



## **Die Lehre von der Beleuchtung und Schattierung**

**Delabar, Gangolf**

**Freiburg im Breisgau [u.a.], 1893**

- a) Über die physikalischen und physiologischen Farben
- 

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78623](#)

## Anhang.

### Das Wichtigste aus der Farbenlehre.

(Fig. 106—130, Blatt 33—34.)

226. Bisher haben wir vorzugsweise nur auf die Beleuchtung und Schattierung der Körper Rücksicht genommen. Soll aber auch auf das Kolorit oder auf die Färbung derselben Rücksicht genommen werden, so geschieht dies bei der Darstellung durch das Kolorieren oder die Farbengebung. Dazu ist es aber nötig, daß der Schüler vorher mit den wichtigsten Eigenschaften der Farben, der Farbenmischung und der Farbengebung bekannt gemacht werde. Deshalb soll hier zu diesem Behufe das Wichtigste aus der Farbenlehre noch besonders behandelt werden, und zwar zuerst eine kurze theoretische Betrachtung über die physikalischen und physiologischen Farben und sodann eine kurze praktische Anleitung über den Gebrauch der technischen Farben.\*)

\*) Siehe Newtons Optik. London 1704. Goethes Farbenlehre. 2 Bde. Tübingen 1810. Doves Farbenlehre. Berlin 1853. Unger, Perspektive und Lehre von der Abbildung nach Form, Beleuchtung und Farbe. Göttingen 1856.

a) Über die physikalischen und physiologischen Farben.

(Fig. 106—112, Blatt 33.)

227. Die Farbe eines Körpers hängt von der Natur der Lichtquelle, vorzüglich aber von der Geschwindigkeit der Schwingungen ab, welche die Lichtstrahlen besitzen, die derselbe unserm Auge zusendet, und infolge deren wir denselben überhaupt sehen.

Die Sonnenstrahlen, die unzerlegt in unser Auge gelangen, erscheinen uns weiß, während das irdische Licht der meisten künstlichen Beleuchtungsmittel uns mehr oder weniger gelblich erscheint.

Beim grub, Die Farbengebung in ihrer praktischen Anwendung auf die Gewerbe (Gewerbehalle, Jahrg. 1864, Nr. 3). Helmholz, Handbuch der physiologischen Optik. Leipzig 1867. Schreiber, G., Die Farben ic. Karlsruhe, Druck und Verlag von J. Beith, 1868. Thiele, Jul., Die Farbenlehre als Hilfswissenschaft für Künstler und Industrielle. Berlin 1873. Bezold, Dr. W. v., die Farbenlehre im Hinblick auf Kunst und Kunstgewerbe. Braunschweig 1874.

Wird das Sonnenlicht durch Brechung, Interferenz oder Absorption zerlegt oder sonst verändert, so erscheint es verschieden gefärbt. Das Farbenspektrum des zerlegten Sonnenlichtes zeigt, wie zuerst Newton (1672) durch Versuche nachgewiesen, die ineinander übergehenden sieben Regenbogenfarben: Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau (Hellblau), Indigo (Dunkelblau) und Violett. Unter denselben besitzen die roten Strahlen die kleinste und die violetten die größte Schwingungsgeschwindigkeit, indem jene bei der stärksten Brechung 450 Billionen und diese bei der schwächsten Brechung sogar 790 Billionen Schwingungen per Sekunde machen. Im Vergleiche der Farben mit den Tönen der Musik stellt daher Rot die tiefste und Violett die höchste Farbe dar. Helmholz, und nach ihm auch Bezold, bezeichnet das Hellblau mit Cyanblau und das Dunkelblau mit Ultramarinblau und ergänzt die Reihe der Spektralfarben noch durch die beiden Zwischenfarben Gelbgrün und Blaugrün.

Es mag auch noch bemerkt werden, daß Goethe die Nichtigkeit des Newtonschen Fundamentalsversuches über die Zerlegung des weißen Sonnenlichtes in die bunten Spektralfarben angegriffen hat, ohne denselben je selbst einmal wiederholt zu haben. Seine Farbentheorie, auf die Erscheinung der Farben trüber Medien basiert, hat darum auch auf die Entwicklung der Wissenschaft durchaus keinen bleibenden Einfluß ausgeübt und ist längst als widerlegt anzusehen, während der erwähnte Newtonsche

Versuch für die Farbenlehre für alle Zeiten den Ausgangspunkt bilden wird.

228. Da man die Spektralfarben durch Farbstoffe nur sehr mangelhaft nachahmen kann, so war die Schwierigkeit, sich über bestimmte Farben des Spektrums zu verständigen, lange Zeit hindurch sehr fühlbar. Nach verschiedenen Versuchen gelang es aber endlich dem berühmten Optiker Fraunhofer 1814, diesem Übelstande durch die Entdeckung abzuheften, wonach er in dem mit äußerster Sorgfalt hergestellten Spektrum eine große Menge feiner schwarzer, denu Spalte (des einfallenden Sonnenlichtes) paralleler Linien bemerkte, von denen einzelne durch besondere Schwärze oder durch eigentümliche Gruppierung sich so auszeichnen, daß sie leicht im Gedächtnis zu behalten sind und als unverkennbare Marken für die Spektralfarben dienen. Eben deshalb wurden schon von ihm die wichtigsten derselben mit großen und einige minder wichtige mit kleinen Buchstaben bezeichnet. Diese Linien wurden allgemein angenommen und nach ihrem Entdecker Fraunhofer'sche Linien genannt \*).

\* ) Den beiden deutschen Forschern Kirchhoff und Bunsen war es vorbehalten, 46 Jahre später die bewunderungswürdigste Konsequenz aus dieser Entdeckung zu ziehen und, wie Bezold sehr treffend bemerkt, aus ihr eines der gewaltigsten Werkzeuge menschlicher Forschung zu schmieden: die Spektralanalyse, durch welche man im stande ist, die chemische Beschaffenheit der fernsten Himmelskörper zu untersuchen und Vorgänge auf ihnen zu beobachten, von denen man noch vor vier Decennien glauben mußte, daß sie sich für immer dem menschlichen Auge entziehen würden.

Die relative Lage derselben zu den Spektralfarben ist aus folgendem Schema zu entnehmen.



229. Die durch Zerlegung des Sonnenlichts in einem Glasprisma entstehenden bunten oder prismatischen Farben sind indessen von sehr verschiedener Helligkeit. Am hellsten ist nach Fraunhofer die Stelle des Spektrums, die zwischen Orange und Gelb und nahe der Linie liegt, die von ihm mit dem Buchstaben D bezeichnet worden ist. Von dieser Linie an werden die Farben des Spektrums nach beiden Seiten allmählich dünnler. Auf der Seite des Violetten nimmt aber die Dunkelheit von der Grenze des Indigo an allmählich wieder ab.

Setzt man die größte Helligkeit zwischen Gelb und Orange = 1000, so beträgt sie von Orange nur 640, von Grün 480, von Hellblau 170, von der Mitte des Rot 94, vom äußern Rot 32, zwischen Dunkelblau und Violett 31 und die Mitte von Violett 5. Teilt man dagegen die Breite des ganzen Spektrums in 100 gleiche Teile, so kommen auf Rot 11, auf Orange 8, auf Gelb 14, auf Grün 17, auf Blau (Hellblau) 17, auf Indigo (Dunkelblau) 11 und auf Violett 22 Teile.

Diese Eigenschaft der verschiedenen Leuchtkraft oder nehmen wir auch bei den objektiven Farben oder

Farbstoffen wahr. Dieselbe muß bei der Mischung der Farben mittelst der dazu benützten Pigmente oder Farbenstoffe wohl berücksichtigt werden.

230. Die Farbenintensität eines Körpers kann zunächst durch die sogen. Interferenzerscheinungen verändert werden. Wenn sich nämlich zwei Lichtbündel kreuzen, so entsteht an der Stelle, wo sich die beiden Bündel begegnen, eine Verdunkelung, resp. Farbenschwächung, die man eben mit dem Namen Interferenz bezeichnet. Diese Erscheinung zeigt sich namentlich deutlich bei Lichtstrahlen, die aus verschiedenen Entfernungen kommen und sich unter sehr kleinen Winkeln kreuzen, sowie auch durch die Beugung der an einer Ecke oder Kante vorbeistreifenden Lichtstrahlen. Der Grund oder die Ursache der dabei erfolgenden Licht- und Farbschwächung beruht darauf, daß sich solche Lichtstrahlen im Kreuzungspunkt zerlegen und teilweise aufheben.

Verschieden hievon ist die Fluoreszenz- und Phosphoreszenzerscheinung, die sich an solchen Körpern zeigt, welche das auf sie fallende Licht umwandeln in solches anderer Farben. Dabei ist der Körper fluoreszierend, wenn die Vibration seiner Atome mit der Einwirkung der erregenden Lichtstrahlen aufhört, dagegen phosphoreszierend, wenn sie nach der Einwirkung derselben noch eine Zeitspanne fortdauert.

231. Die Färbung eines Körpers kann aber ebenso auch durch Absorption verändert werden. In dieser Beziehung nennen wir einen Körper durchsichtig und

farblos, wenn er das auf ihn einfallende Licht unverändert durchläßt, dagegen durchsichtig und farbig, wenn er das Licht in einer bestimmten Farbe durchläßt. Manche durchsichtige Körper absorbieren die nicht durchgelassenen Farben so, daß auch das von ihnen reflektierte Licht dieselbe Farbe zeigt, wie das durchfallende, während bei andern das reflektierte Licht von einer andern Farbe ist, als das durchscheinende. So reflektiert z. B. das Wasser der größern Ströme und Landseen das Licht grün und läßt das Licht azurblau durch. Die Luft hingegen reflektiert das Licht blau und läßt es orangefarben durch, wie wir dies an der blauen Färbung des Firmamentes und an der orangegelben Färbung des Abendhimmels in der Nähe der untergehenden Sonne und der vom Abendlicht erleuchteten Wolken sehen können.

232. Die Färbung eines undurchsichtigen Körpers ist weiß, wenn das auffallende Licht unverändert und ungeschwächt reflektiert wird, und grau, wenn er das Licht nur geschwächt zurückwirft, ohne jedoch eine in demselben enthaltene Farbe stärker als eine andere zu absorbieren. Ein Körper aber, der alles Licht und damit auch alle Farben verschluckt, erscheint schwarz. In dessen erscheinen die meisten Körper weder völlig weiß noch ganz schwarz, sondern mehr oder weniger hellgrau oder dunkelgrau oder buntgefärbt. Ein Körper erscheint in bunter Färbung, wenn er nur einzelne Farben des Sonnenspektrums reflektiert und andere absorbiert, und zwar diejenigen, welche erstern zu Weiß

fehlen. Man nennt solche Farben, die einander zu Weiß ergänzen, komplementäre oder Ergänzungsfarben. Doch erfolgt auch diese Absorption gewöhnlich nur unvollständig, so daß das reflektierte farbige Licht fast immer noch mit weißem Licht gemischt ist.

233. Unter den bunten Farben des Sonnenspektrums werden Gelb, Rot und Blau als die drei Haupt- oder Grundfarben angenommen\*). Aus ihnen lassen sich alle andern Farben durch Mischung erhalten. Unter den bekannten Pigmenten oder Farbstoffen besitzen wir jedoch keine, welche diese primären Farben ganz rein (denen des Sonnenspektrums entsprechend) wiedergeben. Das Rot des Sonnenspektrums erhält man am natürlichsten aus reinem Karmin oder

\*) Helmholz und Bezold schreiben den Grundfarben keine physikalische, sondern eine physiologische Bedeutung zu. Sie nehmen an, daß das Auge drei Grundempfindungen zugänglich sei, die man sich allenfalls durch drei verschiedene Arten von Nervensafern oder von Nervenenden vermittelt denken könne. Dem Zusammenwirken dieser drei Grundempfindungen des Gesichtsinnes sollen alsdann sämtliche Farbenempfindungen ihren Ursprung verdanken, ähnlich wie im Gebiete des Geschmacksinnes aus den Grundempfindungen des Sauren, Süßen und Bittern durch gleichzeitige Anreizung der entsprechenden Nervenenden alle möglichen Geschmacksempfindungen hervorgebracht werden können. Diese Forscher nehmen darum nicht Rot, Blau und Gelb, sondern Rot, Blau und Grün als Grundfarben an. Wir glauben jedoch aus praktisch-technischen Gründen die bisherigen Hauptfarben Rot, Blau und Gelb aufrecht erhalten zu sollen, wie dies auch von G. Schreiber u. a. geschehen ist.

Karminalack (mit etwas Zinnober gemischt), das Gelb aus Cadmiumgelb oder aus reinem Gummigut, das sich dem hellen Chromgelb nähert, und das Blau aus Kobaltblau oder Berliner- oder Pariserblau, das nicht ins Grünlliche sticht. Ist letzteres der Fall, so wird dem Blau etwas Karmin beigefügt. Die drei Hauptfarben, Grundfarben oder primären Farben finden sich einzeln in Fig. 106, Blatt 33, dargestellt.

234. Die Mischung der aus solchen Farbstoffen erzeugten drei Grundfarben liefert aus dem angegebenen Grunde (ihrer nicht völligen Reinheit wegen) kein reines Weiß, sondern Grau, und zwar ein neutrales Grau, wenn alle drei Hauptfarben in gleicher Stärke gemischt worden sind, oder ein gelbliches, rötlisches oder bläuliches Grau, je nachdem die eine oder andere Grundfarbe etwas vorsticht. Wir haben das neutrale Grau, nebst Weiß und Schwarz als Grenzfarben oder Farbenpole, in Fig. 107 dargestellt.

235. Mischt man von den drei primären oder Grundfarben in gleicher Stärke je nur zwei miteinander, so erhält man drei weitere Farben, die man die sekundären oder Nebenfarben nennt. Dieselben sind zu der Hauptfarbe, die nicht in ihnen enthalten, komplementär, d. h. sie ergänzen sie zu Weiß. Sie heißen deshalb auch komplementäre oder Ergänzungsfarben. So erhält man Orange aus einer Mischung von Gelb und Rot, Grün aus Gelb und

Blau, und Violett aus Rot und Blau. Wir haben diese sekundären, komplementären oder Ergänzungsfarben einzeln in Fig. 108 dargestellt. Orange ist hiernach komplementär zu Blau, Grün zu Rot und Violett zu Gelb, oder umgekehrt: die komplementäre Farbe zu Gelb ist Violett, zu Rot Grün und zu Blau Orange.

236. Werden je zwei dieser sekundären Farben als Grundfarben betrachtet und weiter zusammengemischt, so entstehen wieder drei neue Farben, die man tertäre oder braune Farben nennt. Aus Orange und Grün entsteht auf diese Weise bei gleicher Stärke der Mischfarben Gelbbraun (Zimmetbraun), aus Orange und Violett ebenso Rotbraun (Kastanienbraun), und aus Grün und Violett Dunkelbraun\*) (Olivenbraun), (siehe Fig. 109, welche diese Farben einzeln darstellt.)

Indessen sind diese tertären Farben zu den entsprechenden sekundären, woraus sie durch Mischung erzeugt worden sind, keineswegs in dem oben angegebenen Sinne komplementär. Denn Rotbraun z. B. besteht aus Orange und Violett, müßte also komplementär sein zu Grün, was aber nicht möglich ist, da nach obigem Rot zu Grün komplementär ist.

\*). Da bei dieser tertären Farbe Blau im Überschuß vorhanden ist, so sollte man sie entsprechend Blaubraun heißen, was aber nicht üblich ist, weil sich unser Gefühl in der That gegen diese Benennung sträubt. Die Bezeichnung Dunkelbraun scheint dagegen für diese Farbe um so zweckmäßiger, als das Braun durch Blau wirklich dunkler wird.

237. Durch Zerlegung der tertären Farben in die primären Grundfarben findet man Gelbbraun zusammengesetzt aus Orange (Gelb und Rot) und Grün (Gelb und Blau), also aus zwei chromatometrischen Teilen Gelb, einem solchen Teil Rot und einem Blau, oder aus einem chromatometrischen Teil Gelb und einem solchen Grau; Rotbraun ebenso aus einem Teil Rot und Grau, und Dunkelbraun (Blaubraun) aus einem Teil Blau und Grau. Die braunen Farben sind also hiernach Zusammensetzungen von Grau mit einer der primären Grundfarben Gelb, Rot oder Blau.

238. Es ist leicht zu begreifen, daß durch weitere Mischung der Haupt- und Nebenfarben noch unzählige andere Farbtöne erzeugt werden können. So erhält man durch Mischung von Gelb und Orange bei gleicher Stärke die Zwischenfarbe Gelborange, von Gelb und Grün ebenso Gelbggrün, von Rot und Orange Rotorange, von Rot und Violett Rotviolett, von Violett und Blau Blaubviolett und von Blau und Grün Blaugrün, von denen einige noch besondere Namen erhalten haben. So wird Rotorange auch Scharlach und Rotviolett Purpur genannt.

Bon diesen Farbenabstufungen sind dann Gelborange und Blaubviolett, Gelbggrün und Rotviolett, Rotorange und Blaugrün komplementär, d. h. sich zu Weiß oder doch zu neutralem Grau ergänzend. Denn z. B. Gelborange und Blaubviolett geben, reine Farbstoffe vorausgesetzt, Gelb, Gelb, Rot und Blau, Blau, Rot, also

2 Gelb, 2 Rot und 2 Blau, oder 2 Grün und 2 Rot, und sind daher komplementär.

239. Zur Darstellung dieser verschiedenen Farbenmischungen eignen sich ganz besonders die Farbenkreise, wie wir sie in den Figuren 110—112 veranschaulicht haben.

In dem ersten Farbenkreis (Fig. 110) haben wir die drei primären oder Hauptfarben Gelb, Rot, Blau und die durch Mischung von je zweien derselben entstehenden sekundären oder Nebenfarben Orange, Grün, Violett durch Kreissectoren so dargestellt, daß jeder Hauptfarbe die zugehörige komplementäre Farbe gegenüber zu liegen kommt. So liegen in diesem Kreise Gelb und Violett, Rot und Grün, Blau und Orange einander gegenüber, also je die zu einander gehörigen komplementären Farben.

Auf gleiche Weise sind im mittleren Kreise (Fig. 111) die drei primären und drei sekundären und die zwischen ihnen liegenden sechs weiteren Abstufungen der Nebenfarben: Gelborange und Gelbggrün, Rotorange und Rotviolett, Blaubviolett und Blaugrün durch Kreissectoren nach radialem Richtung nebeneinander liegend dargestellt worden.

Im dritten Farbenkreise (Fig. 112) haben wir ebenso die sekundären und tertären Farben durch Kreissectoren nach radialem Richtung in der Art zusammengestellt, daß zwischen je zwei sekundären oder Nebenfarben die zugehörige tertäre oder gebrochene (braune) Farbe zu liegen kommt.

240. Die im letzten Farbenkreis (Fig. 112) einander entgegengestellten Farben, wie Orange und Dunkelbraun,

Grün und Rotbraun, Violett und Gelbbraun, sind jedoch, wie schon oben § 236 angedeutet worden ist, nicht mehr komplementär, wie jene in Fig. 110, was darauf hinweist, daß die tertiären Farben nicht nach Kreissectoren radial zwischen die sekundären — wie diese zwischen die primären — eingefügt werden sollten, sondern nach peripherischer Richtung durch Zonen oder Kreisringe in der Art, daß in den ersten oder äußern Ring die drei primären oder Hauptfarben, in den zweiten oder mittleren Ring die drei sekundären oder Nebenfarben und in den dritten oder innern Ring die drei tertiären, gebrochenen oder braunen Farben zu liegen kommen. Wir haben diese Darstellung nur aus dem Grunde unterlassen, weil bei dem kleinen Maßstab unserer Figur die Zonen oder Kreisringe zu klein ausgesäumt wären. Wir empfehlen aber dem Schüler, dieselbe im größeren Maßstab wirklich auszuführen.

Ebenso können beim mittleren Farbentrie (Fig. 111) die einzelnen Farbentöne zugleich von innen nach außen oder umgekehrt verwaschen oder verdünnt angelegt werden. Und der Schüler wird gut thun, diese Tonleiter oder Farbenskalen wenigstens für die drei Hauptfarben und die drei komplementären Nebenfarben und je elf Zwischenstufen — entsprechend der Tuschskale Fig. 61, Blatt 17 — nicht nur im Farbenkreise, sondern auch in gerader Richtung, nebeneinander gestellt, auszuführen.

In unserer Figur sind die einzelnen Farbentöne nach fünf Stufen gegen das Centrum, wo sie in Weiß übergehen, verwaschen.

Delabar, Linearzeichnen. 5.

**241.** Bezeichnet man die drei Hauptfarben Gelb, Rot, Blau der Ordnung nach mit a, b, c, so lassen sich ebenso einfach die drei sekundären oder Nebenfarben durch ab, ac, bc und die sechs Zwischenstufen dieser Nebenfarben durch aab, aac, abb, acc, bbc, bcc und die drei tertiären, gebrochenen oder braunen Farben durch aabe, babe und eabe bezeichnen, wobei abe dem neutralen Grau oder eigentlich dem Weiß entspricht. Aus dieser Bezeichnung, die wir in unsern Figuren den einzelnen Farben beigegeben haben, ergiebt sich dem Schüler die Mischung der aus den primären Farben zusammengesetzten sekundären und tertiären Farben gleichsam von selbst.

**242.** Im vorigen haben wir die Farbenmischungen rein nur nach den normalen Farbentonnen, wie sie den Spektralfarben bei der Maximal-sättigung zukommen, ins Auge gefaßt. Bei der Mannigfaltigkeit der in der Anwendung vor kommenden Farbenmischungen haben wir aber auch noch auf die Helligkeit und Reinheit der Farbe Rücksicht zu nehmen, und um so mehr, als ihre Sättigung auch von diesen beiden Elementen abhängt. Nun aber bringen unter allen Farben bei gleicher und zwar bei mittlerer Helligkeit stets die reinsten, die Spektralfarben, den Eindruck der größten Sättigung her vor, und sowohl bei größerer als bei kleinerer Helligkeit nimmt der Sättigungsgrad der Farbe wieder ab, und geht letztere bei größter Helligkeit in Weiß und bei kleinsten Helligkeit in Schwarz über.

Denkt man sich daher eine Kugel durch sechs größte Kreise (Meridiankreise) in zwölf gleiche Zweiecke und den als Achse angenommenen Durchmesser in elf gleiche Teile geteilt und durch die Teilpunkte senkrechte Ebenen (Parallelkreise) gelegt, so wird die Oberfläche der Kugel in elf Zonen geteilt, welche ihrerseits jedes der zwölf Zweiecke — entsprechend der früher aufgestellten Tuschskale — in elf Zwischenstufen abteilen.

Denkt man sich weiter die mittlere Zone entsprechend der mittleren Helligkeit von 0,5 mit denselben zwölf Farbtönen in der Maximalättigung wie bei den Sektoren des Farbkreises der Fig. 111 aufgetragen und die fünf Zonen einerseits entsprechend den Helligkeiten von 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1 mit Weiß ins Helle und die fünf Zonen anderseits entsprechend den Helligkeiten von 0,4, 0,3, 0,2, 0,1, 0 mit Tusch (Schwarz) ins Dunkle abgestuft, so kann diese Farbkugel für das Kolorieren ebenso wie die Tuschkugel für das Tüschen als Norm gebraucht werden, indem dieselbe in der That ebenfalls alle möglichen Farbnuancierungen enthält.

Geht man auf derselben vom Äquator (dem mittleren Parallelkreis), also von den ganzen (primären und sekundären) gesättigten Farbtönen aus zu den beiden Polen Weiß und Schwarz, so gelangt man auf dem ersten Wege zu den hellen, abgebläßten und auf dem andern zu den dunkeln, lichtschwachen Farbtönen der gleichen Art. Die Achse repräsentiert hierbei das neutrale Grau vom reinen Weiß einerseits bis zum völligen Schwarz

anderseits, und die Punkte im Innern der Kugel zwischen der Oberfläche und der Achse entsprechen den Übergängen von den reinen Farbtönen bis zu dem neutralen Grau, also den gebrochenen (tertiären oder braunen) Farben, die einerseits in die verschiedenen Nuancierungen der hellbraunen und anderseits in die der dunkelbraunen Farben übergehen. Chevreul, dem man die erste praktische Farbenlehre \*) verdankt, hat sein Farbensystem, das zuerst in der Gobelinsfabrik zu Paris eingeführt und angewendet worden ist, wirklich auf die Kugel gebaut.

Bezold hat dagegen sein Farbensystem mit Rücksicht auf das Mischungsgesetz nicht auf die Kugel, sondern auf den Kreiskegel basiert. Die ganzen gesättigten Farben finden sich alsdann auf dem Umfang der Grundfläche vor, die hellen, abgebläßten Farben auf der Grundfläche, deren Mittelpunkt das reine Weiß vorstellt, die dunkeln auf der Mantelfläche, die an der Spitze in völliges Schwarz übergehen, das neutrale Grau (vom Weiß bis zum Schwarz) auf der Kegelachse, und die gebrochenen (hellen und dunklen braunen) Farben im Innern des Kegels zwischen der Achse und Mantelfläche. Es hat dies seine Richtigkeit, wenn man von dem Mischungsgesetz ausgeht, wonach die Mischungsfarbe aus irgend zwei andern Mischungsfarben erhalten wird,

\*) Siehe dessen Schriften: *La loi du contraste simultané des couleurs*. Strasb. 1839. *Théorie des effets optiques que présentent les étoffes de soie*. Lyon 1846 etc.

indem man diese ihren Mischungsverhältnissen proportional als Gewichte an den entsprechenden Stellen der Farbentafel anbringt und den Angriffspunkt (Schwerpunkt) ihres mittlern Gewichtes sucht. Sofern man aber nur den Inbegriff aller Farbenempfindungen in einem geometrischen Bilde zu versinnlichen wünscht, so dürfte die Farbenkugel als die geeignete Form erachtet werden. Die Darstellung der Farbenkugel wie des Farbenkegels müssen wir hier jedoch als zu weit führend übergehen und dem fleißigen und strebsamen Schüler selbst überlassen.

**243.** Bei der Anwendung ist es nun von der höchsten Wichtigkeit, wie die Farben nebeneinander gestellt werden, damit sie eine angenehme, harmonische Wirkung hervorbringen.

Die Harmonie der Farben ist ähnlich aufzufassen wie die Harmonie der Töne. Erstere hängt von der Eigentümlichkeit unseres Sehens wie diese von der des Gehörs ab. Wie es viele Personen giebt, die kein „musikalisches Gehör“ haben, die also auch nicht von einer „Harmonie der Töne“ sprechen können, ebenso giebt es auch einzelne Personen, deren Augen für gewisse Farben „unempfindlich“ sind, für die es daher auch keine „Harmonie der Farben“ giebt. Am häufigsten findet sich dieser Mangel des „Farbenfinnes“ beim Rot und Grün, und zwar bei den Nordländern mehr als bei den Südländern. In England soll sogar durchschnittlich unter 20 Personen je eine sein, die Rot und Grün nicht unterscheiden könne.

**244.** Für ein Auge, das alle Farben, wie sie sich objektiv zeigen, wahrnehmen und unterscheiden kann, werden nun aber immer diejenigen nebeneinander gestellten Farben von angenehmer, harmonischer Wirkung sein, die zu einander komplementär sind, die sich also zu Weiß ergänzen. Die nicht komplementären Farben hingegen werden in unmittelbarer Berührung immer einen unangenehmen, disharmonischen Eindruck auf ein solches Auge hervorbringen.

**245.** Als harmonische Farben, die somit an Glanz und Lebhaftigkeit gewinnen, wenn sie sich berühren, sind daher zunächst Rot und Grün, Blau und Orange, Gelb und Violett zu bezeichnen. Denn ein roter Gegenstand wirft grüne Strahlen zurück, wie ein grüner Gegenstand rote Strahlen zurückwirft. Rot ist somit die Farbe, welche das Grün ergänzt, und Grün diejenige, welche das Rot ergänzt. Daselbe gilt auch für Gelb und Violett sowie für Blau und Orange. Jede der beiden Farben hebt daher die andere mehr hervor, und beide gewinnen also durch Berührung, nebeneinander gestellt, an Schönheit und Intensität, d. h. an Glanz und Lebhaftigkeit.

**246.** Von ähnlicher harmonischer Wirkung ist die Zusammenstellung der übrigen im Farbenkreis (Fig. 111) einander entgegengestellten komplementären Farbenabstufungen, nämlich Gelborange und Blauviolett, Gelbgrün und Rotviolett, Rotorange und Blaugrün. Desgleichen

die Zusammenstellung von einer der Hauptfarben Gelb, Rot, Blau oder von einer der Nebenfarben Orange, Grün, Violet mit Grau. Ihre gegenseitige Intensität gewinnt dadurch ebenfalls, wenn auch nicht so stark, wie bei den reinen harmonischen Ergänzungsfarben Gelb und Violet, Rot und Grün, Blau und Orange.

**247.** Als disharmonische Farben sind nach obigem die nicht komplementären Farben anzusehen. Dieselben verlieren an Glanz und Lebhaftigkeit, wenn sie, nebeneinander gestellt, sich berühren. Von solcher Wirkung sind Rot und Orange, Rot und Violet, Gelb und Grün, Gelb und Orange, Blau und Grün, Blau und Violet. Dem z. B. bei Rot und Orange wird das Rot durch die Einwirkung des Orange, indem dessen komplementäre Farbe hervorgerufen wird, etwas blau und ebendadurch etwas dunkler und trüber, also weniger glänzend und lebhaft. Und ebenso wird das Orange durch die Einwirkung des Roten durch Hervorrufung der komplementären Farbe etwas grün, was dem Orange die Röte etwas nimmt und es gelber erscheinen lässt. Ebenso wird beim Rot und Violet das Rot durch die Einwirkung des Violetten schwächer, weil es durch die komplementäre Farbe von Violet einen Stich ins Gelbe erhält. Und das Violet wird durch die Einwirkung von Rot etwas grün, was dem Violet etwas an Röte nimmt und es blauer erscheinen lässt. Beim Gelb und Grün nimmt das Grün einen Stich ins Rote an und wird dadurch dem Orange

genähert, während das Grün an Gelb verliert und durch dessen komplementäre Farbe blauer erscheint. Und endlich beim Gelb und Orange nimmt das Gelb durch die komplementäre Farbe des Orange einen Stich ins Blaue an und wird dadurch grünlich, während es an Gelb verliert und durch dessen komplementäre Farbe etwas rötlich wird.

**248.** Verschieden von den objektiven oder physikalischen Farben, wie wir sie im vorigen betrachtet haben, sind die sogen. subjektiven oder physiologischen Farben. Dieselben sind entweder, wie schon früher (§ 43) bemerkt worden ist, die Wirkung des Kontrastes zwischen Hell und Dunkel oder des subjektiven Sehens der komplementären Farbe neben oder nach einer gegebenen objektiven Farbe oder des subjektiven Nachempfindens einer gewissen Farbe, nachdem diese bereits dem Auge objektiv verschwunden ist, wie dies z. B. der Fall ist, wenn man beim Sonnenuntergang in die Sonnenscheibe schaut und alsdann nach einer andern Stelle sieht, indem das Sonnenbild noch eine Zeit lang nachlingt.

**249.** Der Kontrast zwischen dem Hellen und Dunkeln macht sich nicht nur bei der Beleuchtung, sondern auch bei der Färbung der Körper geltend. Auch die Farben erscheinen heller und dunkler, je nach dem Grade der Helligkeit oder Dunkelheit der Farben, von welchen sie umgeben sind. So hebt Schwarz alle Farben, während Weiß sie dämpft.

Die größere Helligkeit oder Dunkelheit einer Farbe verleiht sehr leicht, sie mit einer ähnlichen zu verwechseln, welche einen andern Grad der Leuchtbarkeit besitzt. Dies tritt besonders dann ein, wenn eine Farbe gesättigt ist, also ihre höchste färbende Kraft besitzt. Sie nimmt dann durch angrenzende hellere Farben scheinbar die Stimmung der minder leuchtenden Farbe an, welche ihr im Sonnenpektrum zunächst liegt. So geschieht es, daß Orange neben Weiß mehr röthlich und Blau neben Weiß mehr violett wird, und daß dasselbe Rot auf schwarzem Grund bläulich gefärbt zu sein scheint.

**250.** Die subjektive Erscheinung der physiologischen komplementären oder Kontrastfarben sieht man leicht im Nachbilde, wenn man einen farbigen Papierstreifen auf weißes Papier legt und, nachdem man ihn eine Zeitlang betrachtet hat, plötzlich wieder entfernt. Nach einiger Zeit erscheint das Bild desselben Streifens auf dem weißen Blatt in der komplementären Farbe, jedoch nicht unveränderlich an derselben Stelle, sondern den Bewegungen des Auges folgend. Die gleichzeitige Erscheinung der komplementären Farbe zeigt sich auf einer weißen oder grünen, weniger deutlich auf einer schwarzen Fläche am Rande jeder bunten Farbe, die sich scharf von derselben abhebt. Doch wird sie häufig erst deutlich, nachdem das Auge längere Zeit mit Aufmerksamkeit auf die bunte Farbe geheftet war. Man nennt diese Erscheinung den *successiven* oder *nachfolgenden* Kontrast. Sind hingegen zwei verschiedenen gefärbte Flächen

berührend nebeneinander gestellt, so erleidet jede derselben durch die benachbarte eine scheinbare Änderung in der Helligkeit und in der Färbung, wodurch, je nach der Beschaffenheit der Farben, ihr Glanz und ihre Lebhaftigkeit erhöht oder vermindert wird. Diese Erscheinung nennt man den *simultanen* oder *gleichzeitigen* Kontrast.

Satte Farben sind zur Hervorbringung des gleichzeitigen Kontrastes weniger geeignet als blass, dunkle oder gebrochene Farben. Durch Beimischung von Weiß läßt sich darum auch die Erscheinung des gleichzeitigen Kontrastes verstärken. Und aus gleichem Grunde wird die komplementäre Kontrastfarbe in verstärktem Maße hervorgerufen, wenn z. B. ein schwarzes Papierstück auf farbigem Grund mit einem durchscheinend weißen Papier bedeckt wird. Statt des schwarzen Papierstückes kann man auch schwarze Buchstaben, die auf farbigem Grund aufgedruckt sind, benützen, wie dies durch Druckproben auf naturgefärbtem Papier leicht nachgewiesen werden kann. So z. B. erscheint schwarzer Druck auf purpurinem Grunde, durch ein daraufgelegtes feines weißes Papier betrachtet, grün und schwarzer Druck auf grünem Grunde, durch ein daraufgelegtes feines weißes Papier betrachtet, purpurrot. Übrigens kann man die komplementäre Kontrastfarbe auch ohne das darübergelegte durchscheinende weiße Papier hervorrufen, wenn man das bedruckte Blatt so hält, daß die schwarzen Buchstaben Glanzlicht ins Auge senden, was bei geeigneter Haltung namentlich im Sonnenlicht leicht geschieht.

251. Auf diese Weise findet man, daß nach unserer Einteilung des Farbenkreises Fig. 111 folgende Farbenpaare physiologisch komplementär sind:

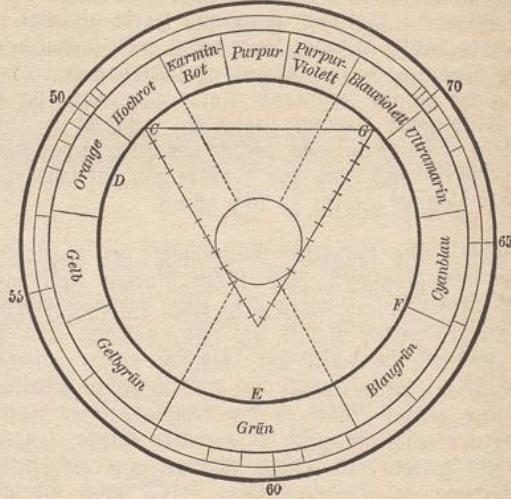
1. Grün und Purpur (statt Rot),
2. Rot und Blaugrün (statt Grün),
3. Violett und Gelbgrün (statt Gelb),
4. Gelb und Blauviolett (statt Violett),
5. Blau und Gelborange (statt Orange),
6. Orange und Blaugrün (statt Blau).

252. Nimmt man aber nach Bezold Purpur, Karminrot (Tiefrot), Zinnoberrot (Hochrot), Orange, Gelb, Gelbgrün, Grün, Blaugrün, Cyanblau (Hellblau), Ultramarinblau (Dunkelblau), Blauviolett und Purpurviolett als die einzelnen Farbtöne des zwölfeckigen Farbenkreises an, so erhält man folgende physiologische Ergänzungspaaire:

1. Purpur und Grün,
2. Karminrot und Blaugrün,
3. Zinnoberrot und Cyanblau,
4. Orange und Ultramarinblau,
5. Gelb und Blauviolett,
6. Gelbgrün und Purpurviolett.

253. Dabei ist aber zu bemerken, daß der Farbenkreis nicht in gleich große Sektoren eingeteilt sein kann, sondern daß man vielmehr die Sektoren ungleich groß und zwar vom Purpur aus zu beiden Seiten gegen Grün hin den zugehörigen Schwingungszahlen entsprechend größer annehmen muß. Diese Einteilung des

zwölfeckigen Farbenkreises unter der Voraussetzung gleicher Farbenunterschiede ist aus folgender Figur zu entnehmen.



Daraus sieht man, daß dem einen Farbenton Grün hier drei verschiedene Ergänzungsfarben: Karminrot, Purpur und Purpurviolett, gegenüberstehen. Zugleich bemerkst man auf dem Kreisumfang Teilstriche, welche die Schwingungszahlen (in Einheiten von je 10 Billionen Schwingungen per Sekunde) der entsprechenden Farben angeben, so daß z. B. die Zahl 50 zwischen Hochrot

und Orange die Lichtgeschwindigkeit dieser Farben von 500 Billionen Schwingungen in der Sekunde bedeutet. Auch ist angegeben, wie der Farbenkreis mittelst des Farbendreiecks konstruiert ist und als Ausschnitt aus demselben bzw. als Vergrößerung des in das Farbendreieck eingeschriebenen kleinen Kreises betrachtet werden kann.

254. Nach dem bisherigen könnte man leicht glauben, es gäbe zu jeder Farbe nur eine einzige Ergänzungsfarbe. Dies ist allerdings der Fall, wenn man einen ganz bestimmten Grad der (optischen) Reinheit und Helligkeit verlangt. Sieht man aber von dieser (technisch) schwer zu erfüllenden Forderung ab, so gibt es zu jeder gegebenen Farbe unendlich viele, dieselbe zu Weiß ergänzende Farben, die freilich alle denselben Farbenton angehören müssen, in Helligkeit und Reinheit aber alle möglichen Variationen zulassen.

255. Eine andere Frage ist aber die, ob alle diese Ergänzungspaare für die Anwendung in den Künsten und Gewerben gleich gute Farbenzusammenstellungen abgeben. In dieser Beziehung kann zwar als Regel angenommen werden, daß solche komplementäre Farbenpaare niemals geradezu geschmacklos wirken, daß sie aber in ihrer ästhetischen Wirkung von ungleichem Wert sind. So sind z. B. die Zusammenstellungen von Blau und Gelb sowie von Hochrot und Blaugrün weniger geschmackvoll als die von Rot und Blau oder von Gelb und Violett. Zu Purpur stimmt jedoch keine Farbe besser als das ergänzende Grün. Dasselbe gilt auch für die

übrigen oben als vorzüglich erkannten, physiologisch komplementären Farbenpaare: Karminrot und Blaugrün, Zinnoberrot und Cyanblau, Orange und Ultramarinblau, Gelb und Blauviolett, Gelbgrün und Purpurviolett.

256. An die erwähnten physiologischen Erscheinungen reih't sich die weitere Eigentümlichkeit, welche gewisse Farben auf unsere Gemütsstimmung ausüben. In dieser Beziehung ist es bekannt, daß die tiefen Farben von Rot bis Gelb ähnlich wie gewaltige Posaunen- oder Orgeltöne aufregend und erwärmend, die hohen Farben von Blau bis Violett dagegen gleich den sanften Klarinett- und Flötentonen beruhigend und herabstimmend, erkältend auf unser Gemüt einwirken. Die ersten Farben werden darum auch nur die warmen und die letzten die kalten Farben genannt. Das in der Mitte liegende Grün ist die mildeste unter allen Farben. Sie ist ihres wohlthuenden Charakters wegen als Farbe der Hoffnung angenommen worden. Sie ist daher für die tägliche Umgebung günstiger als jede andere. Sie ist zugleich auch das heitere Gewand der Natur, die uns darum auch immer, so lange sie dasselbe trägt, so mild und freundlich anspricht. Und auch in den Künsten und Gewerben, wie namentlich bei der Ausrüstung unserer Wohnungen, verdient diese Farbe aus gleicher Ursache ihre gehörige Vertretung. Insofern kommt dem Grün allerdings die Bedeutung einer Hauptfarbe zu\*).

\*) Es mag hier noch besonders bemerkt werden, daß in früherer Zeit das menschliche Auge für Farbenempfindungen