

Experimentelle Untersuchungen über die Gefühlsbetonung der Farben, Helligkeiten und ihrer Combinationen.

Von

Jonas Cohn.

(Mit Tafel I.)

Capitel I.

Methodologische Vorbemerkungen.

§ 1. Die Methode der paarweisen Vergleichung.

Die experimentelle Psychologie sucht mehr und mehr von der Peripherie des Seelenlebens, der Sinnesempfindung, ins Centrum vorzudringen. Wie Ebbinghaus¹⁾ und nach ihm Müller und Schumann²⁾ sich die experimentelle Untersuchung des Gedächtnisses zum Problem gemacht hatten, so bemühte sich schon Fechner³⁾ experimentell bis an die Pforten der Gefühlslehre zu gelangen. Während aber auf dem Gebiete der Sinnesempfindungen die Fragestellung oft ebensowohl physiologisch wie psychologisch gefasst werden kann, ist bei unserer Unkenntniss der centralen physiologischen Vorgänge auf diesen Gebieten eine psychologische Fragestellung die einzig zulässige. Nicht zum Schaden der Sache, wie mir scheint. Gerade diese Art von Arbeiten wird Allen die selbständige Bedeutung der Psychologie vor Augen führen, welche

1) Ueber das Gedächtniss. Leipzig 1885.

2) Zeitschrift für Psychologie. Bd. VI.

3) Zur experimentalen Aesthetik. Leipzig (Hirzel). 1871.

nie und nimmer zu einem Zweige der Physiologie herabsinken darf. Was für den Physiologen Problem ist, das ist für den Psychologen bloßes Reagens und umgekehrt.

Die Fragestellung der von Fechner so genannten experimentellen Aesthetik ist stets: In welcher Abhängigkeit stehen die Gefühle von bestimmten Verhältnissen der Empfindung?

Bei Fechner selbst war die Frage beschränkter so gefasst: Wo liegt das Maximum der Schönheit für gewisse Verhältnisse der Empfindungen? Aber schon Witmer¹⁾ zog mit Recht dieser einseitigen Hervorhebung des Maximums die Construction der gesammten Curve vor. Unter den drei von Fechner erdachten Methoden der experimentellen Aesthetik gehört die der Verwendung nicht der Psychologie an und ist überhaupt keine experimentelle, sondern eine statistische Methode, da die wichtigste Grundeigenschaft des Experiments, die willkürliche Veränderung der Versuchsbedingungen, fehlt²⁾. Die Methode der Herstellung hat eine strengere Ausbildung noch nicht erfahren, dagegen ist die Methode der Wahl durch Witmer fortgebildet worden.

Witmer's methodologische Fortschritte über Fechner hinaus bestehen: 1) in der gründlichen Heranziehung einer geringeren Zahl von Versuchspersonen, 2) in der Vollständigkeit seiner Reihen, 3) in der geordneten Vorlegung.

Die Aufgabe der folgenden Arbeit ist es, die experimental-ästhetischen Methoden, von dem Problem des schönsten räumlichen Verhältnisses, auf welches allein sie bis jetzt systematische Anwendung gefunden hatten, auf ein anderes Gebiet, das der Combinationen von Farben und Helligkeiten und im weiteren Verfolg der Arbeit auch auf die gefühlsmäßige Bewerthung der einzelnen Farben und Helligkeitsstufen zu übertragen. Da die Methode der Herstellung aus naheliegenden Gründen für den größten Theil der hier zu behandelnden Fragen unanwendbar ist, blieb nur die Methode der Wahl übrig. Unter den von Witmer an derselben

1) Phil. Stud. IX, S. 96 ff., 209 ff.

2) Hiermit soll natürlich die eminente Bedeutung dieser Methode in ästhetisch-sociologischer Beziehung nicht angetastet werden, in deren Bewerthung ich mit Grosse (Anfänge der Kunst. S. 141) übereinstimme.

vorgenommenen Verbesserungen konnte die erste unbedingt beibehalten werden. Die gründliche Heranziehung einzelner Personen gestattet in ganz anderer Weise die Ermittlung feinerer Details und individueller Differenzen, als die Massenstatistik dies je vermöchte. Dagegen zeigte sich bald, dass die Reihenmethode für Farben unanwendbar war. Denn einerseits beeinflussen die Farben einander allzu stark durch Contrast, so dass bei jeder Umlagerung der Reihe ein veränderter Eindruck entsprang, andererseits wirken die verschiedenen Farben nicht wie verschiedene räumliche Verhältnisse als Glieder einer continuirlichen Reihe, sondern als selbstständige Qualitäten.

Ferner hat die Reihenmethode noch einen fundamentalen Fehler. Sie kann, wie auch Witmer hervorhebt, nur einen oder den andern Hauptpunkt der Curve, nicht die Curve selbst feststellen. Sie ist also nicht ausreichend. Auch Witmer hat ja eine Anzahl Controlversuche nach der Methode der paarweisen Vergleichung angestellt, um die Reihenmethode zu controliren und die Curve als Ganzes annähernd zu gewinnen.

Es galt nun, die Methode der paarweisen Vergleichung gehörig auszubilden, nachdem sich gezeigt hatte, dass tastende Versuche in unregelmäßiger Reihenfolge ungeeignet zur Gewinnung eindeutiger Resultate seien.

Gesetzt man habe eine Reihe von zehn Gliedern, die man unter sich auf ihre relative Wohlgefälligkeit mittels der Methode der paarweisen Vergleichung prüfen soll, etwa zehn Farben aus allen Theilen des Farbenkreises, so sind zwischen diesen $\frac{10 \cdot 9}{1 \cdot 2} = 45$ Vergleichen möglich. Werden diese sämmtlich ausgeführt, so ist jede Farbe mit allen neun anderen verglichen worden. Die möglichen Urtheile sind jedesmal nur »rechts besser«, »links besser« oder »gleich«. Urtheile wie »unentschieden« werden den Gleichheitsurtheilen analog betrachtet, doch besonders protocollirt. Die Art des Protocolls ist die, dass die sämmtlichen Farben mit Ausnahme der letzten (also 1, 2, 3 9) in die oberste Horizontalreihe, eben dieselben mit Ausnahme der ersten (also 2, 3, 4 10) in die linke Verticalreihe geschrieben werden. Die untere durch eine stärkere Contur abgegrenzte Hälfte des so entstehenden Rechtecks entspricht

in jedem ihrer Felder einer der 45 Vergleichen. Es ist nun die Reihenfolge der Versuche festzustellen. Dieselbe ist möglichst so zu wählen, dass der Beobachter ihre Gesetzmäßigkeit nicht bemerkt, damit sein Urtheil nicht dadurch beeinflusst werde. Dagegen ist es wünschenswerth, dass sie dem Experimentator leicht übersichtlich und vertraut werde, damit bei der großen Zahl der Versuche Schnelligkeit und Correctheit der Versuchsanstellung gesichert bleibe. Diesen Anforderungen genügt am besten die im beigefügten Schema durch die Zahlen ausgedrückte Reihenfolge.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
II	1								
III	2	3							
IV	18	4	5						
V	19	20	6	7					
VI	31	21	22	8	9				
VII	32	33	23	24	10	11			
VIII	40	34	35	25	26	12	13		
IX	41	42	36	37	27	28	14	15	
X	45	43	44	38	39	29	30	16	17

Gleichzeitig ist bei derselben ein steter Wechsel der Raumlage möglich, da jede Farbe zweimal hinter einander vorkommt, und so das eine Mal die rechte, das andere Mal die linke Seite einnehmen kann. Zählt man dann die auf jede Farbe fallenden Vorzugsurtheile zusammen (Gleichheitsurtheil = $\frac{1}{2}$ gerechnet), so hat man ein Maß für die relative Wohlgefälligkeit der einzelnen Farben. Der Ausschluss störender Associationen, den Witmer durch seine continuirlichen Reihen erreichte, wird hier durch die große Zahl der Versuche herbeigeführt. Dadurch gewöhnen sich selbst die an Associationen reichsten Versuchspersonen, nur den sinnlichen Eindruck wirken zu lassen. Auch verliert sich das intensive Interesse an dem einzelnen Versuch, welches Anfangs die Phantasie zu allerlei

Vergleichungen anregt. Ferner bietet diese Methode den Vortheil, dass schon innerhalb jeder Reihe eine gewisse, wenn auch unzulängliche Ausgleichung zufälliger Einflüsse erreicht wird.

Eine Errungenschaft Witmer's musste freilich wieder aufgegeben werden: die Continuität seiner Reihen. Witmer war bekanntlich von einem Gliede zum andern in eben noch gut unterscheidbaren Stufen fortgeschritten. In Folge der mit Vermehrung der Glieder rasch wachsenden Versuchszahl wird sich dies bei der Methode der paarweisen Vergleichung stets nur schwer durchführen lassen. Bei Farben ist es technisch kaum möglich, eine einigermaßen gleich gesättigte Reihe der unterscheidbaren Farbtöne zu erhalten. Bei der ganzen Natur der Aufgabe war dies aber auch nicht erforderlich.

§ 2. Die graphische Darstellung der Resultate und die Bestimmung der Farben im System der Farbenempfindungen.

In Bezug auf die graphische Einzeichnung der Resultate ist zu bemerken, dass es sich, wie Külpe¹⁾ mit Recht hervorhebt, stets nur um eine Vergleichung der relativen Wohlgefälligkeit, niemals um absolute Lust- oder Unlustwerthe handeln kann. Es erscheint daher am günstigsten, alle Ordinaten positiv zu nehmen und als solche einfach die Zahlen der auf jeden Werth fallenden Vorzugsurtheile zu benutzen.

Eine besondere Schwierigkeit, welche theilweise bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse als unüberwindlich bezeichnet werden muss, bereitet die systematische Bestimmung der verwendeten Farben. Unser Farbensystem ist dreidimensional, daher pflegt man dasselbe, wie bekannt, unter der Form einer Kugel oder eines Doppelkegels darzustellen.

Man fixirt also eine Nuance durch drei Bestimmungen, die man als Farbenton, Helligkeit und Sättigung zu bezeichnen pflegt. Den Farbenton kann man durch Vergleichung mit dem Spectrum gewinnen, am besten, wenn man mittelst zweier verschieblicher Schirme schmale Streifen des Spectrums isolirt und mit der zu

1) Grundriss der Psychologie. 1893. S. 241.

bestimmenden Farbe vergleicht. Für die Helligkeit gewinnt man eine angenäherte Bestimmung durch Vergleichung mit Grau, etwa in der von Gruber¹⁾ angegebenen Weise. Bei Verwendung von transparenten Farben kann man auch durch photometrische Vergleichung der je benachbarten Farben ein ungefähres Helligkeitsmaß gewinnen.

Für die Sättigung ist ein empirisches Maß bei Nuancen desselben Farbentons möglich, wenn man die gesättigtste Nuance als Ausgangspunkt wählt und die übrigen durch Zusatz von Weiß und Schwarz aus ihr herstellt. Aber schon hierbei darf man sich nicht etwa verleiten lassen, die Winkelgröße des farbigen Sectors als Sättigungsmaß zu benutzen. Man stelle z. B. folgenden Versuch an: Man mache sich zwei farbige Scheiben (etwa rothe) von genau gleicher Art, dann setze man der einen 180° Schwarz, der andern 180° Weiß zu und lasse beide rotiren. Man wird dann sofort erkennen, wie ungleich gesättigter die Scheibe mit Schwarzzusatz erscheint. Ist also schon die Vergleichung hellerer und dunklerer Nuancen derselben Farbe auf ihre Sättigung schwer, so fehlt uns zur Zeit jedes Mittel, verschiedene Farben auf diese Eigenschaft hin zu vergleichen.

Neben der Bestimmung der Nuancen kommt ihre Anordnung in Betracht. Eine Einzelausführung der bekannten Construction der Farbkugel ist von Kolbe²⁾ versucht worden. Lehmann³⁾ hat sich diese Anordnung unverändert angeeignet. Die Spectralfarben mit der Ergänzung durch Purpur bilden den Aequator, die Weiß-Schwarz-Linie die Achse. Die Coordinate auf der Achse bestimmt die Helligkeit, die Winkelgröße (geographische Länge) den Farbenton, der Abstand vom Nullpunkte die Sättigung. Infolge dieser letzteren Bestimmungsweise erlangt man ein Weiß von spectraler Sättigung. Weder Kolbe noch Lehmann ist es klar geworden, dass man wohl die Sättigung bei gleichbleibender Helligkeit, nicht aber — oder doch nur innerhalb gewisser enger Grenzen — die Helligkeit ohne Aenderung der Sättigung variiren kann. Diesen

1) Phil. Stud. Bd. IX. S. 429 ff.

2) Geometrische Darstellung der Farbenblindheit. Petersburg 1881.

3) Farvernes elementaere Aesthetik. Kopenhagen 1884.

Fehler hätten sie sich noch dazu so leicht ersparen können, wenn sie nicht den Abstand vom Nullpunkte, sondern die Senkrechte auf die Weiß-Schwarz-Achse als Maß der Sättigung gewählt hätten. Ueberhaupt aber ist die Construction der Farbenkugel dadurch in ihrem Werth sehr herabgedrückt, dass sie von der grundfalschen Voraussetzung ausgeht, dass alle Spectralfarben gleiche Helligkeit und Sättigung haben. In Wahrheit würden die Spectralfarben nicht auf einen Kreis, sondern auf eine dreidimensionale Curve zu liegen kommen. Das Farbensystem lässt sich also nicht durch eine einfache stereometrische Gestalt wiedergeben. Immerhin kann eine solche Gestalt zur ungefähren Veranschaulichung der Farbeempfindungen dienen.

Speciell der Farbenkreis als Sinnbild der Farbtöne lässt sich dadurch rechtfertigen, dass man sich ja leicht alle Farbtöne auf gleiche Helligkeit und Sättigung übertragen vorstellen kann. Dann hat der Farbenkreis den Vorzug, den Complementarismus gut wiederzugeben, da Complementärfarben auf den Endpunkten desselben Durchmessers liegen. Diese Bestimmung ist aber zunächst auch das Einzige, was uns einen Anhaltspunkt zur Construction des Farbenkreises gibt. Darum ist es an sich gleichgiltig, wodurch man sie ergänzt. Wenn man zwei Complementärfarben als 0° und 180° festgelegt hat, muss man den zwischen ihnen liegenden Halbkreis irgendwie eintheilen. Der andere Halbkreis ist dann durch den Complementarismus gegeben. Darum ist Kolbe's Farbenkreis, in welchem zwischen 0° und 180° proportional der Wellenlänge getheilt ist, trotz dieser unpsychologischen Art nicht unbrauchbar. Doch hat er freilich einen Fehler, er gibt den gleichfarbigen Endstrecken des Spectrums zu große Ausdehnung.

Der von mir zu Grunde gelegte Farbenkreis ist folgendermaßen construirt worden. Nach den von Uthoff¹⁾ ausgeführten Bestimmungen über die U.-E. für Spectralfarben nach der Methode der Minimaländerungen wurde die Zahl der zwischen je zwei Bestimmungspunkte fallenden eben unterscheidbaren Nuancen berechnet. Wenn man dann im Anschluss an die von Helmholtz²⁾ mitge-

1) Gräfe's Archiv f. Ophthalmol. 1888. Bd. 34. Abth. 4. S. 1—15.

2) Physiologische Optik. 2. Aufl. 4. Lief. S. 317—319.

theilten Bestimmungen der Complementärfarben ein Roth von 650 und ein Blaugrün von 494 $\mu\mu$ Wellenlänge als complementär betrachtet, so fallen auf die dazwischen liegenden 180° gerade 120 Nuancen, also auf je $1,5^\circ$ eine Nuance. Danach kann man dann sehr leicht die weitere Vertheilung der Wellenlängen innerhalb dieses Halbkreises vornehmen. Der andere Halbkreis ist dann durch den Complementarismus bestimmt. Würde man die Bestimmungen nach U.-E. über 494 $\mu\mu$ hinaus fortsetzen, so würde das Ende des Spektrums auf 245° zu liegen kommen, während es nach dem Complementarismus bei 285° liegen muss. Als Nullpunkt ist dabei das rothe Ende des Spektrums angenommen, so dass der Ausgangspunkt unserer Bestimmungen (Roth = 650 $\mu\mu$) auf 5° fällt. Es werden auf diese Weise die Wellenlängen zwischen 494 und 480 auf 70° ausgedehnt, während dieselben nach der U.-E. nur 20° umfassen dürften. Man sieht aus diesen Angaben, wie roh und unexact dieser Farbkreis ist. Im Folgenden wird sich zeigen, wie gute Dienste er trotz alledem leisten kann¹⁾.

Capitel II.

Uebersicht über die Versuchsreihen.

§ 3. Vorbemerkungen. Disposition der Versuche.

Auf die vorangegangenen methodischen Erörterungen erscheint es am vortheilhaftesten eine Schilderung der wichtigsten Versuchsreihen folgen zu lassen. Die Versuche wurden im Sommer 1893 und im Winter 1893/94 im psychologischen Institut in Leipzig angestellt — die in §§ 9—10 mitgetheilten Versuchsreihen wurden erst im Sommer 1894 beendet. Als Beobachter dienten im Sommer die Herren Dr. Meumann, Dr. Wenzel, Dr. Fr. Kiesow, Dr. phil. Mentz, stud. phil. von Kunowski, Eisler, Osterrieth und als farbenblinder Beobachter Herr cand. med. et phil. M., dessen Abnormität Kirschmann²⁾ beschrieben hat. Im Winter beobachteten die Herren Dr. Meumann, Dr. F. Kiesow, Dr. C. Kiesow, Dr. Thiéry, Dr. Aars, stud. phil. Eisler, Arrer, von

1) S. Taf. I, Fig. 1. Der innerste Kreis enthält die Wellenlängen in $\mu\mu$.

2) Phil. Stud. Bd. VIII. S. 414 ff.

Kunowski und der rothgrünblinde Herr stud. phil. H. (Engländer). Im Sommer 1894 kam noch Herr Dr. Spitzer hinzu. — Allen diesen Herren spreche ich für ihre treue Theilnahme an den Versuchen meinen aufrichtigen Dank aus.

Gemäß den drei Dimensionen unseres Farbensystems theilt sich die mir gestellte Aufgabe in drei Theile. Es sind zu untersuchen die Schönheitsverhältnisse bei Variation des Farbentons, der Sättigung und der Helligkeit.

Die Versuche betreffs des Farbentons gliedern sich wieder in Vorversuche mit farbigen Papieren (reflectirtes Licht) und zwei Reihen von Versuchen mit farbigen Gelatineplatten (durchfallendes Licht). Verbunden wurden hier mit den Versuchen über Combinationen auch solche über die Schönheit einzelner Farben für sich genommen (Einzelwahlversuche). Da es keine Sättigungsvergleichung für verschiedene Farben gibt, so musste man sich mit Variation der Sättigung einer und derselben Farbe begnügen, alle Versuche waren Einzelwahlversuche.

Bei der Helligkeit endlich ergaben sich folgende Aufgaben:

- 1) farblose Helligkeiten, unter sich combinirt und in Einzelwahl,
- 2) eine farblose Helligkeit und eine Farbe combinirt, erstere variirt,
- 3) zwei farbige Helligkeiten combinirt, eine variirt. Diese Variation ist stets mit Sättigungsänderung verbunden.

§ 4. Farbenton: Vorversuche an farbigen Papieren.

Unter den ziemlich zahlreichen, mit farbigen Papieren angestellten Versuchen sind die meisten als tastende Vorversuche der Veröffentlichung unwerth. Die Papierstreifen hatten 2,5 cm Breite und 5,5 cm Länge; bei den Combinationsversuchen wurden dieselben mit den langen Seiten an einander gelegt und in einen schmalen Streifen von schwarzem Papier etwa 0,5 cm weit hineinsteckt. Als Hintergrund diente schwarzer Carton.

Nur eine Reihe wurde nach der Methode der paarweisen Vergleichung durchgeführt. Es sind Combinationsversuche mit der Grundfarbe Grün (Hering's Grün, Farben von G. Rothe in Prag, auf Carton aufgezogen). Als Vergleichsfarben dienten 10, welche aus einer großen Anzahl von Papieren als möglichst gesättigte

gewählt waren: 1) Blaugrün, 2) Cyanblau (Hering's), 3) Ultramarinblau, 4) Violett (Hering's), 5) Purpur (Hering's, complementär zur Grundfarbe), 6) Roth, 7) Orangeroth (Hering's), 8) Gelb (Hering's), 9) Grüngelb, 10) Gelbgrün.

Die Reihe bestand demnach aus $\frac{10 \cdot 9}{1 \cdot 2} = 45$ Versuchen. Sie ergab als Summe von sechs farbentüchtigen Beobachtern folgende Vorzugsurtheile (die Farben in der obigen Reihenfolge genommen)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	27	28,5	41,5	44,5	44,5	34,5	22	13	3,5

und unter Hinzunahme eines siebenten farbennormalen, aber in seinen Urtheilen abweichenden Beobachters 18,5 28 32,5 44,5 50,5 52,5 40 25 17 6,5. Man sieht, dass die Combination um so besser gefällt, je weiter sich die Vergleichsfarbe von der Grundfarbe entfernt und ihrer Complementärfarbe nähert.

Der farbenblinde Herr cand. phil. et med. M. dagegen gab folgende Vorzugsurtheile:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	3,5	4	2	0	2,5	3	6	7	9

also umgekehrt die geringsten Vorzugsurtheile bei den Complementärfarben.

§ 5. Farbenton. Gelatineplatten. Erste Reihe.

Alle Versuche mit farbigen Papieren leiden an dem großen Uebelstand, dass bei verschiedenen Pigmenten die Oberflächenbeschaffenheit verschieden ist, im einen Fall mehr glatt, im andern mehr rau, körnig etc. Dazu kommen kleine Flecke und Ungleichheiten, die das Urtheil störend beeinflussen und sich doch schwer vermeiden lassen. Alle diese Störungen lassen sich weit leichter vermeiden, wenn man bei durchfallendem Licht, mit farbigen Gelatineplatten, arbeitet. Dazu kommt, dass man dann den Beobachter in einen Dunkelraum setzen kann. Hierdurch heben sich die Farben weit kräftiger von dem tiefschwarzen Hintergrund ab, und überdies ist das Urtheil des Beobachters unbeeinflusst von

jedem Zeichen der Beistimmung oder des Missfallens seitens des Experimentators. Es ist natürlich, dass ich auch bei den anderen Versuchen mich streng jedes solchen Zeichens, selbst jeder dahin zu deutenden Augen- oder Kopfbewegung zu enthalten strebte. Bei diesen Reihen trat aber zu der Selbstcontrole noch die objective Sicherung hinzu, da der Beobachter den Experimentator nicht sehen konnte.

Die Versuchsanordnung war die folgende: In einem Zimmer des Instituts wurde ein hölzernes Gerüst von parallelepipedischer Gestalt aufgestellt. Dasselbe war oben und seitlich mit schwarzem Tuch geschlossen, im Innern stand ein Stuhl für den Beobachter. Die Rückwand war nicht durch schwarzes Tuch verschlossen, weil sonst die Blendung beim Erscheinen der hellen Farben zu stark wurde. Die dem Fenster zugewandte Seite bildete ein Tisch, der nach unten ebenfalls durch schwarzes Tuch verhangen war. Auf demselben stand ein Schirm von geschwärztem Holz, welcher oben einen größeren Einschnitt hatte. In diesen konnte ein schwarz bezogener Pappcarton eingelassen werden. Derselbe enthielt zwei rechteckige Löcher von 4 cm Breite und 5 cm Höhe, welche circa 10 cm von einander entfernt in gleicher Höhe angebracht waren. Von außen waren diese Löcher mit entsprechenden Pappstreifen versehen, in welche die Gelatineplatten leicht hineingesteckt werden konnten. Durch einen Schieber wurde der Plattenwechsel dem Auge des Beobachters entrückt. Der Experimentator stand selbstredend außerhalb des Kastens. Die Gelatineplatten wurden durch schmale Bahnen von schwarzem Carton zusammengehalten. Sie waren meist von der Droguenhandlung von Aumann bezogen, stimmten aber in der Nuance nicht genau mit den von Kirschmann benutzten überein, da die Fabrication nicht so sorgfältig ist.

Für die erste Reihe von Versuchen wurden folgende Platten verwendet¹⁾:

1) Ihre Stellung im Farbenkreis zeigt der äußerste Ring der Fig. 1.

Bezeichnung	Zusammensetzung	Wellenlänge in $\mu\mu$	Ort im Farbenkreis
ϱ_1	1 Blatt Purpur 1 Scharlachroth	670 . 680	0°
ϱ_2	2 Scharlachroth	658 . 645	5°
ϱ_3	1 Scharlach 1 Rosa 3 Orange	632 . 622	15°
ω_1	7 Orange	616 . 608	35°
ω_2	2 Orange 5 Gelb	600 . 600	50°
γ	11 Gelb	583 . 585	75°
$\gamma\varrho_1$	2 Grün 4 Gelb	564 . 564	105°
$\gamma\varrho_2$	4 Grün	549 . 546	125°
$\gamma\varrho_3$	2 Blaugrün	511 . 514	155°
$\gamma\varrho_4$	1 Gelb 2 Blau	490 . 484	220°
β_1	3 Blau	470 . 472	270°
β_2	2 Blau 1 Violett	469 . 467	272°
v	3 Violett	446 . 436	285°
π_1	1 Purpur 1 Violett	—	320°
π_2	2 Purpur 2 Rosa	—	335°

Die Wellenlänge ist von zwei Beobachtern bestimmt. Diese 15 Farben wurden nun als Einzelfarben verglichen. Die durch die Farben unbedeckte Hälfte des Gesichtsfeldes wurde dabei von einem Stückchen schwarzen Cartons bedeckt. Diese Reihe bestand aus $\frac{15 \cdot 14}{1 \cdot 2} = 105$ Versuchen. Sie wurde an 7 farbennormalen Beobachtern durchgeprüft, darunter an vier Beobachtern je zweimal. Bei diesen wurde das arithmetische Mittel beider Reihen genommen. Sie sind mit einem * in der folgenden Tabelle bezeichnet.

Die Farben bilden also nach der Wohlgefälligkeit geordnet folgende Reihe.

$$\gamma\varrho_3 - \beta_1 - \beta_2 - \varrho_2 - \pi_2 - \varrho_1 - \gamma\varrho_2 - \gamma\varrho_4 - \varrho_3 - \gamma\varrho_1 - v - \omega_1 - \pi_1 - \omega_2 - \gamma$$

	ϱ_1	ϱ_2	ϱ_3	ω_1	ω_2	γ	$\gamma\varrho_1$	$\gamma\varrho_2$	$\gamma\varrho_3$	$\gamma\varrho_4$	β_1	β_2	ν	π_1	π_2
*Herr Eisler	12	7	3,5	2,5	2,5	2	4	6,25	10	3,5	11,25	9,75	7	10	13,75
* » Dr. F. Kiesow	8,25	9,25	4,5	2	1,75	0,75	1,75	6,75	11,75	10,75	13	11,5	8,25	5,5	9,25
* » v. Kunowski	6,25	10	8,5	8,5	4,75	4,5	6	6	6,75	1,5	8,5	6,75	6,75	7	13,25
* » Dr. Meumann	9,75	11,75	8,25	6,75	5,5	4,75	7,25	9	11,75	10,5	5	3,25	0,75	0,75	10
» Osterrieth	4,5	9,5	7,5	5,5	2	1	4,5	8	9	5	12	12,5	12	8,5	3,5
» Dr. Thiéry	6	10	8	7	6	3	6	9	9	8	11,5	12,5	2	0	7
* » Dr. C. Kiesow	11	8	4,5	3	4,5	6	8,5	9,5	12	10,5	8,5	11,5	1	2	4,5
Summe	57,75	65,5	44,75	35,25	27,0	22	38	54,5	70,25	49,75	69,75	67,75	37,75	33,75	61,25

Grundfarbe ϱ_2 .

Vergleichsfarbe	ϱ_3	ω_1	ω_2	γ	$\gamma\varrho_1$	$\gamma\varrho_2$	$\gamma\varrho_3$	$\gamma\varrho_4$	β_1	β_2	ν	π_1	π_2	ϱ_1
Abstand von ϱ_2	10°	30°	45°	70°	100°	120°	150°	215°	265°	267°	280°	315°	330°	355°
Vorzugsurtheile von acht farbentücht. Beobachtern	22,75	37,25	51,25	52,50	65,50	79	88	74,25	79,5	73	43,5	28,25	20	13,25
Herr cand. phil. et med. M.	13	8,5	11	7	7	7	6	5	0	2	5	4	5,5	10
Herr H.	2	4	5	4,5	5,5	6,5	6	8	10	7,5	10,5	12	4,5	5

Es stehen $\gamma q_1 \cdot \gamma q_1 \cdot v \cdot \gamma$; etwas auch $\omega_2 \cdot \omega_1 \cdot \pi_1$ an Sättigung hinter den andern zurück.

Ferner wurde q_2 als Grundfarbe gewählt und mit allen andern combinirt ($\frac{14 \cdot 13}{1 \cdot 2} = 91$ Versuche). Diese Reihe wurde mit acht farbennormalen Versuchspersonen angestellt (darunter mit vier je zweimal), außerdem mit den beiden farbenblinden Beobachtern. Das Gesamtergebnis war das vorstehende.

Außerdem wurden zwei Reihen mit Grundfarbe v und Grundfarbe γq_1 angestellt, jedoch nur mit je elf Vergleichsfarben, also von je 55 Versuchen.

Grundfarbe v .

Vergleichsfarbe	π_1	π_2	q_2	ω_1	ω_2	γ	γq_1	γq_2	γq_3	γq_4	β_2
Abstand	35°	50°	80°	110°	125°	150°	180°	200°	230°	295°	347°
Vier farbennormale Beobachter	8	25	19	19	15,5	14,5	22,5	26,5	33,5	25	11,5

Grundfarbe γq_1 .

Vergleichsfarbe	γq_2	γq_3	γq_4	β_2	v	π_1	π_2	q_2	ω_1	ω_2	γ
Abstand	20°	50°	95°	167°	180°	215°	230°	260°	290°	305°	330°
Fünf farbentücht. Beobachter	13,5	21,5	19,5	22,5	25,5	29,5	40	38,5	31,5	21,5	11,5

Während demnach die erste Reihe (Grundfarbe q_2) wesentlich in Uebereinstimmung mit der in § 4 beschriebenen Reihe verläuft, d. h. so, dass die Combination um so wohlgefälliger ist, je weiter die Vergleichsfarbe von der Grundfarbe absteht, zeigen die beiden letzten Reihen recht beträchtliche Abweichungen, die sich freilich größtentheils, ebenso wie die Abweichungen der ersten Reihe bei den einzelnen Versuchspersonen, auf die verschiedene Wohlgefälligkeit der einzelnen Vergleichsfarben zurückführen lassen (z. B. in der zweiten Reihe die Verschiebung des Maximums von γq_1 auf γq_3 , in der dritten Reihe von v auf π_2). Indessen zeigt sich doch die Schwierigkeit, die beiden für das Urtheil in Betracht kommenden Hauptmomente — Einzelfarbe und Combination — gehörig von

einander zu isoliren. Der Ueberwindung dieser Schwierigkeit ist die nächste Versuchsserie gewidmet.

Bevor ich indessen zu derselben übergehe, muss ich die Resultate der wiederholt an denselben Personen durchgeprüften Reihen aufführen, da sie für die Beurtheilung der Sicherheit des Urtheils wichtig sind. Die Reihen waren in allen diesen Fällen im Sommer 1893 gemacht worden und wurden nach den großen Ferien, also nach Verlauf mehrerer Monate wiederholt.

Beobachter	Abweichende Urtheile			
	Einzel-Wahlversuche		Grundfarbe ϱ_2	
	Zahl	Werth	Zahl	Werth
Herr Eisler	27	26	15	12,5
» Dr. F. Kiesow	24	17	15	11
» v. Kunowski	44	23	10	6,5
» Dr. Meumann	23	16	19	14

Unter der Rubrik »Werth der abweichenden Urtheile« sind die, bei denen einmal = geurtheilt wurde, als 0,5 gerechnet. Unter den Einzelfarbenversuchen waren dem Werth nach 19,5%, unter den Combinationsversuchen 12,1% abweichend.

§ 6. Farbenton. Gelatineplatten. Zweite Reihe.

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen ließen es nothwendig erscheinen, ein Verfahren zu ersinnen, mittelst dessen man die beiden wichtigsten Factoren des Urtheils, das Wohlgefallen an der Einzelfarbe als solcher und das an dem Zusammenwirken der beiden Farben, gewissermaßen von einander trennen könnte. Nun ist es klar, dass der Einfluss der Einzelfarbe dadurch eliminiert werden könnte, dass man jede Farbe der benutzten Reihe einmal zur Grundfarbe macht. Nehmen wir einmal der Einfachheit halber an, wir hätten zwölf Farben je um 30° auf dem Farbenkreis von einander abgehend. Wir erhielten dann 12 Versuchsreihen, deren Ergebnisse wir in der Seite 566 ff. beschriebenen Weise graphisch

darstellen können. Als Abscisse wählen wir den am Orte der Grundfarbe aufgeschnittenen und von hier aus aufgerollten Farbenkreis. Es ist dann klar, dass jede der Farben einmal an jeder möglichen Stelle der Abscissenachse eingewirkt hat (30° , 60° , 90° etc.). Wenn man dann aus diesen zwölf Curven eine Mittelcurve in der Art construirt, dass man aus den zwölf auf jeden der Abscissenpunkte fallenden Ordinaten das arithmetische Mittel zieht, so muss der Einfluss jeder Einzelfarbe für jede Stelle der Curve in gleicher Weise in Betracht kommen, d. h. dieser Einfluss kann als aufgehoben gelten. Die Mittelcurve gibt uns die Wohlgefälligkeit einer Farbencombination als Function des Abstandes ihrer beiden Componenten auf dem Farbenkreise. Natürlich kann man die Wohlgefälligkeit jeder einzelnen Farbe durch eine Reihe von Einzelfarbenversuchen feststellen. Außerdem kann man aber auch die Resultate der zwölf Combinationsreihen nach den Vergleichsfarben zusammenstellen. Hierbei ist jede Farbe einmal (als Grundfarbe) nicht vertreten und kommt an jedem der elf Curvenpunkte vor. Daher wird bei dieser Zusammenstellung der Einfluss der Combination eliminirt, wenigstens in soweit als dieser Einfluss von der Entfernung der Componenten im Farbenkreise abhängig ist.

Der bisher angenommene ideale Fall, dass alle benutzten Farben gleichen Abstand von einander haben, ist nicht zu verwirklichen, wenn man auf Pigmente angewiesen ist. Denn es ist nicht möglich, jede Nuance in annähernd gleicher Sättigung herzustellen. Für die folgenden Reihen wurden zehn Farben benutzt, damit die Zahl der Versuche nicht allzu hoch stiege; bei zehn Farben umfasst unsere Serie eine Einzelfarbenreihe von 45, und zehn Combinationsreihen von je 36 Versuchen. Das Farbenmaterial ist zum Theil der vorigen Reihe entnommen, zum Theil mit Hülfe der Gelatineplatten von Steeg und Reuter in Homburg v. d. Höhe, welche sich durch ihre Stärke, Schönheit und Gleichfarbigkeit auszeichnen, ergänzt. Aus der älteren Reihe wurden benutzt $\rho_1 \omega_1 \gamma \rho_2 \gamma \rho_3 \pi_2$, die neu hinzukommenden Farben sind die folgenden¹⁾:

1) Der Ort der Farben im Farbenkreis ist Fig. 1 (Taf. I) im zweiten Ring angegeben.

Bezeichnung	Zusammensetzung	Wellenlänge in $\mu\mu$	Ort im Farbenkreise
Γ	2 Gelb No. 10 ¹⁾ (St. u. R.)	589	65°
$B\gamma$	1 Blau No. 17, 1 Grün	482	245°
B	1 Blau No. 17	470	270°
Y	1 Violett No. 21	455	280°
P_1	1 Violett Nr. 21, 1 Purpur	—	305°

Die Orte der purpurnen Farbentöne sind durch Schätzung gewonnen. Ein Blick auf den Farbenkreis (siehe die Tafel) lehrt, wie verschieden die Abstände benachbarter Farben von einander sind. Zwischen $\gamma\varrho_3$ und $B\gamma$ liegen 90°, zwischen B und Y nur 10°. Indessen beruht dies theilweise auf der Auseinanderzerrung des Blaugrün und der Zusammendrängung des Violett im Farbenkreise.

Bei der Auswahl der Farben wurde auf größtmögliche Sättigung geachtet. Trotzdem ließ sich gelbgrün und cyanblau ($\gamma\varrho_2$ und $B\gamma$) nicht so gesättigt herstellen. Machen doch selbst im Spectrum diese Partien einen etwas matteren Eindruck als die übrigen. Die Helligkeitsunterschiede waren hier größer als bei der vorigen Reihe, da ja verschiedene Farben bei verschiedener Helligkeit ihre größte Sättigung erreichen. Die Helligkeiten wurden in der Weise mit einander verglichen, dass je 2 benachbarte Farben vor die beiden Spalte eines Polarisations-Photometers gebracht wurden. Dann wurden die beiden mittleren Bilder auf Gleichheit eingestellt und nach der Formel $\frac{1}{\tan^2 \alpha}$ das Helligkeitsverhältniss berechnet. Die Einstellung wurde in 2 Quadranten und meist von 2 Beobachtern ausgeführt und aus allen Werthen das Mittel genommen. Natürlich waren die Einstellungen weit weniger genau als bei Vergleichung gleichfarbiger Helligkeiten. Indessen lässt sich aus denselben doch ein Urtheil über die vorkommenden Helligkeitsunterschiede gewinnen.

1) Die Nummern bezeichnen die von Steeg und Reuter ausgegebenen Platten, die nicht nummerirten Platten sind dieselben wie in der ersten Reihe.

Setzt man die Helligkeit des ohne Gelatineplatte durch den Spalt fallenden diffusen Tageslichts = 10, so ist

$$\rho_1 = 4; \omega_1 = 2,9; \Gamma = 4,8; \gamma\rho_2 = 3,6; \gamma\rho_3 = 3,6; B\gamma = 1,5; B = 4,4; Y = 2,2; \\ P_1 = 0,9; \pi_2 = 4,1.$$

Die Reihen wurden an sieben farbentüchtigen Beobachtern und an dem rothgrünblinden Herrn H. ausgeführt. Die Resultate derselben sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt. Zur Erklärung derselben sei Folgendes bemerkt: Tabelle I enthält die Summen der Vorzugszahlen aller sieben normalen Beobachter für sämtliche Combinationsreihen. Die den Farbenbezeichnungen beigefügten Gradzahlen bedeuten den Abstand der betreffenden Farbe von der jeweiligen Grundfarbe. Tabelle II enthält die Resultate der Einzelfarbenreihe für jeden Beobachter gesondert. Tabelle III enthält die Summen der Combinationsreihen nach Vergleichsfarben. Wenn man die Gesamtsummen der Tabellen II und III mit einander vergleicht, so ergeben sich bedeutende Unterschiede in der Reihenfolge der Farben nach ihrer Wohlgefälligkeit. Insbesondere ist auffällig, dass I, welches nach Tabelle II am wenigsten wohlgefällig ist, nach Tabelle III den fünften Platz einnimmt. Dass die Unterschiede in Tabelle II relativ zur Versuchszahl so viel größer sind als in Tabelle III, kann nicht Wunder nehmen, kommt doch in Tabelle III der Einfluss der Combination ausgleichend in Betracht. Tabelle IV enthält die Mittelcurven für jeden Beobachter und die Gesamtmittelcurve für alle sieben Beobachter. Da, wie schon bemerkt, die Farben verschiedenen Abstand von einander auf dem Farbenkreise haben, so musste die Combination folgendermaßen geschehen: Auf Coordinatenpapier wurde zunächst jede einzelne Reihe jedes Beobachters in der Weise gezeichnet, dass die einzelnen Vorzugswerthe durch gerade Linien mit einander verbunden wurden. Dann wurden die Ordinaten von 20 zu 20° abgelesen und die einander entsprechenden summirt. Diese Summe war dann durch 10 zu dividiren. Nur an den Enden der Curven ergab sich eine Schwierigkeit, da ja die einzelnen Reihen nicht alle gleich weit nach dem Ende reichten. Hier wurde folgender Weg eingeschlagen: Wenn der letzte beobachtete Werth 10° oder weniger von dem abzulesenden entfernt war, wurde er einfach als Ablesungswerth

betrachtet. War er aber weiter als 10° entfernt, so wurde er fortgelassen. Daher sind die Werthe für 20° und 340° nur Mittel aus je sieben, die für 40° und 320° aus je acht, die für 60° und 300° aus je neun Beobachtungen. In Folge dessen ist der Einfluss der Einzelfarbe theoretisch in den Endstrecken der Curve weniger gut beseitigt als in der Mittelstrecke. Praktisch kommt dies deswegen weniger in Betracht, weil gerade in den Endstrecken der Einfluss der Combination am mächtigsten ist. Dies ersieht man besonders schön aus der graphischen Darstellung der Gesamtmittelcurve auf der beigegebenen Tafel (Fig. 2).

Tabelle V gibt eine Art Charakteristik der einzelnen Beobachter. In der Hauptrubrik »Mittelcurve« ist der Abstand zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Punkt dieser Curve, die Abstände $180^\circ-20^\circ$ und $180^\circ-340^\circ$ sowie die Lage des Maximums angegeben. In der Hauptrubrik »Einzelfarbe« ist unter *MV* die mittlere Variation der in Tabelle III aufgeführten Zahlen, unter »Maximalabstand« der größte zwischen zwei solchen Zahlen vorkommende Unterschied angegeben. Die erste Zahlengruppe gibt ungefähr die Größe des Einflusses der Combination, die zweite desjenigen der Einzelfarben. Es zeigt sich, dass derjenige Beobachter (Dr. Thiéry), dessen Mittelcurve am steilsten und regelmäßigsten ist, den geringsten Einfluss der Einzelfarbe hat, während die Herren Arrer und Dr. Meumann mit ihren etwas abweichenden Mittelcurven (cf. auch Tabelle IV) den größten Einfluss der Einzelfarbe aufweisen. Dies ist leicht erklärlich, da ja in Folge der unregelmäßigen Vertheilung der Farben die Einzelfarben auf verschiedene Theile der Curve etwas verschieden einwirken, und dies, wo die Einzelfarbe sehr mächtig wirkt, kleine Unregelmäßigkeiten der Mittelcurve bedingen muss. Bei Herrn Dr. Aars trifft eine niedrige Mittelcurve mit mäßigem Einfluss der Einzelfarbe zusammen, was auf starke Mitwirkung variabler Nebenumstände hinweist.

Tabelle VI gibt die Resultate des farbenblinden Herrn H. Es war mir nicht möglich, hier eine Gesetzmäßigkeit zu entdecken. Ich theile diese Zahlen nur mit, um Vergleichsmaterial für spätere ausgiebigere Untersuchungen an Farbenblinden zu liefern. Solche Untersuchungen würden sehr dankenswerth sein.

Tabelle I.

Grundfarbe		Vorzugsurtheile für sieben farbertüchtige Beobachter									
ϱ_1	ω_1 35° 5	Γ 65° 28	γQ_3 125° 46	γQ_3 155° 50,5	$B\gamma$ 245° 32,5	B 270° 37,5	Y 280° 28	P_1 305° 22,5	π_2 335° 2		
ω_1	Γ 30° 6,5	γQ_2 90° 31	γQ_3 120° 42	$B\gamma$ 210° 34,5	B 235° 37	Y 245° 37	P_1 270° 28,5	π_2 300° 21,5	ϱ_1 325° 14		
Γ	γQ_2 60° 28,5	γQ_3 90° 35	$B\gamma$ 180° 31,5	B 205° 40	Y 215° 40	P_1 240° 26	π_2 270° 23,5	ϱ_1 295° 20,5	ω_1 330° 7		
γQ_2	γQ_3 30° 1,5	$B\gamma$ 120° 23,5	B 145° 30	Y 155° 28,5	P_1 180° 28,5	π_2 210° 43,5	ϱ_1 235° 46,5	ω_1 270° 27	Γ 300° 23		
γQ_3	$B\gamma$ 90° 27	B 115° 32,5	Y 125° 32	P_1 150° 30,5	π_2 180° 43	ϱ_1 205° 41,5	ω_1 240° 22	Γ 270° 22,5	γQ_2 330° 1		
$B\gamma$	B 25° 12	Y 35° 20,5	P_1 60° 20,5	π_2 90° 37,5	ϱ_1 115° 37	ω_1 150° 46	Γ 180° 41,5	γQ_2 240° 15,5	γQ_3 270° 21,5		
B	Y 10° 10	P_1 35° 17,5	π_2 65° 46,5	ϱ_1 90° 48	ω_1 125° 35	Γ 155° 37	γQ_2 215° 26,5	γQ_3 245° 28,5	$B\gamma$ 335° 3		
Y	P_1 25° 17,5	π_2 55° 36	ϱ_1 80° 38,5	ω_1 115° 37,5	Γ 145° 42	γQ_2 205° 24,5	γQ_3 235° 38	$B\gamma$ 325° 7	B 350° 11		
P_1	π_2 30° 31,0	ϱ_1 55° 28,5	ω_1 90° 23,5	Γ 120° 28,5	γQ_2 180° 36,5	γQ_3 210° 39,5	$B\gamma$ 300° 22,5	B 325° 27	Y 335° 15		
π_2	ϱ_1 25° 1,5	ω_1 60° 9	Γ 90° 25	γQ_2 150° 42,5	γQ_3 180° 44,5	$B\gamma$ 270° 32	B 295° 38,5	Y 305° 35	P_1 330° 24		

Tabelle II.

	ϱ_1	ω_1	Γ	$\gamma\varrho_2$	$\gamma\varrho_3$	$B\gamma$	B	Y	P_1	π_2
Herr Dr. Thiéry	8	3	2	4	5	6	7	1	0	9
» Dr. C. Kiesow	5	1	0	6	6	7	9	4	3	4
» Arrer	2	5,5	7,5	6,5	9	1,5	5	5,5	2,5	0
» Eisler	7	1	0	4	4	5	7	5	3	9
» Dr. F. Kiesow	6	1	0	3	7	4,5	9	5,5	2	7
» Dr. Aars	5	5,5	0	1,5	2,5	5,5	4	7,5	9	4,5
» Dr. Meumann	6,5	2	6,5	2,5	8	1,5	6	1,5	4	6,5
Summe	39,5	19	16	27,5	41,5	31	47	30	23,5	40

Tabelle III.

	ϱ_1	ω_1	Γ	$\gamma\varrho_2$	$\gamma\varrho_3$	$B\gamma$	B	Y	P_1	π_2
Herr Dr. Thiéry	41	32	45	37	36	42	41	32	16	38
» Dr. C. Kiesow	32,5	25	32	44	50	38	51	40	19	28,5
» Arrer	21,5	42,5	64	44	42,5	17	38	36,5	32	22
» Eisler	48	17	21	36	49	32	42,5	36	29	49,5
» Dr. F. Kiesow	39,5	25	20	34,5	48	44	41,5	40,5	31,5	35,5
» Dr. Aars	41,5	37,5	23	25,5	35	22	38	36,5	49,5	51,5
» Dr. Meumann	52,5	32,5	49	31	40,5	18,5	13,5	24,5	38,5	59,5
Summe	276,5	211,5	254	252	301	213,5	265,5	246	215,5	284,5

Tabelle IV.

Beobachter	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°
Herr Dr. Thiéry	1,3	1,6	3,2	4,5	5,3	5,8	6,0	6,2	6,3	5,8	5,1	4,3	3,4	2,8	2,2	1,5	1,4
» Dr. C. Kiesow	2,2	2,3	2,9	3,9	4,4	4,8	5,3	5,4	5,9	6,0	5,8	4,7	4,0	3,3	2,7	2,0	1,3
» Arrer	1,6	2,1	3,3	4,5	5,3	5,7	5,9	5,4	5,1	4,3	4,1	4,0	4,1	3,9	3,1	2,0	1,6
» Eisler	1,5	2,4	3,2	4,0	4,4	4,5	4,8	5,1	5,4	5,6	5,2	4,9	4,4	3,7	3,1	2,0	0,8
» Dr. F. Kiesow	0,9	1,9	3,2	4,0	4,5	5,1	5,5	5,7	5,4	5,5	5,6	5,4	4,4	3,7	2,8	1,7	0,9
» Dr. Aars	2,2	2,7	3,4	3,7	4,1	4,5	4,7	4,7	4,4	4,5	4,6	4,7	4,1	3,4	2,9	2,4	1,6
» Dr. Meumann	2,0	3,1	4,8	4,8	4,7	4,6	5,0	5,3	5,0	4,5	4,1	3,5	3,8	3,7	3,7	2,6	1,1
Summe	11,7	16,1	24,0	29,4	32,7	35,0	37,2	37,8	37,5	36,2	34,5	31,5	28,2	24,5	20,5	14,2	8,7
Durchschnitt	1,7	2,3	3,4	4,2	4,7	5,0	5,3	5,4	5,4	5,2	4,9	4,5	4,0	3,5	2,9	2,0	1,2

Tabelle V.

	Mittelcurve				Einzelfarbe	
	180°-20°	180°-340°	Maximal- abstand	Lage des Maximums	MV	Maximal- abstand
Herr Dr. Thiéry	5,0	4,9	5,0	180°	5,6	29
» Dr. C. Kiesow	3,7	4,6	4,7	200°	8,6	32
» Arrer	3,5	3,5	4,3	140°	11,3	47
» Eisler	3,9	4,6	4,8	200°	9,0	32,5
» Dr. F. Kiesow	4,5	4,5	4,8	160°	6,7	28
» Dr. Aars	2,2	2,8	3,1	140°-160° 240°	7,7	29,9
» Dr. Meumann	3,0	3,9	4,2	160°	12	46

Tabelle VI. Herr H.

	ϱ_1	ω_1	Γ	$\gamma\varrho_2$	$\gamma\varrho_3$	$B\gamma$	B	Y	P_1	π_2
Einzelwahlreihe	0,5	3,5	5	5,5	4,5	6	6,5	7	6	0,5
Summe wie in Tabelle III	32,5	41,0	17	43	39,5	28,0	48,5	50,0	28,0	32
Grund- farbe	(Cf. Tabelle I.)									
ϱ_1	$\omega_1 = 2,5$	$\Gamma = 2$	$\gamma\varrho_2 = 3,5$	$\gamma\varrho_3 = 2,5$	$B\gamma = 3,5$	$B = 6$	$Y = 7$	$P_1 = 6$	$\pi_2 = 3$	
ω_1	$\Gamma = 0$	$\gamma\varrho_2 = 4,5$	$\gamma\varrho_3 = 3$	$B\gamma = 3$	$B = 7,5$	$Y = 7$	$P_1 = 5,5$	$\pi_2 = 3$	$\varrho_1 = 2,5$	
Γ	$\gamma\varrho_2 = 5$	$\gamma\varrho_3 = 7,5$	$B\gamma = 3$	$B = 7$	$Y = 5,5$	$P_1 = 3,5$	$\pi_2 = 3$	$\varrho_1 = 1,5$	$\omega_1 = 0$	
$\gamma\varrho_2$	$\gamma\varrho_3 = 3$	$B\gamma = 4,5$	$B = 7$	$Y = 7,5$	$P_1 = 3,5$	$\pi_2 = 2$	$\varrho_1 = 3$	$\omega_1 = 2,5$	$\Gamma = 3$	
$\gamma\varrho_3$	$B\gamma = 5,5$	$B = 7,5$	$Y = 7,5$	$P_1 = 2,3$	$\pi_2 = 3$	$\varrho_1 = 2$	$\omega_1 = 2$	$\Gamma = 1$	$\gamma\varrho_2 = 5$	
$B\gamma$	$B = 2$	$Y = 3$	$P_1 = 0,5$	$\pi_2 = 4,5$	$\varrho_1 = 4,5$	$\omega_1 = 7$	$\Gamma = 1,5$	$\gamma\varrho_2 = 8$	$\gamma\varrho_3 = 5$	
B	$Y = 3,5$	$P_1 = 3,5$	$\pi_2 = 5$	$\varrho_1 = 4$	$\omega_1 = 6,5$	$\Gamma = 2,5$	$\gamma\varrho_2 = 4$	$\gamma\varrho_3 = 6$	$B\gamma = 1$	
Y	$P_1 = 2$	$\pi_2 = 4$	$\varrho_1 = 5$	$\omega_1 = 8$	$\Gamma = 2$	$\gamma\varrho_2 = 6$	$\gamma\varrho_3 = 5$	$B\gamma = 1$	$B = 3$	
P_1	$\pi_2 = 4,5$	$\varrho_1 = 5$	$\omega_1 = 7,5$	$\Gamma = 4$	$\gamma\varrho_2 = 2,5$	$\gamma\varrho_3 = 5$	$B\gamma = 2,5$	$B = 1,5$	$Y = 3,5$	
π_2	$\varrho_1 = 5$	$\omega_1 = 5$	$\Gamma = 1$	$\gamma\varrho_2 = 4,5$	$\gamma\varrho_3 = 2,5$	$B\gamma = 4$	$B = 7$	$Y = 6$	$P_1 = 1$	

§ 7. Sättigung.

Die Versuche wurden hier wie bei den folgenden Reihen an rotirenden Scheiben angestellt. Benutzt wurde Roth, Blau und Grün von Rothe in Prag (nach Hering). Es wurden 7 Sättigungsstufen in der Weise hergestellt, dass der Farbe 0° 60° 120° 180° 240° 300° 360° Weiß resp. Schwarz zugesetzt wurde. Diese 7 Stufen wurden paarweise unter einander verglichen (21 Versuche). Die Versuche ergaben, dass im allgemeinen die gesättigtere Farbe gegenüber der weniger gesättigten Farbe gefällt. Nur eine Reihe zeigt etwas größere Unregelmäßigkeiten. Da der Zusatz von Weiß die Sättigung stärker herabsetzt als der von Schwarz, so sind die Differenzen hier größer. Da das Resultat so deutlich hervortritt und so vollständig den Beobachtungen des Lebens entspricht, erscheint die verhältnissmäßig geringe Zahl der Versuche und Beobachter gerechtfertigt. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Farbe	Zusatz von	Zahl der Beobachter	0°	60°	120°	180°	240°	300°	360°
Roth	Schwarz	4	15	16	12	10	14,5	10,5	6
Roth	Weiß	4	23	13,5	11	12,5	8	9	7
Blau	Schwarz	4	24	19,5	16,5	12	8	4	0
Blau	Weiß	4	21	19	13	9	8	6	8
Grün	Schwarz	3	17	15,5	12	9	6	2	1,5
Grün	Weiß	3	18	13,5	10	6	5,5	5,5	4,5

§ 8. Helligkeit. Farblose Scheiben.

Die Versuche wurden an rotirenden Scheiben von 7 cm Radius angestellt. Bei den Combinations-Versuchen bestand die Scheibe aus einem inneren Kreise von 3,5 cm Radius, welcher variiert, und einem äußeren Ringe, welcher constant blieb. Die Gradzahlen in den folgenden Tabellen bezeichnen überall den Zusatz von Schwarz.

Die Versuche beweisen, dass auch 2 Helligkeiten um so besser zu einander passen, je verschiedener sie sind. Und zwar zeigte sich dies nicht nur für die Summe aller Beobachter, sondern mit alleiniger Ausnahme des farbenblinden Herrn H. auch für jeden einzelnen Beobachter. Bei den Einzelwahlversuchen zeigte sich als deutliches Resultat nur eine Bevorzugung des Weiß. Sonst wichen hier die einzelnen Beobachter stark von einander ab. Es folge eine kurze Uebersicht der Resultate.

Außen 180° Weiß, 180° Schwarz. 78 Versuche. Vier Beobachter.

Innen Zusatz von Schwarz	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
Vorzugsurtheile	39,5	39,5	37	24,5	23	13	3,5	10	16,5	21,5	22	26,5	35,5

Zwei Reihen von je 36 Versuchen. Sechs Beobachter.

	Innen Schwarz	0°	30°	60°	120°	180°	240°	300°	330°	360°
Außen 360° Weiß	} Vorzugsurtheile	7,5	9,25	13,5	23,5	27,5	31	30,5	34,75	38,5
Außen 360° Schwarz		38,25	37,75	35,5	26,5	23,75	22,75	21,5	8	2

Diese beiden Reihen wurden bei je 3 Beobachtern wiederholt. In die vorstehend mitgetheilte Summe ist bei diesen der Durchschnitt beider Reihen eingerechnet. Die Abweichungen der zweiten Reihe von der ersten betragen:

Beobachter	Abweichende Urtheile			
	Außen Weiß		Außen Schwarz	
	Zahl	Werth	Zahl	Werth
Herr Eisler	3	3	0	0
» Dr. C. Kiesow	8	7,5	17	16,5
» Arrer	16	14	4	2,5

Unter der Rubrik Werth sind diejenigen Urtheile, bei welchen einmal »gleich« geurtheilt wurde, mit 0,5 berechnet. Zwischen der Reihe und ihrer Wiederholung

lagen mehrere Wochen, in welche die Weihnachtsferien und eine große Anzahl anderer Versuche fielen.

Einzelwahlversuche. 21 Versuche. Sechs Beobachter.

	0°	60°	120°	180°	240°	300°	360°
Vorzugszahlen	24,5	21,25	15,75	16,25	14,75	17,25	16,25

Die Reihe wurde bei zwei Beobachtern wiederholt. Es zeigten sich bei Herrn Arrer der Zahl nach 11, dem Werth nach 7 abweichende Urtheile, bei Herrn Dr. C. Kiesow nach Werth und Zahl 10. Hiernach erscheint diese Reihe in besonders hohem Maße von variablen Umständen abhängig.

Es wurden auch Versuche mit Combinationen von je drei Helligkeiten angestellt. Doch zeigte es sich bald, dass hier meist nur zwei besonders zusammengefasst wurden. Die Urtheile waren überdies sowohl bei demselben Beobachter zu verschiedenen Zeiten als auch bei verschiedenen Beobachtern untereinander so völlig abweichend, dass die Versuche als voraussichtlich ergebnisslos abgebrochen wurden.

§ 9. Farblose Helligkeit mit Farbe combinirt, erstere variirt.

Die Versuche wurden in derselben Weise wie die im vorigen § beschriebenen angestellt. Nur wurde der äußere Ring variirt. Jede Reihe bestand aus 21 Versuchen. Als farbige Scheiben wurden dieselben Farben wie in § 7 auch hier und im Folgenden benutzt. Die Helligkeit dieser Farben ergab sich aus besonderen Versuchen wie folgt:

Blau = 305° Schwarz + 55° Weiß
 Grün = 280° Schwarz + 80° Weiß
 Roth = 270° Schwarz + 90° Weiß.

Die Helligkeiten sind im Folgenden immer durch Angabe des schwarzen Antheils ausgedrückt. Die Resultate der Versuche enthält die folgende Tabelle.

Innen Grundfarbe	Hellig- keit der- selben	Zahl der Beobachter	Außen Grau. Schwarz gemessen						
			0°	60°	120°	180°	240°	300°	360°
Roth 360°	270°	6	21	21,5	14,5	14	20,5	24,5	10
Roth 180°, Weiß 180°	135°	6	18,5	14	10,5	16	21	26,5	19,5
Blau 360°	305°	5	25	18	15,5	9,5	11	14	12
Blau 180°, Weiß 180°	152,5°	5	19,5	15	13,5	11,5	12,5	20,5	12,5

Die einzelnen Reihen sind in ihren Resultaten nicht sehr deutlich, weil mehrere einander z. Th. widerstrebende Einflüsse zusammenwirken. Zunächst ist, wie schon früher erwähnt, meist eine Vorliebe für Weiß (0°), zuweilen auch eine solche für Schwarz vorhanden. Außerdem wirkt der bei gleichen Helligkeiten am stärksten hervortretende Farbencontrast angenehm, indem er eine complementäre Zusammenstellung herbeiführt. Endlich wirkt der Helligkeitsunterschied lust-erregend. Es ist deutlich, dass die beiden letztgenannten Einflüsse einander theilweise aufheben müssen. Doch ersieht man aus vorstehender Tabelle, wenn man die erste und zweite oder die dritte und vierte Reihe unter einander vergleicht, deutlich den Vorzug des Helligkeitsunterschiedes, während derselbe, wenn man nur eine Reihe für sich betrachtet, durch die anderen mitwirkenden Umstände verdeckt wird.

§ 10. Zwei Farben, von denen eine in der Helligkeit variirt wird.

Die Versuchsanordnung ist dieselbe wie oben, nur dass der innere Ring variirt wird. Derselbe enthält stets 180° der betreffenden Farbe, während die anderen 180° durch ein Grau von wechselnder Zusammensetzung gebildet werden. Diese variirten Kreise von 3,5 cm Radius wurden auch in Einzelwahlreihen dargeboten. Mit der Zusammensetzung des Grau ändert sich nicht nur die Helligkeit, sondern auch die Sättigung der Farbe. Die dunkleren Nüancen sind zugleich die gesättigteren. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Außen Grundfarbe	Helligkeit der- selben	Zahl der Beob- achter	Innen Blau 180°, Grau variiert 180°										Schwarz		
			0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	150°	180°	302,5°	332,5°		
1. Roth 360°	270°	7 6 ¹⁾	20 15	19,5 15,5	17 13	18,5 14,5	19,2 16,5	22 21	30,5 30,5						
2. Roth 180°, Weiß 180°	135°	7 6 ¹⁾	9,5 4,5	15 9	14,5 11,5	21,5 18,5	24,5 21,5	27,5 26,5	34,5 34,5						
3. Einzelwahl		5	9,5	12,5	15	17	25	31,5	36,5						
4. Grün 180°, Schwarz 180°	320°	5 4 ¹⁾	10,5 10,5	9,5 8,5	11 9	17,5 14,5	20 16	20 15	16,5 10,5						
5. Grün 180°, Weiß 180°	140°	5 4 ¹⁾	9 3	12 7	13,5 9,5	14 11	16,5 14,5	17,5 16,5	22,5 22,5						
			Innen Roth 180°, Grau variiert 180°										Schwarz		
			0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	225°	255°	285°	315°	315°	315°
6. Grün 180°, Schwarz 180°	320°	4 3 ¹⁾	12 11	10,5 10,5	8 6	8,5 5,5	10,5 6,5	12,5 7,5	22 16						
7. Grün 180°, Weiß 180°	140°	4 3 ¹⁾	6,5 1,5	9,5 3,5	9 5	11 8	14 12	16 15	18 18						
8. Einzelwahl		4	7,5	8,5	6,5	7,5	14,5	15,5	24						

1) Ohne Herrn Dr. Thiéry.

Ein Beobachter (Dr. Thiéry) zeigte sehr stark von den anderen abweichende Resultate, so dass bei allen Combinationsreihen die Ergebnisse mit Einschluss und mit Ausschluss seiner Zahlen mitgetheilt sind. Die zusammenwirkenden Factoren sind hier im

Wesentlichen die folgenden: Zunächst wird natürlich die gesättigtere Vergleichsfarbe vor den weniger gesättigten vorgezogen. Dies zeigt sich bei allen Reihen, am klarsten natürlich bei den Einzelwahlreihen. Wenn man aber zwei zusammengehörige Combinationsreihen (1 und 2, 4 und 5, 6 und 7) untereinander vergleicht, so merkt man den Einfluss des Helligkeitsunterschiedes ziemlich gut, besonders nach Ausschluss des Dr. Thiéry, der merkwürdigerweise meist die Helligkeitsgleichheit bevorzugt. Außerdem bleibt auch der Farbenton der Vergleichsfarbe nicht constant, denn einmal wirkt der Farbencontrast und außerdem haben Weiß und Schwarz stets eine gewisse und zwar nicht genau dieselbe Färbung. Auf die Mitwirkung dieser Aenderungen bin ich von den Beobachtern mehrfach aufmerksam gemacht worden.

Capitel III.

Die Resultate und ihre Verwerthung.

§ 11. Uebersicht früherer Leistungen und Ansichten.

Die vorliegenden Untersuchungen beschäftigen sich ausschließlich mit der Lust- bez. Unlustwirkung optischer Eindrücke, nicht mit ihrer Gefühlsbetonung überhaupt. Es liegt mir natürlich fern, die Stimmungswirkung der Farbe (z. B. Roth aufregend, Blau beruhigend) zu leugnen. Im Gegentheil glaube ich, dass sich hier ein interessantes Feld der Untersuchung aufthut, welches für die Frage nach Art und Zahl der Gefühlsqualitäten entscheidende Resultate liefern können. Im Folgenden jedoch, besonders auch in der kurzen historischen Uebersicht sollen diese Fragen möglichst unberührt bleiben.

◀ Schon die großen Kunsttheoretiker der Renaissance haben über das Zusammenpassen der Farben nachgedacht. So sagt Leon Battista Alberti¹⁾: »Wohlgefallen wird dort entstehen, wo eine Farbe von der danebenstehenden sich kräftig abheben wird.« Ferner lobt Alberti die Zusammenstellung Rosa, Grün und Himmelblau und empfiehlt, helle und dunkle Farben neben einander zu setzen.

◀ 1) Drei Bücher über die Malerei. In »Kleinere kunsttheoretische Schriften« herausgeg. von Janitschek. Wien 1877, S. 136 f. >

Leonardo da Vinci¹⁾ erwähnt ebenfalls die Hebung der Farben durch Contrast in Helligkeit und Farbenton. Als schöne Combinationen erwähnt er Grün-Roth und Grün-Blau, als hässliche Azurblau-Hellgelb. An einer anderen Stelle²⁾ sagt er, dass Grün zu Roth, Purpur, Blassviolett, Blau aber zu Gelb passe. Merkwürdigerweise gibt Leonardo aber noch eine andere Regel³⁾: »Willst Du bewirken, dass die Nachbarschaft einer Farbe einer andern anstoßenden Farbe Anmuth verleihe, so bediene Dich der Regel, die man die Sonnenstrahlen bei der Fügung des Bogens am Himmel, den man mit anderem Namen Iris nennt, bilden sieht«. Mir scheint, dass hier aus Leonardo mehr der begeisterte Physiker und Naturbetrachter als der große Künstler spricht.

Machen wir einen Sprung in unserer geschichtlichen Betrachtung und halten wir bei Goethe⁴⁾. Er unterscheidet zunächst rein harmonische, charakteristische und charakterlose Zusammenstellungen. Als harmonisch gelten ihm die Complementärfarben, Gelb-Rothblau, Blau-Rothgelb, Purpur-Grün. Zu bemerken ist, dass Purpur bei Goethe gesättigtes Roth bedeutet. Charakteristisch sind Gelb-Blau, Gelb-Purpur, Blau-Purpur, Gelbroth-Blauroth. Charakterlos sind z. B. Gelb-Gelbroth, Blau-Blauroth, Gelb-Grün. Die Einzelfarbe wird bei Goethe nur nach ihrem Stimmungscharakter besprochen. Dagegen findet sich eine Bemerkung über das Gefallen der Einzelfarben an einer Stelle, an der man es nicht vermuthen sollte, nämlich bei Reichenbach⁵⁾. Dieser behauptet, dass seine »Sensitiven« d. h. diejenigen, welche das Od, ein mysteriöses Fluidum, empfinden können, eine Abneigung gegen Gelb hatten. 83 Personen dieser Art sollen das übereinstimmend ausgesagt haben. Nichtsensitive sollen gegen keine Farbe eine besondere Abneigung empfinden. Es dürfte an diesen Angaben die entschiedene Abneigung vieler Personen gegen Gelb richtig sein. Endlich wäre auf dem Gebiet

1) Das Buch von der Malerei, herausg. von Heinrich Ludwig. Wien 1882. Bd. I. S. 278. Cap. 258. S. 224. Cap. 190 a.

2) A. a. O. Bd. I. S. 275. Cap. 253.

3) A. a. O. Bd. I. S. 224. Cap. 190.

4) Zur Farbenlehre (Werke. Cotta 1858 in 40 Bänden) Bd. 37. S. 261 bis 265.

5) Der sensitive Mensch und sein Verhalten zum Ode. Stuttgart und Tübingen 1854. Bd. I. S. 21. S. 673 ff. Für die Mittheilung dieser Notiz bin ich Herrn Moritz Wirth zu Dank verpflichtet.

der Einzelfarbe noch Chevreul's¹⁾ Aeußerung zu erwähnen, dass die Farbe an sich, ohne Rücksicht auf Zeichnung oder Zusammenstellung, wohlgefällig ist.

〈Seit man das Licht auf schwingende Bewegung zurückführte, musste es nahe liegen, die Farbenharmonie in Analogie zur Tonharmonie zu setzen. Versuche der Art sind verschiedentlich gemacht worden, unter anderen von Unger²⁾, dem sich Zimmermann³⁾ anschließt. Man glaubte, eine Analogie zu den Obertönen im Mitempfinden der Complementärfarbe zu haben, man sprach sogar von farbigen Dur- und Moll-Accorden. In eigenthümlich abweichender Form findet sich eine verwandte Lehre bei Horwicz⁴⁾. Dieser hält die Zusammenstellung von Contrastfarben für die wohlgefälligste, was er auf eine hier erreichte mittlere Verschiedenheit zwischen den Schwingungszahlen zurückführt. Dies setzt er dann weiter in Analogie zur Harmonie der Töne. Auf die völlige Haltlosigkeit derartiger Meinungen hat Helmholtz⁵⁾ und haben viele andere nach ihm mit Recht hingewiesen. Es ist kaum nöthig, die gründliche Verschiedenheit der Farben- und Tonempfindung hier zu erörtern. Man findet Näheres darüber z. B. bei von Bezold⁶⁾. Zutreffend ist wohl auch, was C. Hermann⁷⁾ sagt: »Jede einzelne Farbe ist mehr an sich etwas Werthvolles und Bedeutsames für uns, während der Ton mehr als ein Ganzes oder eine fließende Reihe einzelner Elemente und Abstufungen einen Werth für uns hat«. . . . »Es hängt dies damit zusammen, dass die Wahrnehmung der Farben wesentlich dem Elemente des Nebeneinander, die des Tons demjenigen des Nacheinander angehört.« >

Gemäß der vielfach herrschenden Tendenz, die körperliche Lust auf eine Förderung oder eine fördernde Bethätigung des betreffenden Organs zurückzuführen, suchen eine Reihe neuerer Psychologen auch

1) De la loi du contraste simultané des couleurs. Paris 1839. S. 106.

2) Die bildende Kunst. Göttingen 1858.

3) Aesthetik. Zweiter systematischer Theil. Wien 1865. S. 247 ff.

4) Psychologische Analysen. Zweiter Theil, zweite Hälfte. Magdeburg 1878. S. 132 ff.

5) Physiologische Optik. 1. Aufl. S. 236—237.

6) Die Farbenlehre im Hinblick auf Kunst und Kunstgewerbe. Braunschweig 1874. S. 141 ff.

7) Aesthetische Farbenlehre. Leipzig 1876. S. 67.

das Gefallen an Farben und Farbencombinationen zu erklären. So besonders Spencer¹⁾ und nach ihm Guyau²⁾. Andere, wie Waitz³⁾, Lotze⁴⁾, Bain⁵⁾ begnügen sich, mit größerer oder geringerer Bestimmtheit einen organischen Einfluss anzunehmen. Eine nähere Ausführung dieser Vorstellungen hat Grant Allen⁶⁾ versucht. Er nimmt an, dass das Auge sich fortwährend hin und her bewegt, so dass, wenn benachbarte Stellen in Contrastfarben gehalten sind, nach einander die verschiedenen Fasersorten derselben Netzhautstelle gereizt werden, und dadurch eine normale Thätigkeit ohne Ermüdung aufrecht erhalten wird. Bei nicht allzukleinen an einander grenzenden Flächen müsste man eine übergroße Beweglichkeit und Unruhe des Auges annehmen, um diese Anschauung halten zu können. Ueberdies steht sie, mit dem, natürlich auch von Grant Allen anerkannten Missfallen an flackernden Eindrücken in Widerspruch.

Eine bestimmtere Ansicht hat Field⁷⁾ in seiner Lehre von den chromatischen Aequivalenten aufgestellt. Er nimmt an, dass eine farbige Combination gefällt, wenn ihre sämtlichen Glieder in der verwendeten Intensität und Ausdehnung gemischt Grau ergeben. Es ist wohl allgemein anerkannt, dass diese Lehre theoretisch unbegründet ist und der Stützen in der Erfahrung entbehrt⁸⁾.

Weiter als diese Anschauung hat sich die Lehre verbreitet, dass die sogenannte Farbenharmonie auf den Verhältnissen des simultanen Contrastes beruhe. Sie geht aus von Chevreul⁹⁾. Dieser entdeckte, dass benachbarte Farben einander für die Empfindung so verändern, als ob jeder etwas von der Complementärfarbe der anderen beigemischt wäre. Sind also die beiden Farben einander complementär, so heben sie einander lediglich, ohne den Farbenton

1) Principien der Psychologie. Deutsch von Vetter. Stuttgart 1886. Bd. II. S. 716.

2) Les problèmes de l'esthétique contemporaine. Paris 1884. S. 60.

3) Lehrbuch der Psychologie. Braunschweig 1849. S. 341.

4) Medicinische Psychologie. Leipzig 1852. S. 243.

5) The Emotions and the Will. III. Aufl. London 1888. S. 229.

6) Physiological Aesthetics. London 1877. S. 161 ff.

7) Chromatics. London 1845.

8) Vergl. dazu v. Bezold a. a. O. S. 224 und Brücke, Physiologie der Farben. S. 234.

9) La loi du contraste simultané des couleurs. Paris 1839. S. 107 ff. Das Contrastgesetz wird S. 14 aufgestellt.

abzulenken. Sind sie aber einander sehr nahe liegend, so entwickelt sich gar kein, oder doch nur ein geringer Contrast. Anders bei mittlerer Verschiedenheit zwischen den beiden Componenten. Setzt man z. B. ein Blau neben ein Grün, so erscheint das Blau nach Violett, das Grün nach Gelb abgelenkt und beide in ihrer Sättigung vermindert; es entsteht der sogenannte schädliche Contrast. Diese Verbindungen sind daher schlecht oder doch weniger gut, während die Verbindung der Complementärfarben am günstigsten wirkt.

Brücke¹⁾ unterscheidet zunächst zwischen kleinen und großen Intervallen. Unter den ersteren versteht er Zusammenstellungen, deren Glieder einander im Farbenkreis nahe liegen. Diese kleinen Intervalle gefallen, wenn die Helligkeitsvertheilung der natürlichen Schattenwirkung entspricht. Wenn man z. B. ein rothes Tuch in Falten legt, so erscheinen die beschatteten Partien purpurn. Bei einer Zusammenstellung Roth-Purpur müssten also die purpurnen Partien dunkler gewählt werden. Für die gutwirkenden großen Intervalle gibt Brücke²⁾ keine allgemeine Regel, sondern nur specielle Vorschriften. Dagegen führt er die Gründe an, aus denen seiner Ansicht nach eine Combination schlecht sein könnte³⁾. Es sind drei. Entweder die Combination wirkt hart oder grell, was bei starkgesättigten Contrastfarben eintreten kann. Oder sie ist mangelhaft, weil eine Farbe fehlt, um die Combination zu Weiß zu ergänzen. Besonders stark werde hier das Fehlen von Roth empfunden. Oder endlich eine Combination ist schlecht durch schädlichen Contrast.

von Bezold⁴⁾ gibt dem Brücke'schen Gesetze der kleinen Intervalle folgende Form: »Bei Zusammenstellung nach kleinen Intervallen müssen die beiden Farben in ihrem natürlichen Helligkeitsverhältnisse stehen, oder die Helligkeiten der beiden Farben müssen sich in demselben Sinne ändern wie auf dem Farbenkreise.« Die mittleren Intervalle gelten auch ihm als besonders missfällig,

1) Physiologie der Farben für die Zwecke der Kunstgewerbe. Leipzig 1866. S. 176 ff.

2) A. a. O. S. 180 ff.

3) A. a. O. S. 203 ff.

4) Die Farbenlehre im Hinblick auf Kunst und Kunstgewerbe. Braunschweig 1874. S. 219 ff.

was er einerseits auf ihre unbestimmte Natur — sie zeigen weder annähernde Gleichheit noch genügenden Gegensatz, andererseits auf den schädlichen Contrast zurückführt. Die größte Schönheit soll nicht bei Complementärfarben erreicht sein, da diese leicht etwas hart wirken, sondern bei einer ein wenig geringeren Verschiedenheit.

Alfred Lehmann¹⁾ sucht auch das Brücke'sche Gesetz der kleinen Intervalle, welches nach ihm wie nach von Bezold auch für mittlere Intervalle Gültigkeit hat, auf Contrastverhältnisse zurückzuführen, da die Helligkeitsdifferenz den schädlichen Contrast vermindert. Außer dem Gesetz der Vermeidung des schädlichen Contrastes, dem Inductionsgesetz, wie er es nennt, stellt Lehmann unter dem Namen »Aequivalentgesetz« die Regel auf, dass zwei combinirte Farben die Aufmerksamkeit gleichstark fesseln sollen. Dies wird dadurch erreicht, dass man der weniger gesättigten eine entsprechend größere Ausdehnung gibt. Lehmann hat zum Beweise dieses Gesetzes 20 Versuche nach der Methode der Herstellung angestellt.²⁾ Er hat damit weiteren Forschungen einen Weg gewiesen. Aber die Versuche sind viel zu wenig zahlreich, um wirkliche Schlüsse zu gestatten. In der vorliegenden Arbeit habe ich mir die Untersuchung der räumlichen Verhältnisse von Farbencombinationen noch nicht zur Aufgabe gestellt.

Der weit verbreiteten Lehre, dass die Schönheitsverhältnisse der Farbencombinationen ganz oder doch größtentheils auf Contrastverhältnisse zurückzuführen seien, ist Lipps³⁾ mit Entschiedenheit entgegengetreten. Der farbenablenkende Contrast wirke schädlich nur durch Verminderung der Sättigung. Nun brauche man nur etwa die Combination Grün-Blau von sehr gesättigten, die Combination Grün-Purpur von viel matteren Componenten herzustellen, um diese Sättigungsverminderung mehr als auszugleichen. Trotzdem werde man Grün-Purpur viel wohlgefälliger finden. Lipps will die Wohlgefälligkeit complementärer Paare auf den Gefühlsgegensatz zwischen den Componenten zurückführen. Unter diesem

1) Farvernes elementaere Aestetik. Kopenhagen 1884. S. 121—138.

2) A. a. O. S. 81.

3) Grundthatsachen des Seelenlebens. Bonn 1883. S. 273 ff. u. S. 290 ff.

Gefühlsgegensatz ist natürlich nicht Lust-Unlust, sondern der schon erwähnte Gegensatz des Stimmungscharakters zu verstehen. Es wäre dieses Gefallen dann in Analogie zu setzen mit der Freude, die wir überhaupt am gehörigen Wechsel gefühlsmäßig entgegengesetzter Eindrücke haben.

§ 12. Das Gefühlsurtheil und seine experimentelle Verwerthung.

Meine Untersuchungen unterscheiden sich von allen vorliegenden Arbeiten dadurch, dass sie experimentell sind, während jene nur beobachtend waren. Hier wie überall sonst hat das Experiment zunächst den großen Vorzug, dass bei fehlerfreier Anstellung die Resultate in objectiven Daten vorgelegt werden können und von vorgefassten Meinungen des Experimentators unabhängig sind. Um aber die Tragweite dieser Untersuchungen richtig schätzen zu lernen, wird es nöthig sein, kurz zu betrachten, was denn hier eigentlich der experimentell geregeltten Beobachtung unterworfen wird.

Wenn man einem Beobachter zuerst 2 Farbencombinationen mit gleicher Grundfarbe vorlegt und ihn fragt, welche von beiden ihm besser gefalle, so wird er je nach seiner Individualität sich verschieden verhalten. Der eine wird rasch zugreifend entscheiden, der andere lange hin und her schwanken, das einmal gegebene Urtheil wieder zurückziehen und schließlich zu keinem oder doch nur zu einem unsichern Resultat gelangen. Häufig hört man gerade im Anfang, dass die Sache doch wohl bedenklich subjectiv und unsicher sei, dass man sich der Verwendungs-Associationen gar nicht erwehren könne und dergleichen mehr. Wenn man dann wieder und wieder hervorhebt, dass es sich ja hier nicht um eine Geschmacksprüfung handele, dass jedes Urtheil gleichwerthig sei, es möge nun ausfallen wie es wolle, dass es nur darauf ankomme, den augenblicklichen, unmittelbaren Gefühlseindruck wiederzugeben, so gewöhnt man seine Beobachter allmählich an ein ruhigeres Verhalten. Und diese gleichmäßigere Gemüthslage ist ein unabweisbares Erforderniss zum Gelingen der Versuche. Handelt es sich doch bei denselben um einen ziemlich complicirten psychischen Process. Der Beobachter soll die ihm gebotenen Sinneseindrücke

möglichst ohne Reflexion auf sich wirken lassen und er soll dann diesen rein gefühlsmäßigen Vorgang in die intellectuelle Form eines Geschmacksurtheils kleiden. Es besteht also die Gefahr, dass jener intellectuelle Urtheilsvorgang gewissermaßen vorweg genommen werde, dass der Beobachter sich Theorien mache und unbewusst nach diesen sein Urtheil bilde. Solchen Gefahren beugt man schon dadurch etwas vor, dass man die Beobachter über die Ziele und über die Anordnung der Versuchsreihen im Unklaren lässt, dass man etwa geäußerte theoretische Ansichten mit kühler Skepsis und geringem Interesse behandelt, sich aber dieselben ruhig notirt. Leider aber muss man noch zu einer anderen Vorsichtsmaßregel greifen, durch welche manche interessante Beobachtung verloren geht. Man darf die Versuchspersonen nicht zur Selbstbeobachtung anregen. Der ganze Urtheilsprocess muss einigermaßen mechanisirt werden, so dass schließlich der Gefühlseindruck dasjenige ist, was am deutlichsten zum Bewusstsein des Beobachters gelangt. Am Anfang meiner Untersuchung arbeitete ich mit einem Herren, welcher mir ein großes Beobachtungsmaterial zur Verfügung stellen zu können glaubte. Derselbe charakterisirte jeden Farbeindruck nach seinem Stimmungsgehalt, suchte sich eine empirische Scala der absoluten Lust- Unlust-Wirkung zu bilden und so fort. Als ich aber die Reihen dieses Herrn zusammenstellte, ergab sich eine völlige Regellosigkeit der Resultate. Damit ist nicht etwa eine starke Abweichung vom Durchschnitt der anderen Herren gemeint, sondern ein völliger Mangel an Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Resultaten dieses Beobachters selbst. Durch solche Erfahrungen belehrt, habe ich dann später die Herren nicht mehr zur Selbstbeobachtung angehalten, sondern nur gebeten, mir dasjenige mitzuthemen, was sich gelegentlich ihrer Aufmerksamkeit aufdrängte. Diese Bemerkungen wurden dann notirt und gesammelt.

Wie sich schon aus der Zusammenstellung der Versuchsreihen ergibt, ist das ästhetische Urtheil im einzelnen Falle ein Product verschiedener zusammenwirkender Factoren. Beruhte doch der Grundgedanke der großen Versuchsreihe des § 6 auf einer Isolirung zweier solcher Factoren, des Wohlgefallens an der Einzelfarbe als solcher und des Wohlgefallens an der Combination. Es ist wiederholt von den verschiedensten Beobachtern bemerkt worden, dass

diese beiden Factoren gelegentlich mit einander in Streit gerathen oder einander unterstützen. Aber diese beiden Factoren sind nicht die einzigen. Außerdem wurde gelegentlich der Einfluss der Helligkeit und des Helligkeitscontrastes hervorgehoben; insbesondere wurde P_1 wiederholt als zu dunkel, zu wenig sich vom Hintergrund abhebend bezeichnet. Gelegentlich wurden kleine Verschiedenheiten der Beleuchtung oder der Form als störend angegeben. Dem wurde dann, soweit es irgend ging, abgeholfen.

Was die Associationen betrifft, so bemerkten verschiedene Herren, dass ihre Häufigkeit allmählich abnahm. Im Anfange waren besonders Associationen an Flaggen häufig. Bei den ersten Gelatineversuchen dachte ein Beobachter stets an bunte Glasfenster. Ein anderer konnte sich anfangs wechselnder Verwendungs-Associationen schwer erwehren. Nirgends aber bemerkte ich die Associationen als einen constanten, das Urtheil in regelmäßiger Weise beeinflussenden Factor.

Vier verschiedene Beobachter erwähnten gelegentlich, dass sie dieses oder jenes Urtheil abgäben, weil die betreffende Farbe oder Farbencombination ihrer augenblicklichen Stimmung besser entspräche. So wurde auch einmal ein Gleichheitsurtheil durch die Aeußerung motivirt: »Man würde je nach der Stimmung bald das eine bald das andere schöner finden; verschiedener Gefühlscharakter, darum sehr schwer zu entscheiden«. Ein Beobachter hob hervor, dass ihm bei guter Stimmung die Unterschiede viel deutlicher zum Bewusstsein gekommen seien, als bei schlechter.

Ein Einfluss der Reihenfolge der Versuche wurde von 2 Beobachtern gelegentlich hervorgehoben. Er schien sich besonders darin zu äußern, dass eine neu auftretende stark verschiedene Farbe oder Combination durch Abwechslung wohlgefiel. Die gewählte Anordnung der Versuche innerhalb jeder Reihe (cfr. S. 565) bewirkte eine möglichst gleichmäßige Vertheilung derartiger Einflüsse. Da sich das einzelne Urtheil als Resultante so vieler Factoren zu erkennen gibt, ist es begreiflich, dass die Gleichheitsurtheile in Wahrheit vielmehr die Bedeutung eines schwankenden Urtheils besitzen. Bei denjenigen Reihen, welche wiederholt wurden, ergab es sich denn auch, dass die Gleichheitsurtheile verhältnissmäßig sehr selten in beiden Reihen übereinstimmten. Bei denjenigen

Reihen, deren abweichende Urtheile am Schluss des § 5 (S. 576) mitgetheilt sind, ergab sich in Bezug auf die Gleichheitsurtheile folgendes: In der Einzelwahlreihe waren bei allen 4 Beobachtern zusammen bei der ersten Vorlegung 66, bei der zweiten 67 Gleichheitsurtheile abgegeben worden. Unter diesen fielen nur 31 beide Male auf dieselben Urtheile, während 35, bez. 36 also mehr als 50% abweichende Urtheile waren. Bei der Combinationsreihe waren unter 27 bez. 21 Gleichheitsurtheilen sogar nur 9 übereinstimmende. Dazu kommt, dass die Gleichheitsurtheile bei verschiedenen Beobachtern in sehr verschiedener Häufigkeit auftreten, und dass manche Herren den Ausdruck »unbestimmt« im allgemeinen vorziehen. Man ersieht hieraus, dass ich berechtigt war, Gleichheits- und Unsicherheitsurtheile rechnerisch gleich zu behandeln.

Diese Betrachtungen werden zur Genüge dargelegt haben, dass bei unserem ästhetischen Urtheil neben den constanten Haupteinflüssen eine große Menge variabler und schwer zu übersehender Nebeneinflüsse mitwirken, deren störende Wirkung die Vermehrung der Versuchszahl beseitigen oder doch vermindern muss. Die Gesetzmäßigkeit der Versuchsergebnisse besonders in den Reihen des § 6 und des § 8 beweist die Möglichkeit einer solchen Elimination nach dem Gesetz der großen Zahl.

§ 13. Zusammenstellung der Resultate.

1) Von zwei Nüancen derselben Farbe gefällt die gesättigtere besser (§ 7). Auch unter einer Reihe verschiedener Farben werden im allgemeinen die gesättigteren bevorzugt. Unter annähernd gleichgesättigten Farben scheint die Bevorzugung auf rein individuellen Neigungen zu beruhen. Nur das Gelbe dürfte für die Mehrzahl hinter den anderen Farben zurückstehen, auch wenn es ganz gesättigt ist. Jedoch reichen die vorliegenden Beobachtungen nicht aus, sich ein Urtheil über die Tragweite dieser letzteren Behauptung zu bilden (§§ 5—6).

2) Gleiche Wohlgefälligkeit der Componenten vorausgesetzt, ist eine Combination von 2 Farben um so wohlgefälliger, je weiter die Componenten von einander verschieden sind. Wenn man dies Verhältniss in Form einer Curve darstellt, deren Abscissenachse

der am Orte der Grundfarbe durchgeschnittene Farbenkreis bildet, so zeigt sich, dass dieselbe an ihren beiden Enden steiler aufsteigt als in der Gegend des Maximums (Fig. 2 der Tafel). Die Feststellung des Farbenkreises ist aber im Einzelnen zu willkürlich, als dass es lohnen sollte, eine empirische Formel für die Curve zu berechnen (§§ 4—6).

3) Zwei farblose Helligkeiten passen um so besser zusammen, je verschiedener sie sind. Die Grenze, innerhalb deren dies geprüft werden konnte, bildet die Zusammenstellung eines weißen Cartons mit einem mattschwarzen Papier bei Beleuchtung durch diffuses Tageslicht. Dies entspricht etwa einem Helligkeitsverhältniss von 1 zu 40¹⁾. Bei der Vergleichung einzelner Helligkeiten ergab sich die Bevorzugung von Weiß vor Grau und Schwarz als einziges einigermaßen deutliches Resultat (§ 8).

4) Combinirt man eine Farbe mit einer farblosen Helligkeit, welche man variirt, oder zwei Farben, von denen man eine in ihrer Helligkeit variirt, so macht sich ebenfalls ein Vorzug des größeren Helligkeitsunterschiedes vor dem geringeren bemerkbar, doch ist derselbe in Folge anderer entgegenstehender Momente weniger deutlich (§§ 9 u. 10).

Es fragt sich nun, in wie weit diese Resultate Allgemeingültigkeit besitzen. Sie sind gewonnen an Mitgliedern des psychologischen Instituts, d. h. an gebildeten Männern meist im Alter von 20 bis 30 Jahren. Der Nationalität nach waren 10 der Herren Deutsche, je einer Engländer, Norweger, Belgier und Serbe. Soweit es sich überblicken lässt, zeigten die Deutschen keine besonderen Eigen thümlichkeiten den Ausländern gegenüber. (Eine Ausnahme bildet nur die in § 10 mitgetheilte Abweichung des Herrn Dr. Thiéry.)

In soweit als diese Beobachter übereinstimmen, kann man daher ihr Urtheil jedenfalls als allgemein gültigen Durchschnitt gebildeter europäischer Männer ansehen. Nun sind aber die Regeln, welche sich so ergeben haben, sehr einfacher Natur. Sie laufen im wesentlichen darauf hinaus, dass auf dem Gebiete des Gesichtssinns die möglichst große Verschiedenheit an einander

1) Nach Versuchen im Leipziger Laboratorium, deren Resultat Herr Professor Külpe mir gütigst mittheilte.

grenzender Eindrücke das Wohlgefälligste ist. Natürlich gilt dies nur für rein sinnliche Wohlgefälligkeit ohne weitere Nebenbestimmungen. Nun gilt die Vorliebe für stark contrastirende Zusammenstellungen im allgemeinen als ein Kennzeichen roherer Völker und ungebildeter Berufsklassen. Wenn wir dasselbe für Gebildete, deren Auge in Kleidung etc. an matte Farben und geringe Farbenunterschiede gewöhnt ist, bestätigt finden, so haben wir ein gewisses Recht, dies als allgemein gültig anzusehen. Frühere Philosophen und Aesthetiker waren geneigt, gerade die höchsten Ideale der Schönheit als allgemein menschlich zu betrachten, das sinnlich Gefällige aber als schwankend und von individuellen Launen abhängig anzusehen. Sollte uns nicht vielleicht unsere psychologische Einsicht allmählich zu einem entgegengesetzten Resultat führen? Es erscheint durchaus plausibel, dass die sinnliche Constitution des Menschen eine ursprüngliche und gemeinsame ist, während jene complicirten seelischen Beziehungen, auf welchen das höhere ästhetische Gefallen beruht, nach Rasse, Bildungsgrad und Culturstufe sich ändern. Doch mit diesen Bemerkungen ist bereits das Gebiet des thatsächlich Erkannten verlassen und zukünftigen Untersuchungen vorgegriffen.

§ 14. Die theoretische Bedeutung der Resultate.

In Bezug auf die Theorie fragt es sich, welches der Grund für das Gefallen gerade der contrastirenden Farben und Helligkeitscombinationen ist. Da sich die bisherigen Theorien im wesentlichen nur mit der Farbencombination abgaben, so wollen auch wir diese zuerst betrachten und erst nachher die Helligkeitscombinationen mit heranziehen.

Unter den älteren Theorien werden zwei schon durch die Form der Wohlgefälligkeitscurve widerlegt, nämlich diejenige, welche sich auf die Analogie mit der musikalischen Harmonie stützt, und die, welche alles aus Contrastverhältnissen erklären will. Bei der musikalischen Harmonie sind wohlgefällig die einfachen Verhältnisse der Schwingungszahlen, Quinte, Quarte etc. Die zwischen diesen harmonischen Verhältnissen gelegenen Intervalle sind entschieden missfällig, sobald die Abweichung von einem jener Verhältnisse

einen gewissen Grad überschreitet. Eine diesem Verhältnisse entsprechende Curve müsste demnach mehrere scharf abgegrenzte Maxima und Minima zeigen, sie könnte nicht jenen glatten Verlauf haben, den wir an unserer Wohlfälligkeitcurve verzeichneten. Indessen ist es ja kaum erforderlich, sich ernsthaft mit jener Anschauung zu beschäftigen. Wer sich einmal überlegt hat, dass die Luftschwingungen die Cortischen Fasern des Ohres in Schwingungen von gleicher Periode versetzen, während die Lichtstrahlen in der Netzhaut einen uns unbekanntem chemischen Process erregen, der wird eine solche Vergleichung für unzulässig halten müssen.

Ernsthafter ist von vornherein die Contrasthypothese Chevreul's und seiner Nachfolger zu nehmen.

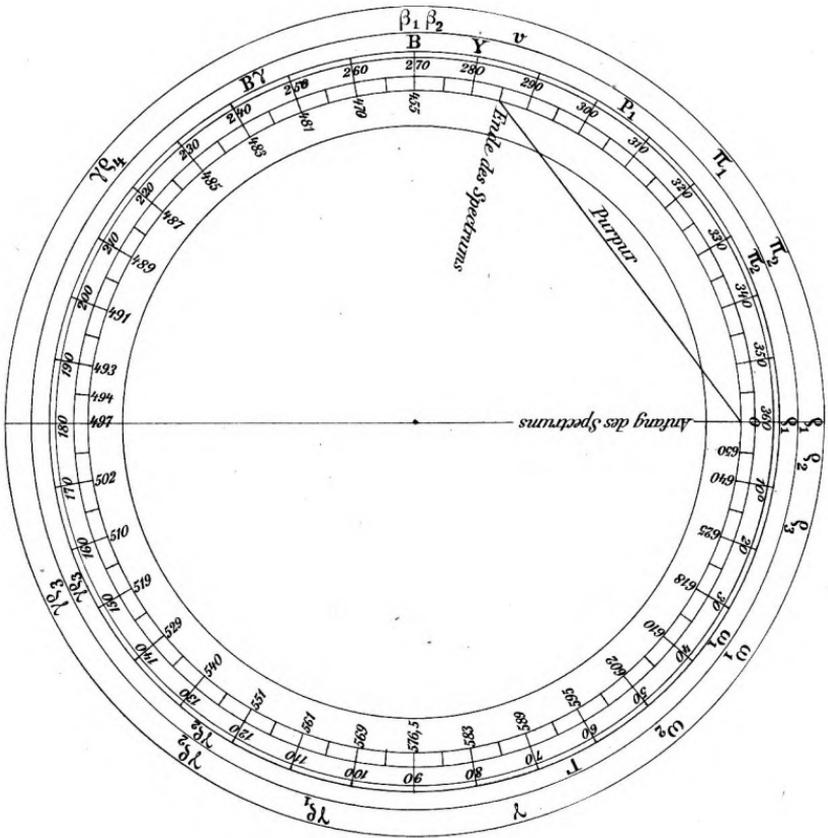
Nach dieser in § 12 näher dargestellten Theorie beruht der verschiedene Gefühlswerth der Farbencombinationen auf der Art, wie die Componenten contrastirend aufeinander wirken. Das Maximum läge danach bei Contrastfarben, welche einander in der Sättigung verstärken. Zwei Minima lägen in der Gegend des stärksten farbenablenkenden Contrastes. Versuche zur Bestimmung dieses letzteren Punktes liegen nicht vor und wären jedenfalls äußerst schwierig. Soviel indessen dürfte man schon jetzt angeben können, dass er irgend wie in der Mitte zwischen Grundfarbe und Complementärfarbe, wahrscheinlich der ersteren näher liegt. Jedenfalls müssten die kleinsten Intervalle den mittleren vorgezogen werden. Die Gestalt unserer Curve ergibt unzweideutig, dass das nicht der Fall ist. Auch die Aussage der Selbstbeobachtung spricht dafür, dass bei Farbenzusammenstellungen noch etwas anderes die Wohlgefälligkeit beeinflusse, als die Sättigung der Componenten, welche durch den Contrast vermehrt oder vermindert wird. Ueberdies ist bei starkgesättigten Farben, wie sie besonders zu den Gelatineversuchen verwendet wurden, der Farbencontrast recht schwach. Man wird nun fragen, wie es kam, dass eine Reihe ausgezeichnete Forscher den Vorzug kleiner vor mittleren Intervallen behaupten konnte.

Die Lösung liegt ziemlich nahe, wenn man sich das Brücke'sche Gesetz der kleinen Intervalle näher ansieht. Wie schon bemerkt, besagt dasselbe, dass kleine Intervalle dann gefallen, wenn die Helligkeitsverhältnisse beschatteten und belichteten Partien des-

selben Gegenstands entsprechen. Nun entnehmen jene Forscher ihr Beobachtungsmaterial meist der ornamentalen Kunst, in welcher es sich so häufig darum handelt, einer Fläche einen mehr oder minder räumlichen dreidimensionalen Charakter zu ertheilen. Infolge dessen werden oft Färbungen gewählt, welche den Eindruck beschatteter und belichteter Partien gewähren. Dass das Brücke'sche Gesetz auch bei mittleren Intervallen eine gewisse Gültigkeit hat, wie besonders von Bezold hervorhebt, dürfte darauf beruhen, dass im allgemeinen die Farben bei verschiedener Helligkeit ihre maximale Sättigung erreichen. Jedenfalls scheint es demnach festzustehen, dass die Verschiedenheit der Empfindungen als solche, abgesehen von der Einwirkung der Empfindungen auf einander, lustvoll wirkt. Dadurch ist schon das Gebiet möglicher Theorien stark eingeschränkt. Ja es ist sogar in gewisser Weise ein positiver Anfang einer Theorie in dem Satze gegeben: »Auf dem Gebiete der Gesichtsempfindungen wirkt die Verschiedenheit benachbarter Empfindungen lusterregend um so mehr, je größer sie ist.«

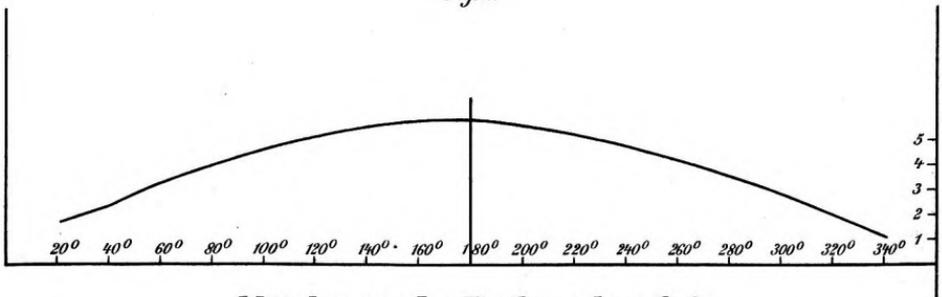
Dieser Satz gilt innerhalb der Grenzen der gewöhnlich in Betracht kommenden Empfindungen, d. h. für Helligkeiten zwischen weißem Carton und gestrichenem schwarzem Papier, für Farben zwischen gesättigten Complementärfarben. Es fragt sich nun, ob der lusterregende Contrast hier im Gegensatz der Empfindungen oder, wie Lipps will, im Gegensatz der begleitenden Gefühlstone liegt. Nach dem gegenwärtig vorliegenden Thatbestand scheint eine endgültige Entscheidung hier nicht möglich zu sein. Indessen konnte mir die innere Wahrnehmung niemals den Gefühlsgegensatz deutlich als lusterregendes Moment darstellen. Ich bin daher immerhin geneigt, den Empfindungsgegensatz selbst als Quelle des Wohlgefallens zu betrachten. Stellt man sich vorläufig auf diesen Standpunkt, so könnte man versuchen, durch Hinweis auf die Lust an vielseitiger normaler Bethätigung eines Organs Anknüpfung an allgemeinere Thatsachen zu gewinnen. Da indessen alle diese Begriffe sich zur Zeit einer exacteren Festsetzung entziehen, und schon die Grundlage zweifelhaft ist, möchte es gerathen scheinen, von weiteren Speculationen in dieser Richtung Abstand zu nehmen. Ist doch ohnedies die Gefühlslehre ein bevorzugter Tummelplatz wenig begründeter Hypothesen.

Fig. 1.



Der Farbenkreis.

Fig. 2.



Mittelcurve der Reihen des § 6.