



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Physiologie der Farben für die Zwecke der Kunstgewerbe

Brücke, Ernst Wilhelm von

Leipzig, 1887

§. 5. Die Complementärfarben.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-75809](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-75809)

§. 5. Die Complementärfarben.

Wir haben in §. 1 gesehen, dass das farbige Licht, welches von den verschiedenen Pigmenten zurückgeworfen wird, aus denselben verschiedenen Lichtsorten besteht, wie das Weiss, nur in anderen Mengenverhältnissen gemischt. Ich kann mir deshalb jede beliebige Farbe dadurch aus dem Weiss entstanden denken, dass eine andere aus demselben herausgenommen ist. Diese herausgenommene Farbe nun, mag sie monochromatisch sein oder ein Gemenge von verschiedenen Lichtsorten, wird, zu der als Rest gebliebenen hinzugefügt, wieder Weiss geben. Zwei Farben, die in einem solchen Verhältnisse zu einander stehen, die also, gleichzeitig auf derselben Stelle der Netzhaut abgebildet, mit einander Weiss geben, nennt man complementäre oder Ergänzungsfarben, weil sie einander zu Weiss ergänzen.

Es geht hieraus hervor, dass die beiden Complemente im physiologischen Sinne des Wortes gleiche Intensität haben müssen (§. 4), im gewöhnlichen, in diesem Buche adoptirten Sinne aber können sie sehr ungleiche Intensität haben. Denke ich mir das zu spaltende Weiss von einigermassen bedeutender Lichtstärke und nehme einen Theil einer monochromatischen Farbe, z. B. eine Portion Roth, heraus, so wird dies eine intensive Farbe sein, der Rest aber wird blass-blau-grün erscheinen wegen des vielen Weiss, das er enthält. Wenn man,

wie wir dies später kennen lernen werden, Paare von Complementärfarben durch Polarisation erzeugt, so stösst man oft auf solche Complemente von sehr ungleicher Intensität, die dadurch entstanden sind, dass man das weisse Licht in zwei sehr ungleiche Theile getheilt hat.

Die Kenntniss der Ergänzungsfarben ist für die praktische Chromatik von besonderer Wichtigkeit. Wir müssen deshalb hier näher auf dieselben eingehen. Wir haben schon in §. 2 gesehen, dass sich aus den Lichtgemengen, welche die Farben der Gegenstände darstellen, Paare monochromatischer Lichtsorten herausheben lassen, welche einzeln mit einander Weiss geben. Solche Paare waren Roth und Blaugrün, Orange und Grünblau, Gelb und Ultramarinblau, Grüngelb und Violett. Diese sind also unter einander complementär. Das Grün selbst hat kein monochromatisches Complement, sondern verlangt als solches Purpur, das, wie wir schon in §. 1 gesehen haben, immer zusammengesetzt ist. Die zusammengesetzten Farben verhalten sich in Rücksicht auf die Tinte ihrer Ergänzungsfarbe wie die monochromatischen. Roth hat Blaugrün, Orange Grünblau, Gelb Ultramarinblau, Grüngelb Violett und Grün Purpur zum Complement.

Hiermit hat unsere Kenntniss der Ergänzungsfarben noch nicht die für die Praxis hinreichende Genauigkeit. Wir müssen, wenn wir eine Farbe haben, die Ergänzungsfarbe mit Sicherheit mischen können und zwar nicht nur in Rücksicht auf ihre Tinte, sondern auch in Rücksicht auf ihre relative Helligkeit und Sättigung, so dass wir sicher sind diejenige Farbe vor uns zu haben, welche, mit der ursprünglichen zu gleichen Theilen auf der Netzhaut gemischt, in der That Weiss giebt.

Der sicherste Weg, sich in die genauere Kenntniss der Ergänzungsfarben einzuführen, ist der, dass man sich eine Reihe von Paaren derselben mit Hülfe der Polarisation des

Lichtes darstellt.*) Es können dazu verschiedenartige Instrumente dienen. Ich will eines derselben, welches speciell für unsere Zwecke eingerichtet ist, so beschreiben, dass es in jeder besseren optischen Werkstätte nach meiner Beschreibung und

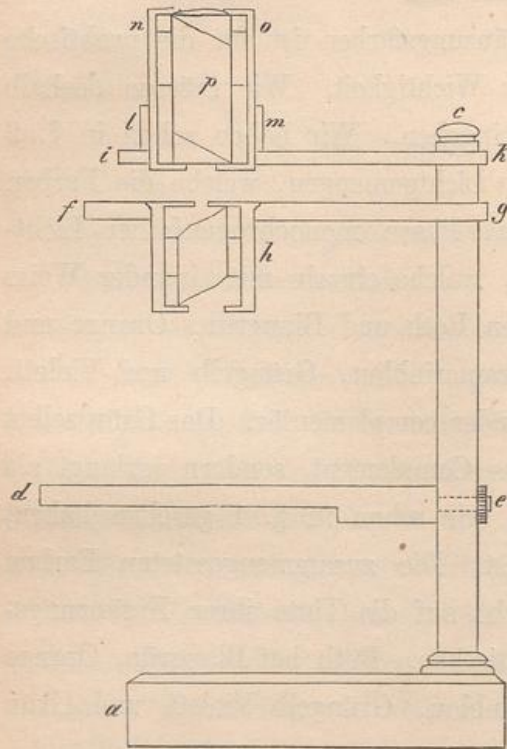


Fig. 3.

Abbildung (Fig. 3) angefertigt werden kann. Ich belege es mit dem Namen Schistoskop, weil wir uns seiner bedienen werden, um theils weisses, theils farbiges gemischtes Licht in zwei Theile zu spalten. An dem Stativ *abc* befindet sich das Tischchen *de*; dasselbe ist dazu bestimmt den Gegenstand zu tragen, der das zu spaltende Licht reflectirt. Soll dies letztere weiss sein, so wählt man als solchen am be-

quemsten recht weisses Papier, das so dick sein muss, dass die Farbe des Tisches nicht hindurch wirkt. Sehr gut eignet sich dazu das mit einem Auftrag versehene Papier, wie es zu Visitenkarten verwendet wird. Das Tischchen ist bei *e* drehbar, so dass man, seitlich gegen das Fenster gestellt, durch

*) Da dem Kunsthandwerker die Kenntniss von der Lehre der Polarisation für das Verständniss der Farben, mit denen er zu thun hat, nicht unbedingt nothwendig ist; so kann ich sie hier um so eher unerörtert lassen, als sie in jedem einigermaßen brauchbaren Lehrbuche der Physik enthalten ist.

Neigung nach der einen oder der anderen Seite die Beleuchtung verstärken oder schwächen kann. Das Stativ *abc* trägt ferner das geschwärzte Tischchen *fg*. Dasselbe hat für den Durchgang des Lichtes ein quadratisches Loch von 2 Millimeter Seite und trägt unmittelbar unter demselben das Nicol'sche Prisma *h*. Das Stativ *abc* trägt endlich den mit dem federnden Ringe *lm* versehenen Träger *ik*. In dem Ringe steckt eine Vorrichtung, welche im Wesentlichen der Haidinger'schen dichroskopischen Lupe gleicht. Sie besteht aus einem Kalkspathrhomboide (*p*), dessen Flächen den Spaltungsflächen parallel sind und an welches man oben und unten Glaskeile von 18° angekittet hat. Von letzteren trägt der dem Auge zugewendete ausserdem eine Convexlinse, die so gewählt ist, dass das Ganze von dem oben erwähnten quadratischen Loche im Tischchen *fg*, wenn dasselbe ins deutliche Sehen eingestellt ist, hart nebeneinanderliegende Doppelbilder giebt, während zugleich zwischen *ik* und *fg* hinreichender Raum bleibt, um bequem Glasplatten bis etwa zu der Dicke von einer oder $1\frac{1}{2}$ Linien einschieben zu können. Ausser diesem Instrumente braucht man eine Reihe von Gypsblättchen, welche man von einem möglichst farblosen Gypskrystall abspaltet und mittelst Dammarfirniss zwischen zwei farblose Glasplatten einschliesst. Man kann dazu farblose Objectträger, wie sie für die Zwecke der Mikroskopiker angefertigt werden, gebrauchen und die Gypsblättchen mit den für dieselben Zwecke gebräuchlichen Deckgläsern bedecken. Man thut wohl, stets eine grosse Menge dieser eingeschlossenen Gypsblättchen vorräthig zu haben, um sich rasch hinter einander eine grosse Menge von Farbenpaaren vorführen zu können. Man kann statt ihrer auch Glimmerblättchen anwenden, nur muss der Glimmer nicht zu stark gefärbt sein, weil er sonst die Farben merklich verändert. Der Glimmer hat auch den Nachtheil, dass er zwischen

seinen Schichten häufig Luft einschliesst, die störende Blasen bildet. Man entfernt sie am besten, indem man die Glimmerblättchen in Terpentinöl auskocht und dann in demselben erkalteten lässt.

Will man sich nun Complementärfarben zur Anschauung bringen, so verschiebt man mn so lange in ik bis man das Doppelbild des viereckigen Lochs im Tischchen gf deutlich sieht. Nun dreht man nop so lange bis das eine Bild weiss erscheint, das andere völlig schwarz. In diesem Zustande kann der Apparat für alle Versuche bleiben, so lange an die Stelle des Beobachters nicht ein anderer von anderer Sehweite tritt. Nun legt man die Gypsblättchen eins nach dem andern auf das quadratische Loch in fg und dreht jedes so lange um die Senkrechte bis die Farben, in denen nunmehr die Doppelbilder des quadratischen Lochs erscheinen, so gesättigt als möglich sind. Man führt sich auf diese Weise eine Reihe von Farbenpaaren, meist von ausgezeichneter Schönheit, vor. Man ist stets vollkommen sicher, dass sie genau zu einander gehörende Complemente bilden. Es giebt keine bessere Vorschule, keine bessere Uebung, um sich ein richtiges Gefühl für die Zusammengehörigkeit von Complementärfarben zu erwerben. Zugleich haben wir hier in vielen Fällen das Mittel, das Complement einer bestimmten, in Gestalt eines Pigments oder eines Stoffes vorhandenen Farbe aufzusuchen. Wir suchen die Farbe selbst im Schistoskop, indem wir neue und neue Gypsblättchen unterlegen; finden wir sie, so wissen wir auch, dass die gleichzeitig im zweiten Bilde erscheinende die gesuchte Ergänzungsfarbe ist.

Da, wo wir im Schistoskop die betreffende Farbe nicht auffinden, können uns noch andere Methoden zum Ziele führen. Die eine derselben beruht auf dem von Dove angegebenen Verfahren, Farben auf der Netzhaut zu mischen. Da man

einen Gegenstand, den man durch ein doppelbrechendes Prisma betrachtet, doppelt sieht, so ist es nicht schwer, zwei Stückchen Stoff oder zwei Stückchen Papier so auf einen schwarzen Grund hinzulegen, dass von den vier Bildern derselben zwei sich im Sehfelde decken; d. h. also auf einem und demselben Theile der Netzhaut abgebildet werden. Es werden sich dann die durch sie hervorgebrachten Eindrücke mischen. Ist nun die Farbe des einen Stückes gegeben, so kann ich die des anderen so lange verändern, bis der gemischte Eindruck neutral grau oder weiss wird. Dann habe ich die gesuchte Ergänzungsfarbe gefunden.

Ein anderes Verfahren beruht auf einer von Lambert angegebenen Methode, Farben auf der Netzhaut zu mischen.

Man braucht dazu, abgesehen von den Farben, keinen anderen Apparat als eine möglichst weisse Glastafel. Man stellt dieselbe senkrecht auf und sieht durch sie schräg nach der gegebenen Farbe Fig. 4a, während man

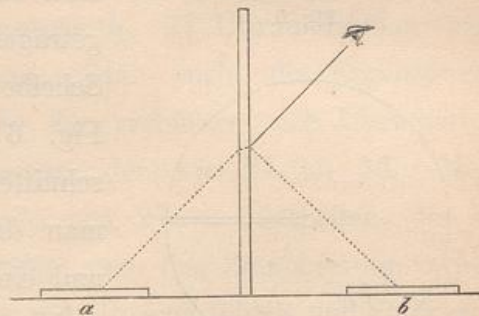


Fig. 4.

die andere *b*, die sich mit ihr auf der Netzhaut mischen soll, so anbringt, dass man sie gespiegelt sieht und sie an dieselbe Stelle des Sehfeldes versetzt, an der sich *a* befindet. Durch Verschieben von *a* und *b* und durch Neigen der Glasplatte kann man bald dem einen, bald dem anderen Bilde eine grössere Lichtstärke geben, und wenn man dabei *b* in passender Weise wechselt, so gelingt es zuletzt eine Farbe zu finden, welche mit *a* Weiss, beziehungsweise neutrales Grau giebt, und diese ist die gesuchte Ergänzungsfarbe. Sie ist es der Tinte nach, d. h. wenn z. B. die eine Farbe Ultramarin ist,

so ist die andere ein Gelb, welches weder zu sehr ins Grüne noch zu sehr ins Orangefarbene geht; aber sie ist es nicht nothwendig auch der physiologischen Intensität nach: sie wird es nur sein, wenn sie mit a gerade dann Weiss giebt, wenn von ihrem Lichte und dem von a beim obigen Versuche gleiche Bruchtheile verloren gehen, gleiche Bruchtheile für Erzeugung des Netzhautbildes zur Verwendung kommen.

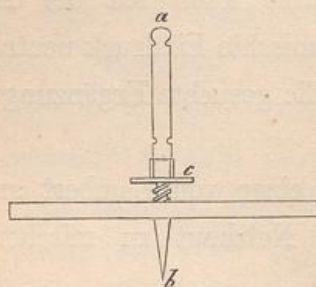


Fig. 5.

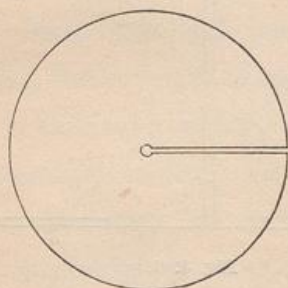


Fig. 6.

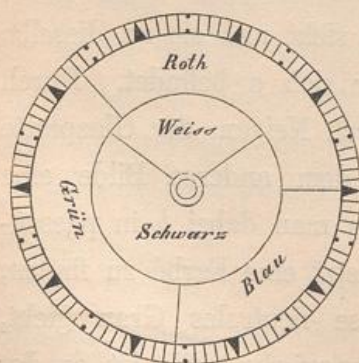


Fig. 7.

Man kann sich ferner mit gutem Erfolge des Farbenkreisels, Fig. 5, bedienen, wenn man ihm eine solche Einrichtung giebt, wie sie ihm Maxwell gegeben hat. Die Farben, mit denen man experimentiren will, sind hier auf Papierscheiben aufgetragen, die etwas kleiner als die Scheibe des Kreisels und in der in Fig. 6 gezeichneten Weise eingeschnitten sind. Von diesen schiebt man drei, eine rothe, eine blaue und eine grüne, so durch einander und auf der Spindel des Farbenkreisels Fig. 5 ab hinab, dass jede von ihnen auf einem Bruchtheile des Kreisels sichtbar ist. Dann steckt man zwei kleinere Scheiben, eine schwarze und eine weisse, in ähnlicher Weise durch einander und auch auf die Spindel, so dass das Ganze von oben gesehen etwa die in Fig. 7 gezeichnete Anordnung zeigt. In dieser fixirt man die Papiere, indem man die Schrauben-

mutter Fig. 5 c auf sie herabschraubt, und versetzt den Kreisel auf die bekannte Weise durch Abziehen einer Schnur in Drehung. Je nach der Farbe, die hierbei erscheint, ändert man die Anordnung so lange, bis die farbige Zone des sich drehenden Kreisels grau wird. Dann ändert man das Verhältniss von Weiss und Schwarz, bis während der Drehung die Helligkeit des inneren Ringes der des äusseren Ringes gleich ist. So lässt sich am besten beurtheilen, ob das durch die Farben erzeugte Grau wirklich neutral sei, wie das aus Weiss und Schwarz erzeugte, oder nicht. Im letzteren Falle corrigirt man nach. Ist Alles in Ordnung, so liest man an dem in 100 Theile getheilten Rande der Scheibe ab, wie viel Bruchtheile derselben jede Farbe einnahm. Dann kann man die Ergänzungsfarbe zu einer jeden von ihnen finden. Es habe sich z. B. gezeigt, 37 Zinnoberroth, 27 Ultramarinblau und 36 Smaragdgrün geben Grau. Man sucht die Ergänzungsfarbe zum Zinnoberroth. In ihr verhielten sich Ultramarinblau und Smaragdgrün zu einander wie 27 zu 36. Man muss also 100 im Verhältniss von 27 zu 36 theilen, die so erhaltenen Bruchtheile, nachdem man das Zinnoberroth vorher entfernt hat, auf der Scheibe mit Ultramarinblau und Smaragdgrün bedecken und den Kreisel in Rotation versetzen. Die erscheinende Farbe ist die Ergänzungsfarbe zum Zinnoberroth. Diese Theilung ist hier mit Vernachlässigung der Bruchtheile von Graden 43 und 57. Der Kreisel wird also die gesuchte Ergänzungsfarbe geben, wenn ich die blaue und die grüne Scheibe so durch einander gesteckt habe, dass von der ersteren $\frac{43}{100}$, von der letzteren $\frac{57}{100}$ zu Tage liegen, ein Verhältniss, das sich mit Berücksichtigung der Kreistheilung auf dem Kreisel leicht herstellen lässt. Ich kann dann ein Papier oder einen Stoff, den ich als Ergänzungsfarbe des Zinnoberroth verwenden will, direct mit dieser Farbe vergleichen, um zu sehen, ob er

ihr entspricht. Ich weiss zugleich, wie viel diesem Grünblau an physiologischer Intensität fehlt, um das wirkliche Complement des Zinnoberroth zu werden. Gleiche Theile von Zinnoberroth und von seinem wirklichen Complement müssen mit einander Grau geben. Hier gaben aber 37 Theile Zinnoberroth und 63 Theile der gefundenen Farbe Grau. Die physiologische Intensität der letzteren verhält sich also zu der des wahren Complements wie 37 zu 63. Um hinreichend gesättigte Farben zu erhalten, ist es gut, stets eine grosse Anzahl farbiger Papierscheiben im Vorrath zu halten. Zwei Farben geben auf dem Farbkreis eine um so weniger gesättigte Farbe, je weiter sie in Rücksicht auf ihre Tinte von einander entfernt liegen. Man muss deshalb streben, bei dem endlichen Versuche zwei Farben auf dem Kreis zu haben, die einander möglichst nahe stehen. Man will z. B. die Ergänzungsfarbe des Ultramarinblau aufsuchen. Dann wird man es nicht mit Roth und Grün zu Grau verbinden, wie im vorigen Versuche. Man weiss bereits, sein Complement liegt im Bereiche des Gelb. Man wird also zwei gelbe Scheiben nehmen, eine mehr orange gelb, die andere mehr grünlich gelb, und diese mit dem Ultramarinblau einrichten bis das neutrale Grau erzielt ist. Dann hat man schliesslich nach der Entfernung des Blau zwei Arten Gelb, die ausschliesslich die ganze Scheibe einnehmen und mit einander eine hinreichend gesättigte Mischfarbe geben.

Man kann es bequemer finden, an die Stelle des Farbkreisels eine Scheibe zu setzen, die durch Kurbel und Schnurlauf in Bewegung gesetzt wird. Diese muss dann nur die gehörige Geschwindigkeit haben, so dass jede, auch die leichteste Spur von Ungleichmässigkeit in der Färbung der Oberfläche verschwindet. So lange dies nicht geschehen ist, sind die Resultate nicht sicher, weil langsamere Wechsel der Farben auf

der Netzhaut zu gewissen störenden Erscheinungen Veranlassung geben, deren Erörterung ausser dem Bereiche dieses Buches liegt.*) Man kann endlich auch den Kreisel selbst in ein festes Gestell bringen, welches erlaubt, seine Fläche senkrecht gegen das einfallende Licht zu stellen, und so bis zu einem gewissen Grade die Vortheile des Kreisels und der Drehscheiben mit einander vereinigen.

Bis jetzt ist die Sache der leichteren Auffassung halber so dargestellt worden, als ob jede Farbe nur immer eine Ergänzungsfarbe hätte, welche aufzusuchen wir uns zur Aufgabe gemacht haben. Es bedarf dies aber einer Einschränkung. Es ist klar, dass wenn ich Weiss zu Weiss hinzufüge, die Summe von beiden nur wieder Weiss sein kann. Denke ich mir also irgend welches weisses Licht in zwei farbige Theile, zwei Complementary, z. B. Blaugrün und Roth getheilt, so ist das Roth sicher die Ergänzungsfarbe zu dem Blaugrün. Nun denke ich mir weiter zum Roth noch Weiss hinzugefügt, so erhalte ich ein anderes, ein helleres Roth. Dies hellere Roth wird wiederum die Ergänzungsfarbe zu demselben Blaugrün sein, denn es muss mit demselben wiederum Weiss geben. Durch weiteres Hinzufügen von weissem Licht kann ich wiederum aus dem Hellroth eine noch weisslichere Farbe erzeugen, welche immer noch das Complement zum Blaugrün ist, und so fort. Es giebt also thatsächlich zu jeder Farbe eine ganze Reihe von Ergänzungsfarben, die sich durch ihren steigenden Gehalt an weissem Lichte und eine demselben entsprechend steigende Helligkeit von einander unterscheiden. Hiernach würden nun alle Glieder dieser Reihe einer und

*) Brücke, Ueber den Nutzeffect intermittirender Netzhautreizungen. Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Bd. 49, Abtheil. II., S. 128.

derselben Schattirung angehören, da sie alle entstanden sind aus einer und derselben Tinte durch Zumischung von mehr und mehr weissem Licht: erfahrungsmässig aber verändern hierbei gewisse Farben ihr Aussehen derartig, dass man die ursprüngliche Tinte derselben nicht wiedererkennt. Zu diesen Farben gehört das Ultramarinblau. Es wird durch Zumischung von weissem Licht ins Violett gezogen. Dies beweisen folgende Versuche:

Wenn man auf einer weissen Drehscheibe, die in 360° getheilt ist, ein Ringstück von etwa 60° ultramarinblau malt und dann die Scheibe in Drehung versetzt, so erscheint der dadurch entstehende Ring nicht hellblau, sondern violett.*)

Wenn man im Lambert'schen Versuch (siehe Fig. 4) Ultramarinblau und reines Weiss, wie es die besten weissen Pigmente geben, zusammenbringt, so ist die Mischfarbe nicht Hellblau, sondern Violett.

Wenn man ein tief blaues Glas mit freiem Rande vor die halbe Pupille schiebt und es, dabei nach dem weiss bedeckten Himmel oder einer weissen Wolke blickend, so dicht vor dem Auge hält, dass man den Rand völlig undeutlich und verschwommen sieht, indem sich die Strahlen, welche durch das blaue Glas gehen, auf der Netzhaut mit denen mischen, die an ihm vorbeigehen; so erscheint jener Rand nicht mit einem hellblauen, sondern mit einem hellvioletten Hofe umgeben.

Wenn man ein tief blaues Glas in diffusem Tageslichte so auf einen weissen Grund stützt, dass es auf denselben seinen Schatten wirft, so ist der Kernschatten blau, der Halbschatten violett.

Auch andere Farben erleiden unter ähnlichen Umständen ähnliche, nur weniger auffallende Veränderungen. So zeigt

*) Aubert, Physiologie der Netzhaut; Breslau 1865, S. 136.

ein tief goldgelbes Glas, unter denselben Bedingungen wie das blaue angewendet, einen zwar auch noch gelben, aber doch mehr röthlichen Hof, beziehungsweise Halbschatten, und goldgelbes chromsaures Bleioxyd giebt mit Weiss im Lambert'schen Versuche eine zwar viel blässere, aber mehr zum Orange neigende Farbe. Auch bei der Mennige ist dieser Zug zum Röthlichen unter analogen Umständen stets noch wahrnehmbar, wenn auch weniger deutlich als beim Chromgelb. Beim Roth und beim Grün dagegen bemerkt man, wenn sie im Lambert'schen Versuche mit Weiss zusammengebracht werden, an der erzeugten Farbe durchaus keine andere Abweichung von der erzeugenden, als dass sie blässer ist. Blaugrün wird also unter allen Umständen dasselbe Roth zur Ergänzungsfarbe haben, d. h. die Ergänzungsfarben werden eine unwandelbare Reihe desselben Roth*), das nur blässer und blässer wird, darstellen. Ebenso werden die Ergänzungsfarben eines bestimmten Roth alle demselben Blaugrün angehören und sich nur durch ihre Helligkeit von einander unterscheiden; aber nicht so wird es mit dem Gelb sein und dem Blau. Gewöhnliches (blasses) Chromgelb z. B. wird als gesättigte Ergänzungsfarbe Ultramarinblau oder eine diesem nahe kommende, dem Grünblau noch etwas näher stehende Tinte haben, als weniger gesättigte, blässere, bläulich Violett, als noch blässere Lilafarbe. Cyanblau wird dagegen als gesättigte Ergänzungsfarbe Goldgelb haben, als weniger gesättigte ein blasses Orange, und so fort.

*) Diese Angaben gelten nur für Tageslicht, als dessen natürliche Farbe ich diejenige ansehe, welche es mitten am Tage und bei bedecktem Himmel zeigt. Bei Gas- oder Lampenlicht, das gelb ist, zeigen sich Roth und Grün als empfindliche Farben, wenn man die oben beschriebenen Versuche mit ihnen anstellt. Die in denselben erzeugten lichtereren Mischfarben sind dann mehr gelblich, als es die entsprechenden helleren Töne der Schattirung sein würden.

Die Thatsachen sind von der Art, dass aus ihnen die Lehre hervorgeht: Sogenanntes weisses Licht verhält sich, mit farbigem auf der Netzhaut gemischt, so, als ob es nicht ganz weiss, sondern röthlich wäre. Da wir nun diejenigen Flächen weiss nennen, welche das Tageslicht ohne chromatische Veränderung zurückgeben, so müssen wir annehmen, dass das diffuse Tageslicht röthlich sei.*) Dass wir es gemeinhin für weiss halten, beweist nichts für seine Farblosigkeit, denn wir sind immer geneigt, das dominirende Licht für weiss zu halten, und wenn wir längere Zeit durch eine nicht allzu intensiv gefärbte grüne Brille gesehen haben, so halten wir dieselben Gegenstände für weiss, welche wir früher mit freiem Auge für weiss gehalten haben.**)

*) Vergleiche meine Abhandlung über Ergänzungsfarben und Contrastfarben. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Band 51, Abtheil. II, S. 461.

***) Dass das überwiegende Roth im Tageslichte uns an und für sich nicht sichtbar ist, sich aber doch bei der Mischung mit Blau oder mit Weiss als Roth geltend macht, kann man sich in folgender Weise

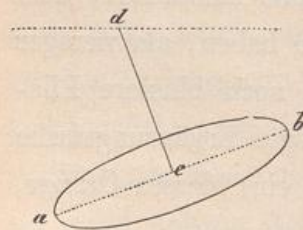


Fig. 8.

sinnbildlich erklären. Man denke sich eine Scheibe, Fig. 8 *ab*, mit dem darauf senkrecht und unbeweglich befestigten Stiele *cd*. Das Ganze sei in *d* aufgehängt (d. h. habe nur einen Punkt *d*, der fest im Raume und unverrückbar ist), aber sein Gewicht sei gleich Null. Nun denke man sich die einzelnen monochromatischen Farben ringsum an der Scheibe als Gewichte proportional ihrer Helligkeit wirkend und zwar ringsum

so vertheilt, dass die Scheibe horizontal hängt, wenn die gegenüberliegenden je mit einander wirkliches Weiss geben. Machen wir dann die Gewichte den Helligkeiten proportional, welche der Zusammensetzung des Tageslichtes, des sogenannten Weiss, entsprechen, so wird die Scheibe nicht mehr horizontal schweben, sondern, sie wird an der Seite, an der das Roth hängt, um etwas herabgezogen werden. Diese Neigung nach der Seite des Roth nehmen wir nicht mehr wahr,

Es muss hier überdies auf einen Umstand aufmerksam gemacht werden, den wir bis jetzt noch nicht berührt haben. Nicht alles Licht, welches in unsere Augen gelangt, dringt durch die Pupille ein. Auch durch die weisse Sklerotica und die darunter liegende Aderhaut gelangt solches auf die Netzhaut. Dies färbt sich beim Durchgange durch die Augenhäute roth. Es dient nicht zum Sehen, ist diffus auf der Netzhaut verbreitet und stimmt vermöge seiner rothen Farbe die Reizbarkeit derselben für rothes Licht herab. Wenn ich mich so gegen das Fenster stelle, dass das Licht desselben von der linken Seite her auf mich fällt und, indem ich auf ein weisses Blatt Papier blicke, abwechselnd das rechte und das linke Auge schliesse; so erscheint meinem linken Auge

weil sie bereits Bestandtheil des Beharrungszustandes unserer Sehnerven und unseres Bewusstseins geworden ist. Verdoppeln wir sämtliche angehängte Gewichte oder vermehren wir überhaupt jedes um einen gleichen Bruchtheil oder ein gleiches Vielfaches seiner selbst, so wird die Scheibe, da ihr eigenes Gewicht und das ihres Stiels gleich Null ist, keine Lagenveränderung erfahren. Dies ist der Fall, indem wir Weiss zu Weiss gefügt haben, die Summe von beiden muss uns wiederum als weiss erscheinen. — Betrachten wir dagegen nun den Fall, in dem wir Weiss zu Blau fügen. Die Gewichte sollen jedes an seinem Orte bleiben, aber ihre Grössen sollen so verändert werden, dass die Scheibe sich gegen das Blau hin tief nach abwärts neigt. Die Farbe ist Blau. Nun fügen wir diesen Gewichten neue hinzu, welche den relativen Helligkeiten der einzelnen Farben im Tageslichte, im sogenannten Weiss, entsprechen. Diese würden für sich allein eine Neigung hervorgebracht haben schwächer als die, welche dem Blau, das unserer Annahme nach ein hoch gesättigtes sein soll, entspricht: die neue Neigung wird also geringer sein als die frühere, d. h. das Blau wird durch Hinzufügen des Weiss blässer. Die Neigung aber, welche das hinzufügte Weiss für sich hervorgebracht hätte, würde auch nicht nach der Seite des Blau, sondern nach der Seite des Roth hingefallen sein; folglich wird auch die neue Neigung nicht mehr genau gegen die Richtung des Blau hinfallen, sie wird in die Richtung einer Farbe fallen, die zwischen Blau und Roth liegt, aber dem ersteren näher als dem letzteren. Die Mischfarbe ist Violett.

das Papier grünlich, meinem rechten Auge röthlich: in das linke nämlich, als das dem Fenster zugewendete, dringt viel Skleroticallicht ein, in das rechte wenig. Das Skleroticallicht ist aber offenbar ein störendes, ein beirrendes Moment; ich muss also meinem rechten Auge mehr Glauben schenken als meinem linken und das diffuse Tageslicht, das von dem weissen Papiere reflectirt wird, für röthlich erklären. Das directe Sonnenlicht erscheint uns nicht röthlich, sondern gelblich. Es hängt dies mit der Verschiedenheit der Lichtstärke zusammen. Das monochromatische Roth wird bei steigender Lichtstärke gelblich-roth, dann gelblich-weiss; es ist also begreiflich, dass auch der röthliche Schein des gemischten Tageslichtes bei grösserer Lichtstärke in einen gelben Schein übergeht. Die Maler sind gewöhnlich der Ansicht, dass das diffuse Tageslicht bläulich sei, weil es blau erscheint im Vergleiche mit Lampenlicht, und weil man zur Darstellung der sogenannten Luftlichter bläulicher Tinten bedarf. Dies Blau ist nur relativ. Im Vergleiche mit dem Lampenlichte erscheint das Tageslicht blau, weil jenes sehr gelb ist, und in den Luftlichtern erscheint es blau, weil es hier vom blauen Himmel reflectirt wird und man es vergleicht, entweder mit dem mehr gelben Lichte der Sonnenstrahlen, oder mit den von nicht blauen terrestrischen Gegenständen reflectirten Lichtern, welche sich in den sogenannten Reflexionen zeigen.

Auf die bildliche Darstellung der Gegenstände hat die röthliche Farbe des Tageslichtes im Allgemeinen keinen Einfluss, weil dasselbe röthliche Licht, welches die Gegenstände bescheint, auch unsere Bilder beleuchtet und unsere weissen Pigmente nichts anderes sind als solche Körper, welche das Tageslicht in möglichst unveränderter Beschaffenheit wieder zurückgeben; weil wir ferner unsere Bilder mit denselben durch Roth verstimmtten Augen ansehen, mit welchen wir die Natur

betrachten, und uns deshalb in beiden Fällen des überwiegen-
den Roth nicht bewusst werden. Wohl aber kommen uns
beim Mischen der Farben, mit denen wir die Natur nach-
ahmen wollen, Erscheinungen vor, welche uns daran erinnern,
dass das Tageslicht nicht farblos ist.
