Während Helmholtz Violett für die dritte Grundfarbe hielt, sind Maxwell und Exner der Meinung, dass es nicht das eigentliche Violett sei, sondern die als Indigo bezeichnete Zone, die zwischen dem eigentlichen Violett und dem Blau liegt. Exner sagt: Die Grundfarben erregen zwar alle Fasern, aber immer eine am stärksten. Da aber andererseits die gemischten Farben immer zwei Arten von Nervenfasern stärker erregen, so muss man die gemischten Farben mehr als die Grundfarben verändert finden, wenn man das Auge gegen eine Art von Licht abstumpft und dann die betreffende Spectralfarbe ansieht. Diejenigen Farben, welche sich so untersucht am unveränderlichsten zeigen, das müssen die Grundfarben sein. Er ist auf diese Weise zu dem Resultate gekommen, dass Roth und Grün zwei der Grundfarben seien; er fand aber, dass Violett veränderlicher ist als jene Zone des Indigo. Wenn er sein Auge gegen Roth abstumpfte, so erschien ihm spectrales Violett mehr Blau, wenn er dagegen sein Auge durch intensives blaues Licht abstumpfte, dann erschien ihm das Violett auffällig röther als im gewöhnlichen Zustande.

Ich betrachte, um mir die Grundfarben zur Anschauung zu bringen, ein reines, aber sehr lichtschwaches Spectrum, damit die Schwingungen jeder Dauer möglichst nur eine Art von Nervenfasern wirksam erregen, diejenigen, welche sie am stärksten erregen, und nicht auch eine zweite oder dritte, welche sie erst in zweiter oder dritter Reihe zu erregen geeignet sind. Dann bleiben bei abnehmender Lichtstärke drei Farben übrig, Roth, Grün und Violettblau. Dieses Violettblau ist wahres Veilchenblau und gleicht nicht ganz dem äussersten Violett des lichtstarken Spectrums. Es liegt auch nicht an dessen Stelle, sondern da, wo im lichtstarken Spectrum Indigoblau liegt. Die Zone, die im lichtstarken Spectrum das eigentliche Violett darstellt, ist schon durch ihre Lichtschwäche unsichtbar geworden. Aus dem Gesagten geht zugleich hervor, dass die Farbe auch des physikalisch einfachen Lichtes nicht allein von seiner Schwingungsdauer abhängt, sondern auch die Amplitude unter Umständen einen wesentlichen Einfluss ausübt. Da, wo man im lichtschwachen Spectrum Veilchenblau sieht, sieht man im lichtstarken wahres Blau, nach der Theorie, in Folge von Miterregung der grünempfindenden Fasern.

Farbenblindheit.

Farbenblind nennt man solche Menschen, welche verschiedene Farben verwechseln oder sich mit den Normalsichtigen über die Benennungen der Farben nicht einigen können. Es ist dabei keineswegs vorausgesetzt, dass sie überhaupt keine Farben empfinden. Wo Letzteres der Fall ist, müsste man dies als absolute Farbenblindheit oder als Farbenblindheit im engeren Sinne des Wortes bezeichnen.

Denken Sie sich, Sie könnten für das prismatische Farbenbild eine Curve entwerfen, welche durch die Höhe ihrer Ordinaten die Grösse der Wirkung angibt, welche jede einzelne schmale Zone des Spectrums, jede einzelne Farbe auf den Normalsichtigen ausübt, und nun denken Sie sich ein Auge, für welches diese Curve wesentlich anders ausfällt, so wird dieses Auge im gewöhnlichen Sinne farbenblind sein, denn es sieht die Farben der Dinge, die ja in der Regel zusammengesetzte, gemischte sind, anders als die Normalsichtigen.

Die am längsten bekannte Art der Farbenblinden wird gebildet von den Rothblinden, das heisst solchen, bei denen die langwelligen Strahlen eine unverhältnissmässig geringe Wirkung haben, so dass das Spectrum für sie am rothen Ende mehr oder weniger verkürzt erscheint; doch hat man auch zahlreiche Fälle beobachtet, in denen Unterempfindlichkeit für andere Partien des Spectrums vorhanden war. Macé und Nicati fanden bei ihren Untersuchungen an Farbenblinden, dass bei Unterempfindlichkeit für einen Theil des Spectrums Ueberempfindlichkeit für einen andern Theil des Spectrums vorhanden sein kann.

Man kennt auch seit langer Zeit solche Menschen, welche überhaupt keine Farben sehen, welchen die Welt grau in Grau erscheint, wie ein Kupferstich. Ein solcher Zustand kann verschiedene Ursachen haben. Es könnten für zwei der Grundfarben die sie vorstellenden Nervenelemente entweder an sich functionsunfähig sein oder in ihrem peripherischen Endorgane, den zugehörigen Zapfen, oder durch Mangel der Leitung. Dann würde nur eine Farbenempfindung existiren und somit kein Unterscheiden von Farben.

Es könnte aber auch die Verschiedenheit der Elemente in Rücksicht auf ihre Eigenschaft, von Licht von verschiedener Schwingungsdauer verschieden stark erregt zu werden, sehr gering sein, oder diese Verschiedenheit könnte gar nicht vorhanden sein. Die Erregbarkeitscurven, die Curven, welche das Wachsen und Abnehmen der Erregbarkeit je nach der Schwingungsdauer darstellen, könnten für alle drei Arten von Elementen dieselben sein. Dann würden auch keine Farben unterschieden werden. Diese letztere Erklärung ist wahrscheinlich für die meisten Fälle dieser Art die zutreffende, denn alle Menschen unterscheiden nur mit einem beschränkten Theile ihrer Netzhaut, mit der sogenannten Region des directen Sehens, der Gegend um das Centrum retinae, die Farben gut und richtig, mit den Seitentheilen schlechter und um so schlechter, je mehr man sich der Ora serrata retinae nähert. Wenn man ein prismatisches Farbenbild gegen diese Region hin verschiebt, so wird zuerst der mittlere Theil desselben weisslich, das langwellige Ende wird orangegelb und verblasst, indem es an Sättigung verliert; am längsten erhält sich als noch deutliche Farbe ein Blau am kurzwelligen Ende des Spectrums. Da nun Weiss und Grau im indirecten Sehen, das heisst auf die Seitentheile der Netzhaut projicirt, ihr Aussehen gar nicht verändern, so kann obige Erscheinung nur auf eine Abnahme der Unterschiedsempfindlichkeit zurückgeführt werden, nicht auf den Mangel einer oder zweier Farbenempfindungen.

J. Samuelsohn beobachtete einen Patienten, bei dem die beiden linken Hälften der Gesichtsfelder keine Farben unterschieden, während die Sehschärfe in denselben eine normale war. Will man diesen Fall nach der Young-Helmholtz'schen Theorie erklären, so liegt es am nächsten, anzunehmen, dass für jede Einzelleitung im Centrum zwei räumlich getrennte Ganglienzellen vorhanden sind, von denen die eine die Helligkeitsempfindung, die andere die Farbenempfindung erzeugt. Beide werden, da sie einer Bahn angehören, für gewöhnlich gleichzeitig erregt, aber eine von ihnen, wenigstens die, welche die Farbe empfindet und die wir als mehr centralwärts liegend zu denken hätten, kann functionsunfähig werden, ohne dass die andere leidet. Nach der Natur des Falles muss man annehmen, dass in jeder der beiden Hemisphären diese beiden Arten von Zellen ihrer

ganzen Masse nach an zwei verschiedenen Orten liegen. Dass nur eine Art von Zellen vorhanden sei, deren Erregbarkeit zwar erhalten, deren qualitative Verschiedenheit aber unmerklich geworden sei, ist eine Vorstellung, die zwar auch dem Falle genügen würde, die wir aber weniger leicht durchzubilden vermögen. Die Annahme, dass in dem erwähnten Falle zwei Farben fehlten, ist nicht wohl zulässig, da der Kranke die Farben als grau bezeichnete.

Unterscheidungsvermögen der Netzhaut.

Wir verlassen jetzt die Erregungszustände der Netzhaut im Allgemeinen und gehen auf das Unterscheidungsvermögen über und auf die örtliche Verschiedenheit desselben. Es ist klar, dass, da in der Netzhaut nur eine bestimmte Summe von Sehnervenfasern ihre Endigung findet, jedesmal auch nur eine bestimmte Summe von Localzeichen an das Gehirn überliefert werden kann. Wir werden also von einem gegebenen Raume des Sehfeldes auch nur immer eine bestimmte Summe von Localzeichen bekommen können. Es wird demnach unser Unterscheidungsvermögen eine gewisse Grenze haben, und wenn wir diese Grenze überschreiten, so werden die Farbeneindrücke zusammenfliessen. Wenn wir z. B. eine Abwechslung von sehr kleinen blauen und gelben Feldern haben, so werden diese Felder blau und gelb erscheinen, wenn wir sie in der Nähe ansehen. Entfernen wir uns aber weiter, wird der Sehwinkel immer kleiner, so werden sie endlich zusammenfliessen, die Farben werden sich aufheben, und wenn wir die Felder gegeneinander richtig abgepasst haben, werden wir neutrales Grau erhalten.

Es wird dies von den Malern benützt, um bei grossen Bildern, die für einen weiten Abstand bestimmt sind, Farben durch Addition auf der Netzhaut zu mischen. So setzen sie z. B., namentlich der berühmte Landschaftsmaler Hildebrandt bediente sich dieses Kunstgriffs, Zinnober und Grün nebeneinander, um Gelb zu erzeugen.

Es fragt sich nun, welches ist die Grenze unseres Unterscheidungsvermögens, und wie stimmt diese überein mit der Grösse unserer Netzhautelemente? Wir sind durch anderweitige Gründe dazu geführt, die Zapfen als die ersten Angriffspunkte für das Licht anzusehen. Wir müssen daher auch von vorne herein der Meinung sein, dass nur zwei Punkte nebeneinander als zwei Punkte gesehen werden können, die sich auf zwei verschiedenen Zapfen abbilden, dass aber zwei Punkte, die so nahe bei einander liegen, dass sie Beide auf einem und demselben Zapfen abgebildet werden können, auch nur einen Eindruck geben. Diese Voraussetzung bestätigt sich auch. Wenn man mit stark beleuchteten Linien die Gesichtsschärfe untersucht, indem man zusieht, wie weit man sich von ihnen entfernen und sie doch getrennt sehen kann, und daraus die Abstände der Netzhautbilder von einander berechnet, so findet man, dass diese Abstände mit der Breite der Zapfen übereinstimmen. Helmholtz unterschied noch zwei weisse Striche, die so weit von einander entfernt waren, dass zwei gerade Linien in gleicher Höhe von der Mitte jedes dieser geraden Striche zu den correspondirenden Punkten des Netzhautbildes gezogen sich unter einem Winkel von 64″ kreuzten. Aber nicht immer und namentlich nicht an punktförmigen Bildern bewährt sich die Sehschärfe bis zu diesem Grade. Zwei Sterne, deren Winkelabstand nicht über 60″ beträgt, er-