment wiederholten, die neutrale Mischung aber ruhig stehen ließen, so würden sich die drei Flüssigkeiten bald jede mit ihrer frühern Farbe wieder voneinander scheiden und die verhältnißmäßigen Kräfte der drei Primärfarben würden auf diese Weise sowohl synthetisch als analytisch dargethan seyn.

Dieser Versuch läßt sich den verschiedenen übrigen Zusammensetzungen und Verhältnissen der Farben anpassen (z. B. um zu zeigen, wie die einander contrastirenden Farben sich gegenseitig neutralisiren), indem man diese Flüssigkeiten nach der Erforderniß des Falles verschiedenartig färbt.

Bemerkungen. Wenn man, wie bei den obigen Versuchen, die Röhre anwendet, so wird diese gleichsam zu einem Monochrom, in welchem sich die drei primären Farben harmonisch verbinden, und zwar in gewissen unveränderlichen natürlichen Verhältnistheilen, welche den auf dem Monochord erzeugten Accorden entsprechen, an welchem einfachen Instrumente sich die natürliche Theorie der Tonkunst überzeugend darthun läßt *), so wie man auch mittelst dieses Monochroms jede Farbe der ganzen Farbenscale als einen Verhältnistheil der Einheit nachweisen kann.

Ungeachtet das Monochrom sich durch Einfachheit empfiehlt, so hat doch das Metrochrom ein größeres Feld und viele in die Augen springende Vorzüge vor jenem voraus, in'sbesondere den, daß sich eine vollständigere Neutralisation der Farben bewirken läßt, ohne daß der geringste Verdacht einer chemischen Wirkung entstehen kann. Diese Instrumente bestätigen übrigens ihre Zuverlässigkeit gegenseitig durch die Gleichförmigkeit der damit erhaltenen Resultate.

Zu demselben Zwecke kann man auch andere Mittel anwenden, und unter andern auch solche, gegen die sich in chemischer Beziehung nichts einwenden läßt, indem man gemessene Quantitäten farbiger Pulver von gleicher Reinheit und Intensität mischt, oder eine bestimmte Zahl farbiger Gläser (oder dünnere durchsichtige gefärbte Substanzen) von gleicher Stärke, Reinheit und Intensität mit einander verbindet, wodurch die allgemeinen Gesetze der chromatischen Harmonie sich auf eine umfassender Weise darthun lassen.

Gegen die Genauigkeit der mit diesen Instrumenten vorgenommenen Messungen läßt sich vielleicht einwenden daß ihnen kein festes und unveränderliches Normalmaaß zu Grunde liegt. Allein derselbe Einwurf

*) Vergl. *Stillingfleet's Principles and Powers of Harmony*, p. 22. §. 35.

würde das Barometer, Thermometer, Hydrometer und alle übrigen Meter treffen, unter denen die vollkommensten nur eine Annäherung an die Wahrheit gestatten, und mehr darf der Künstler in diesem Falle von keinem Instrumente erwarten, so wie wir denn dem Metrochrom durchaus nur eine relative Vollkommenheit zuschreiben wollen.

Mit dem Auge urtheilen wir von der Reinheit und Tiefe der Farben, wie mit dem Ohre von denen der Töne, und so wie es viele Musiker giebt, welche Instrumente zur Zufriedenheit eines feinen Gehörs in allen Beziehungen richtig stimmen können, so wird ein geübtes Auge selten einen Mangel in Ansehung der verhältnißmäßigen Tiefe und Reinheit zweier Farben erkennen, welche ein Maler in dieser Beziehung fortirt hat, und auf dieser Art von Regulirung beruht die Anfertigung der Maaße des Metrochroms, wiewohl man auch nöthigenfalls andere Mittel zu Hülfe nehmen kann. Dieses Instrument eignet sich demnach in Theorie und Praxis zu einem allgemeinen Maaße der Farben, mittelst dessen der Naturforscher, Künstler und Kaufmann richtige Bezeichnungen oder Benennungen bilden und nach den entferntesten Orten, so wie auf alle Zeiten mittheilen kann.

Schluß. Die vorstehenden, aus unsern gelegentlichen Untersuchungen über diesen interessanten Zweig der Optik entlehnten Versuche und Beobachtungen hätten, wenn der Hauptzweck vorliegenden Werkes dieß erforderte, noch weit ausführlicher behandelt werden können. Da es jedoch Manchem bedünken dürfte, daß wir in dieser Beziehung des Guten schon zu viel gethan, so dürfen wir über das, was wir darin geleistet, nur noch wenige Worte hinzufügen.

Das Chromascop läßt offenbar in Ansehung seiner Construction und Anwendung vielfache Modificationen zu, und was das Linsenprisma anbetrifft, so ist dasselbe gewiß noch bedeutender Vervollkommnung fähig. Wenn ferner einst massive Keile von farbigem Glase oder reinem Tone und genau regulirter Intensität angefertigt seyn werden, so wird auch das Metrochrom um Vieles einfacher, dauerhafter und vollkommner seyn. Zu diesen Instrumenten sollte man auch eine passend eingerichtete Kammer, nach Art der *Laterna magica*, herstellen lassen, um sich ihrer bei künstlicher Beleuchtung zu bedienen, und durch diese Verbesserungen würde deren Gebrauch in den Händen eines geschickten Forschers um Vieles gewinnen.

Im Ganzen genommen scheint es, daß, mögen wir nun unsere Versuche in Betreff der eigenthümlichen oder zurückgestrahlten Farben der Pigmente u. s. w., oder der vorübergehenden und gebrochenen Farben der Prismen u. s. w., oder der durch-

scheinenden Farben durchsichtiger Flüssigkeiten u. s. w. anstellen, die Verhältnisse der Farben doch immer dieselben bleiben, und wenn wir dieses dargethan haben, so ist der Zweck unserer Versuche vollständig erreicht. Indes haben wir in den letztverfloßenen 25 Jahren stets darauf hingearbeitet, diese Untersuchung in der Art fortzuführen, daß die dazu dienenden Instrumente denjenigen Grad von relativer Vollkommenheit erreichen möchten, welcher ihnen eine allgemeine Brauchbarkeit verleihen würde. Indes, nachdem der erste Zweck erreicht war, trat der letzte gegen vielfache dringende Berufsgeschäfte mehr und mehr in den Hintergrund. Wir müssen es nun Andern überlassen, auf der gebrochenen Bahn, wo noch viele schöne Resultate zu gewinnen sind, weiter fortzuschreiten, wie es denn der sel. Stephens, früher Professor an der Königl. Militärschule zu Sandhurst, schon mit Eifer und Erfolg gethan hatte, als sein plötzlich zu Exeter erfolgter Tod die durch ihn zu erwartenden größern Resultate vereitelte.