



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

379. Farbenempfindung

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

Eindruck einer durch die Reihe der Pendel sich fortpflanzenden Wellenbewegung. Man kann die Erscheinung einer größeren Anzahl von Beobachtern gleichzeitig sichtbar machen, wenn man ein gegen die Hinterseite der Scheibe gelenktes helles Lichtbündel (Sonnenlicht, elektrisches oder Drummondsches Licht) durch eine Linse auf einem der Löcher ihres Randes sammelt und den aus der Öffnung tretenden Strahlenkegel durch einen kleinen Spiegel auf die Vorderseite der Scheibe zurückwirft. Eine andere Form des Phänakistoskops ist der stroboskopische Zylinder oder die Wundertrommel (Lebensrad, Zootrop, Dädaleum, Fig. 438). Ein um seine lotrecht stehende Achse drehbarer, oben offener Zylinder

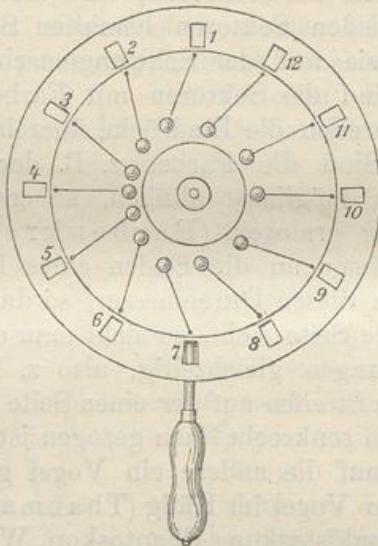


Fig. 437.

Stroboskopische Scheibe.

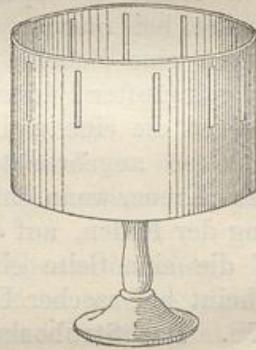


Fig. 438.

Stroboskopischer Zylinder.

von Pappe ist nahe seinem oberen Rande mit zwölf Schlitzten versehen; zwölf Bilder eines bewegten Gegenstandes in zwölf aufeinander folgenden Stellungen sind auf einem Papierstreifen dargestellt, den man in den Zylinder unter den Schlitzten so hineinbringt, daß er sich der Wandung ringsum anschmiegt. Diese Einrichtung macht den Spiegel entbehrlich und hat den Vorzug, daß mehrere Personen zugleich von verschiedenen Seiten durch die Slitze hineinsehen und die Bilderstreifen rasch gewechselt werden können. Da sich auf diese Weise nicht nur Wellenbewegungen veranschaulichen, sondern auch durch Momentphotographie in ihren aufeinander folgenden Phasen aufgenommene Bewegungen von Menschen und Tieren sehr täuschend darstellen lassen, so ist das Stroboskop, namentlich in seiner letzteren Form, ein beliebtes Spielzeug. Durch den Kinematographen werden die Momentbilder in rascher Aufeinanderfolge auf einen Schirm projiziert.

379. Farbenempfindung. Obwohl die einfachen Farben an und

für sich mit den einfachen Tönen vergleichbar sind, so ist doch die Art unserer Farbenempfindung von unserer Tonempfindung durchaus verschieden. Die aufsteigende Reihe der Töne bildet für unser Ohr eine in gleicher Weise aufsteigende Reihe von Tonempfindungen, in der der stetig anwachsenden Schwingungszahl die stetig ansteigende Tonhöhe entspricht. Das Spektrum bildet in seiner Ausdehnung vom Rot zum Violett eine ganz ähnliche Folge von Schwingungen mit stetig ansteigender Schwingungszahl. Aber die zugehörigen Empfindungen bilden keine entsprechende gleichartige Reihe. Vielmehr treten vier Hauptfarben im Spektrum hervor: rot, gelb, grün, blau, die wir als einfache Farben empfinden, während die dazwischen liegenden Stellen des Spektrums den Eindruck von Mischfarben machen (orange, gelbgrün, blaugrün) und stetige Übergänge von einer Farbe zur nächsten bilden. Außerdem aber gibt es für unsere Farbenempfindung einen stetigen Übergang vom violetten Ende des Spektrums durch Purpur hindurch zum roten Ende, so daß die Empfindungen der reinen satten Farben, wie sie den Spektralfarben und dem Purpur zukommen, sich auf einer geschlossenen Linie, etwa einem Kreise, als eine durch stetige Übergänge verbundene Folge anordnen lassen. Von jeder dieser Farben gibt es ferner durch eine Folge von ungesättigten Farben hindurch einen Übergang zu Weiß (z. B. rosa, gelbliche, grünliche, bläuliche Farbtöne), und durch allmähliche Abstufung der Intensität einen Übergang bis zu Schwarz, und endlich zwischen Schwarz und Weiß alle möglichen Übergänge durch Grau hindurch. Jede dieser Abarten unserer Farbenempfindung läßt sich in unserem Auge nicht bloß durch eine, sondern durch viele verschiedenartige Zusammensetzungen von Lichtschwingungen hervorrufen, ohne daß unser Auge imstande wäre, die zusammenwirkenden Teile dieser Mischung herauszuerkennen. Während das Ohr aus einem Tongemisch dessen einfache Bestandteile heraus hört und aus verschiedenen Tönen gemischte Klänge sofort als verschieden erkennt, kann das Auge das Weiß, das z. B. aus der Mischung von einfachem Blau mit dem komplementären einfachen Gelb entsteht, nicht von dem Weiß unterscheiden, das aus drei oder mehr oder aus allen Spektralfarben gemischt ist. Die Erfahrung lehrt, daß man jede Farbennuance durch eine Mischung einer der satten Farben mit Weiß herstellen kann. Da nun das Weiß stets aus zwei satten Farben gemischt werden kann, so lassen sich ganz allgemein alle Farbtöne durch Mischung von drei satten Farben herstellen. Die Willkür, die auch hierbei noch in der Wahl der drei Farben liegt, kann man endlich beseitigen, indem man drei bestimmte, passend gewählte einfache Farben (Grundfarben) allen Farbenmischungen zugrunde legt. Ein Apparat, der gestattet, die natürlichen Farben der Körper durch Mischung aus drei Grundfarben wiederzugeben, ist das Chromoskop von Ives. Von einem Gegenstande werden auf orthochromatischen Platten (351) drei photographische Aufnahmen gemacht, die eine durch ein rotes, die zweite

durch ein grünes, die dritte durch ein blauviolettes Glas hindurch. Die auf Glas hergestellten, farblosen Positive dieser Aufnahmen werden dann wieder durch ein rotes, grünes, blaues Glas hindurch entweder direkt betrachtet und durch Spiegelung an Glasplatten zu einem Bilde vereinigt, oder sie werden nach Art der Bilder eines Skioptikons (S. 499) durch drei Projektionslinsen auf dieselbe Stelle eines weißen Schirmes geworfen und lagern sich dort übereinander. Infolge der Aufnahmen durch die passend gewählten Lichtfilter hindurch enthält jedes Bild die entsprechende Grundfarbe in denjenigen Abstufungen, in denen sie in den natürlichen Farben des Gegenstandes gewissermaßen enthalten ist. Die Zusammensetzung der drei Bilder gibt daher die natürliche Farbe wieder.

Die beschriebenen Tatsachen haben zu der Annahme geführt, daß die unendlich vielen Strahlenarten des Spektrums in unserem Auge überhaupt nur wenige verschiedene Farbenempfindungen zu erregen imstande sind. Nach der älteren Theorie von Young (1807) und Helmholtz (1867) enthält die Netzhaut drei Arten von Nervenfasern, Rot, Grün und Violett empfindende, welche von irgend einem homogenen Lichtstrahl stets alle drei, jedoch in verschiedenem Grade, erregt werden. Nach der neueren Theorie von Hering sollen durch die verschiedenen Lichtarten drei Empfindungspaare erregt werden, Weiß-Schwarz, Rot-Grün, Gelb-Blau, die paarweise derart zueinander im Gegensatz stehen, daß z. B. bei Weißempfindung ein gewisser Stoff in der Netzhaut verbraucht, bei der Schwarzempfindung wieder ersetzt wird. Die anatomische Untersuchung des Auges aber hat eine Bestätigung dieser Hypothesen und eine Beantwortung der Frage, durch welche Mittel die Farbenunterscheidung in den farbenempfindlichen Organen der Netzhaut bewirkt wird, noch nicht ergeben. Dem mikroskopischen Befunde nach ist der Augenhintergrund mit einem Mosaik von allerfeinsten, stabartig nebeneinanderstehenden Organen gewissermaßen gepflastert. Diese Organe kommen in zwei Formen vor, als längliche, dünne Stäbchen und als etwas stärkere, kürzere Zapfen; in der Netzhautgrube finden sich nur die letzteren; nach dem Rande der Netzhaut zu dagegen überwiegen die Stäbchen. Nach den neuesten Anschauungen (I. v. Kries) kommt die Farbenempfindung nur mit Hilfe der Zapfen zustande. Die Stäbchen unterscheiden nur hell und dunkel, haben aber dafür die Fähigkeit, von viel schwächeren Helligkeiten beeinflußt zu werden, als die Zapfen. Daher kommt es, daß man im Dunkeln einen schwachen Lichtschimmer mit den stäbchenreichen seitlichen Teilen der Netzhaut, also im indirekten Sehen, schon wahrzunehmen vermag, wenn er die Zapfen der Netzhautgrube (im direkten Sehen) noch nicht zu erregen imstande ist (s. o. S. 539). Farben dagegen können wir nur mit den zentralen Partien der Netzhaut unterscheiden; die Randpartien sind farbenblind. Auf welche Weise aber in den Zapfen die Unterscheidung der Farben zustande kommt, ist noch nicht aufgeklärt.