

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.

Physiologische Gesellschaft zu Berlin.

Sitzung vom 14. November 1884.

Herr Arthur König (a. G.) sprach „über Farbensehen und Farbenblindheit“.

Der Vortragende gab eine zusammenfassende Darstellung der bisher zum Teil von ihm allein, zum andern Teil in Gemeinschaft mit Herrn C. Dieterici ausgeführten Untersuchungen auf dem Gebiete der normalen und anormalen Farbenempfindungen. Hier soll nur ein kurzer Ueberblick über den Inhalt des Vortrages gegeben werden:

Den Ausgangspunkt meiner physiologisch-optischen Untersuchungen bildete die Beschäftigung mit dem von Herrn v. Helmholtz konstruierten Leukoskope. Das Prinzip, auf dem die Theorie dieses Instrumentes beruht, lässt sich in folgender Weise darstellen. Wenn man einen polarisierten Strahl weißen, d. h. alle Wellenlängen enthaltenden Lichtes durch eine Quarzplatte und darauf durch ein Nicol'sches Prisma gehen lässt, so erscheint er im allgemeinen nicht weiß, sondern farbig, und seine Farbe ist sowohl abhängig von der Dicke jener Quarzplatte als auch von dem Winkel, den die Polarisations-ebene des ursprünglichen Strahles mit der Polarisations-ebene des Nicol'schen Prismas bildet. Sind zwei solche Winkel um 90° verschieden, die Quarzplatten aber gleich dick, was z. B. der Fall ist, wenn zwei senkrecht zu einander polarisierte weiße Strahlen durch dieselbe Quarzplatte und darauf durch dasselbe Nicol'sche Prisma gehen, so erscheinen sie komplementär gefärbt.

Eine spektroskopische Zerlegung eines solchen Strahles liefert uns ein Spektrum, welches von dunklen Bändern durchzogen ist, die zwischen sich, allmählich darin übergehend, Streifen von unverminderter Helligkeit einschließen. Bei der spektroskopischen Zerlegung eines komplementär gefärbten Strahles zeigt sich, dass hier im Spektrum die Intensitätsmaxima liegen, wo sich dort die Minima befinden, und umgekehrt. Die Zahl dieser dunklen Streifen wächst mit zunehmender Dicke der Quarzplatte und sie werden alle durch Drehen des Nicol'schen Prismas seitlich verschoben.

Ermöglicht man nun auch noch eine Aenderung des Intensitätsverhältnisses zwischen den beiden ursprünglichen senkrecht zu einander polarisierten Strahlen, so hat man drei Variable, über die man beliebig verfügen kann, und da das normale Farbensystem ein System dreifacher Mannigfaltigkeit ist, so sollte man glauben, jede beliebige Nüancierung der aus jenem optischen Systeme austretenden Strahlen nummehr erzielen, u. a. auch den Fall zu realisieren zu können, dass

beide austretende Strahlen weiß erscheinen und die gleiche Intensität besitzen, indem in dem einen Gelb und Blau, in dem andern Rot, Grün und Violett ausgelöscht ist. Die Erfahrung hat nun aber gelehrt, dass dieses im allgemeinen nicht möglich ist, d. h. dass eine noch unbekannte Beziehung zwischen den drei scheinbar unabhängigen Variablen bestehen muss.

Nicht minder unerklärlich waren die Einstellungen, welche sogenannte „Rotblinde“ und „Grünblinde“ mit dem Leukoskop machten. Sie können nämlich bei jeder 2 mm übersteigenden Quarzdicke und bei gleicher Intensität der zwei senkrecht zu einander polarisierten Lichtstrahlen dem Nicol'schen Prisma eine solche Stellung geben, dass ihnen die beiden austretenden Strahlen weiß erscheinen und gleiche Intensität besitzen. Das eine zweifache Mannigfaltigkeit repräsentierende Farbensystem dieser Individuen musste theoretisch das Vorhandensein von zwei Variablen zur Einstellung auf Gleichheit erfordern. Die erwähnte Erfahrungsthatsache lehrt aber, dass hier nur eine Variable notwendig ist.

Einstellungen von etwa 50 solcher farbenverwechselnden Individuen ergaben, dass man hier scharf zwei Gruppen unterscheiden konnte. Die Individuen der einen Gruppe machten solche Einstellungen, wo für uns das Rot unzweifelhaft heller war, als das damit für gleichfarbig erklärte Grün, die Individuen der andern Gruppe erklärten ein dunkles Rot für gleichfarbig mit einem hellern Grün. Eine solche scharfe Trennung in zwei Klassen ist nun aufgrund anderer Untersuchungsmethoden vielfach behauptet, aber auch wiederum geleugnet worden. Hält man die Berechtigung zu einer solchen Trennung für erwiesen, so könnte man die erste Gruppe auf grund der Young-Helmholtz'schen Farbentheorie für „rotblind“, die zweite für „grünblind“ erklären und bei ihnen das Fehlen der einen oder der andern Grundempfindungen vermuten.

Er erschien mir nun in höchstem Grade wünschenswert, an einem Teil der von mir mit dem Leukoskope untersuchten Personen auch andere Untersuchungsmethoden anzuwenden und zu sehen, ob hier eine eventuelle Teilung in zwei Gruppen mit der oben erwähnten zusammenfallen würde.

Proben mit Pigmentfarben oder farbigen Schatten waren natürlich hierzu viel zu ungenau, und es blieb somit nur die Bestimmung der Spektrumsgrenzen und des „neutralen Punktes im Spektrum“. Wenige Versuche lehrten mich, dass die erste Methode nicht in betracht kommen konnte. Die Angaben hängen so sehr von der Intensität der benutzten Lichtquelle, von dem Adaptionszustand der Netzhaut an die grade vorhandene Intensität, von der Intelligenz des Untersuchten u. s. w. ab, dass auf diesem Wege sicherlich keine Resultate zu gewinnen waren, die man als die Grundlage zu weitem Schlussfolgerungen verwenden durfte. Ich benutzte daher die zweite

Methode, mit der es mir gelang unter Anwendung des von Maxwell zuerst vorgeschlagenen Verfahrens zur Herstellung eines homogen gefärbten Feldes sehr genaue Bestimmung über die Wellenlänge des „neutralen Punktes“ an 13 „Rotgrünverwechslern“ zu machen. Unter dem „neutralen Punkte“ versteht man bekanntlich denjenigen Punkt im Spektrum, der den untersuchten Individuen, je nach der Intensität grau bezw. weiß erscheint. Die Genauigkeit der Messungen ermöglichte es mir auch die von Herrn Preyer zuerst aufgefundene Abhängigkeit der Wellenlänge des „neutralen Punktes“ von der Intensität des Spektrums messend zu verfolgen.

In der nachstehenden Tabelle gebe ich die Wellenlänge λ_n (in Milliontel Millimeter) für den „neutralen Punkt“ von 13 „Rotgrünverwechslern“ bei einer für alle Untersuchten gleichen Intensität und füge zugleich den aus 8 Einzeleinstellungen sich ergebenden wahrscheinlichen Fehler hinzu.

1) Hr. Dr. W.	491·70	\pm	0·09
2) „ Dr. K.	492·04	\pm	0·09
3) „ Dr. B.	492·25	\pm	0·19
4) „ Dr. S.	493·08	\pm	0·13
5) „ Dr. C.	493·80	\pm	0·36
6) „ Ln.	495·92	\pm	0·36
7) „ Dr. F.	496·01	\pm	0·23
8) „ Le.	496·08	\pm	0·40
9) „ Schw. }	497·37	\pm	0·48
	\pm	0·34 ¹⁾
10) „ R. H.	497·66	\pm	0·14
11) „ E. W.	499·44	\pm	0·20
12) „ W. H.	499·71	\pm	0·16
13) „ I. P.	504·75	\pm	0·15

Hierin sind die Individuen nach zunehmender Wellenlänge ihres neutralen Punktes geordnet, und ich erwähne nun, dass 1), 3), 4), 5), 9) und 10) „Rotblinde“, die übrigen „Grünblinde“ waren. Es geht daraus hervor, dass eine scharfe Trennung dieser beiden Klassen aus der Lage des neutralen Punktes nicht zu folgern ist, vielmehr das Gegenteil. Eine Lösung dieses Widerspruches wird sich erst ergeben, wenn es gelungen sein wird, bei einer großen Anzahl Rotgrünverwechslern beider Klassen die Inten-

1) Mehrere Tage später als die erste Messung gemacht.

sitätskurve für die Grundempfindungen (nach Young-Helmholtz'scher Theorie) genau zu bestimmen.

Die überraschend große Sicherheit, welche sich in den eben besprochenen Versuchen bei der Einstellung auf den neutralen Punkt zeigten, veranlasste mich nun der Frage näher zu treten, ob die Sicherheit, mit der normale, d. h. mit einem trichromatischen Farbensystem begabte Augen die Gleichfarbigkeit zweier homogen gefärbter Felder zu beurteilen im stande sind, von derselben Größenordnung sei.

Ueber diesen Gegenstand lagen zwar schon einzelne Messungen von den Herren Mandelstamm, Dobrowolsky und Peirce vor, aber die Untersuchungsmethoden ließen doch manches zu wünschen übrig. Daher unternahm ich es gemeinsam mit Herrn C. Dieterici, die vorliegende Frage einer nochmaligen genauen Prüfung zu unterziehen, in der (sich nachher auch bestätigenden) Hoffnung, dass wir beide, obgleich nach genau derselben Methode arbeitend, doch zu verschiedenen Resultaten gelangen würden, was dann einen Nachweis dafür gab, dass auch innerhalb der trichromatischen Farbensysteme nicht geringe individuelle Verschiedenheiten vorhanden sind.

Wir bestimmten die Empfindlichkeit gegen Wellenlängenunterschiede für zwei verschiedene Intensitäten durch den mittlern (aus 50 Einstellungen gewonnenen) Fehler einer Einstellung auf Nüancengleichheit zweier homogen gefärbten Felder. Die Resultate sind in folgender Tabelle angegeben, welche sowohl die Wellenlängen als auch die mittlern Fehler in Milliountel Millimeter angibt.

Wellenlänge	Mittlerer Fehler einer Einstellung für beide Intensitäten.	
	K	D
640	1·28	1·82
630	1·05	1·47
620	0·68	1·00
610	0·56	0·78
600	0·36	0·48
590	0·26	0·40
580	0·27	0·36
570	0·29	0·31
560	0·40	0·32
550	0·65	0·51
540	0·68	0·64
530	0·65	0·62
520	0·59	0·51

	Für hohe Intensität.		Für geringe Intensität.	
	K	D	K	D
510	0·51	0·38	0·40	0·38
500	0·41	0·29	0·23	0·28
490	0·36	0·25	0·16	0·23
480	0·33	0·23	0·28	0·26
470	0·43	0·38	0·46	0·41
460	0·54	0·53	0·54	0·57
450	0·82	0·57	0·44	0·40
440	0·62	0·50	0·68	0·45
430	0·69	0·56	1·08	0·56

Die Ergebnisse lassen sich in folgendem zusammenfassen.

1) Die Empfindlichkeit ist für eine größere Wellenlänge als 510 Milliontel Millimeter unabhängig von der Intensität.

2) Das Maximum der Empfindlichkeit im Gelben liegt für beide Beobachter an verschiedenen Stellen des Spektrums.

3) Die beiden andern Maxima (im Blaugrünen und am Uebergang von Indigo in Violett) liegen bei derselben Intensität für beide Beobachter an derselben Stelle.

4) Sie wandern aber (ebenso wie der ungefähr in der Gegend des ersten dieser beiden Maxima liegende neutrale Punkt der Rotgrünverwechsler) mit steigender Intensität nach dem violetten Ende des Spektrums hin.

Hinsichtlich der Einzelheiten sowohl der im Vorstehenden erwähnten Untersuchungsmethoden wie der erlangten Resultate verweise ich auf die speziellen Abhandlungen. Dieselben finden sich:

Wiedemann's Annalen, Bd. 17, S. 990, 1882; Bd. 22, S. 567 u. 579, 1884.

Gräfe's Archiv, Bd. 30, Abt. 2, S. 155 u. 171, 1884.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft zu Berlin, Jahrgang 1882, Nr. 2 u. 12; Jahrgang 1883, Nr. 4, 14 u. 16; Jahrgang 1884, Nr. 3, 4 u. 11.

Zeitschrift für Instrumentenkunde, Bd. 3, S. 20, 1883.

Hirschberg's Centralblatt für praktische Augenheilkunde, Jahrgang 1884, Dezemberheft.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin.

Sitzung vom 6. November 1885.

Herr A. König sprach „über einen Fall von pathologisch entstandener Violettblindheit“.

Bei den bisher aufgefundenen wenigen Individuen, deren Farbensystem man durch Annahme eines Fehlens der Violettempfindung (nach Young-Helmholtz) oder der Blau-Gelbempfindung (nach Hering) erklären zu können glaubte, sind meines Wissens keinerlei genaue spektroskopische Bestimmungen gemacht worden. Man hat sich mit der Angabe von einigen Verwechslungsfarben und mit einer Beschreibung des Eindrucks, den die verschiedenen Teile des Spektrums in solchen Augen hervorrufen, begnügen lassen.

Vor etwa einem Jahre war ich durch die liebenswürdige Gefälligkeit des Herrn W. Uhthoff in der Lage, selbst Beobachtungen an einem jungen Manne anstellen zu können, der ebenso wie jene als violettblind, resp. blaugelbblind bezeichneten Individuen angab, in der uns gelb und gelbgrün erscheinenden Gegend des Spektrums ein breites graues Band zu erblicken, an welches sich nach dem langwelligen Ende hin eine rote und nach der andern Seite hin eine grüne oder grünlich-blaue Region anschließen sollte, welche sich beide annähernd bis zu den für normale Farbensysteme gegebenen Grenzen des Spektrums hin erstreckten. Eine damals sofort angestellte und seitdem mit verbesserter Methode wiederholte systematische Prüfung dieses Farbensystems ergab nun aber, dass hier kein dichromatisches System vorhanden war, sondern ein trichromatisches. Festzustellen, worin die Abweichungen dieses trichromatischen Systems von den die große Mehrzahl bildenden normalen trichromatischen Farbensystemen bestehen, ist leider infolge der Unsicherheit der gemachten Einstellungen trotz wiederholten Versuches unmöglich geblieben. Es liegt somit große Wahrscheinlichkeit, wenn nicht sogar Gewissheit vor, dass die bisher als violettblind (resp. blaugelbblind) bezeichneten Individuen ein zwar abnormales aber trichromatisches Farbensystem besessen haben.

Vor einigen Monaten wurde mir nun, ebenfalls wieder durch Herrn W. Uhthoff, ein Patient der hiesigen Schöler'schen Augenklinik zugeführt, der auf dem rechten Auge in dem zentralen Teile des Gesichtsfeldes eine abnormale Farbenempfindung besaß, und bei welchem eine diesem Skotom genau entsprechende Retinitis vorhanden war. Die ophthalmoskopische Prüfung hatte eine leichte Trübung der Papille ergeben. Gleichzeitig bestand eine grau-weißliche Trübung der Retina in der Gegend der Macula lutea, welche sich nach oben und unten weiter ausbreitete als nach den Seiten. Eine Untersuchung am Perimeter ergab, dass das Farbenskotom ungefähr elliptische

Gestalt hatte; die Enden der großen Axe dieser Ellipse lagen von dem Fixationspunkt 15° nach oben, 30° nach unten; die Enden der kleinen Axe 5° medianwärts und 15° lateralwärts.

Die Aussagen des Patienten ließen Violettblindheit in diesem Skotom vermuten. Innerhalb des Skotoms erschienen weiße Gegenstände gelblich. Blaugrüne, blaue und violette Pigmentfarben wurden innerhalb des Skotoms fast immer verwechselt und erschienen grün. Meine Vermutung, dass hier die Violettempfindung zerstört sei, wurde nun durch eine spektroskopische Prüfung vollkommen bestätigt. Zunächst ergab sich das Vorhandensein eines neutralen Punktes. Die Bestimmung der Wellenlänge desselben geschah in derselben Weise, wie ich sie bei Rot-Grünverwechslern angewendet habe ¹⁾. Es ergab sich als Wellenlänge des neutralen Punktes $560,4 \mu\mu$ mit einem wahrscheinlichen Fehler von $\pm 1,4 \mu\mu$ für die Einzelbestimmung. (Von einem breiten grauen Streifen im Spektrum, wie er bei den bisher als violettblind diagnostizierten Individuen erwähnt wird, konnte also keine Rede sein, was auch mit der Beschreibung des Spektrums seitens des Patienten übereinstimmte.) Dieser neutrale Punkt muss dem Schnittpunkte der beiden Intensitätskurven für die Rotempfindung und Grünempfindung (nach Young-Helmholtz'scher Theorie) entsprechen. Früher habe ich, die von Herrn v. Helmholtz ausgeführten Bestimmungen ²⁾ der Komplementärfarben benutzend, die Wellenlänge dieses Punktes zu ungefähr $563 \mu\mu$ berechnet ³⁾.

Da monochromatisches Licht von der Wellenlänge $560 \mu\mu$ innerhalb und außerhalb des Skotoms denselben Eindruck machte, so haben wir unter der Bezeichnung „gelblich“, wie sie von dem Patienten für den Eindruck von weißen Gegenständen innerhalb des Farbenskotoms benutzt wurde, sicher ein grünliches Gelb zu verstehen.

Wurde das weiße Papier nicht mit Sonnenlicht, sondern mit dem Lichte eines Argand-Gasbrenners beleuchtet, so zeigte sich, dass seiner Farbe monochromatisches Licht von der Wellenlänge $590, - \mu\mu$ entsprach. Der wahrscheinliche Fehler einer Einzeleinstellung betrug hier $\pm 2, - \mu\mu$. Inwiefern diese Beobachtung mit meiner theoretisch gemachten Bestimmung zusammenfällt, werde ich in einiger Zeit gemeinsam mit Herrn C. Dieterici nachweisen.

Zwischen zwei monochromatisch erleuchteten Feldern von der

1) A. König, Graefe's Archiv XXX. (2) S. 155. 1884 und Wied, Ann. XXII, 567. 1884

2) H. Helmholtz, Pogg. Ann. LXLIV, 1. 1885 u. Wissensch. Abhandl. II, 45. Leipzig 1883.

3) A. König, Verhandl. der Physikal. Ges. zu Berlin vom 2. März 1883. Nr. 4.

Wellenlänge 515 $\mu\mu$ und 477 $\mu\mu$ bestand kein beträchtlicher Farbenunterschied. Das Intensitätsverhältnis war bei Benutzung des Argand-Gaslichtes ungefähr 17 : 1.

Das langwellige Ende des Spektrums war unverkürzt, das kurzwellige endete hingegen im Indigo.

Zur Erklärung dieser anormalen Farbenempfindung könnten vielleicht folgende drei Annahmen in betracht kommen:

1. Die Störung des Farbensystems besteht in einer Absorption des violetten Endes des Spektrums durch die innern Schichten der Retina. Das ist aber unvereinbar sowohl mit der ausdrücklich konstatierten völligen Gleichheit von weißem Licht und einem bestimmten monochromatischen Licht, wie auch mit der Thatsache, dass von dem neutralen Punkte an in dem kurzwelligen Teile des Spektrums die Farben sich nur durch mehr oder minder große Beimischung von Weiß unterschieden. Bei einer bloßen Absorption gewisser Teile des Spektrums hätte der Farbenton der nicht absorbierten der normale sein müssen.

2. Unter Voraussetzung der Richtigkeit der Hering'schen Farbentheorie mangelt die Blau-Gelbempfindung. Dann hätte aber monochromatisches Licht von der Wellenlänge des neutralen Punktes (560 $\mu\mu$) und weißes Sonnenlicht weiß und nicht gelblich erscheinen müssen.

3. Es mangelt die Violett-Empfindung (nach Young-Helmholtz). Hiermit sind alle Beobachtungen und Aussagen des Patienten im Einklang.

Ich stehe daher nicht an, in dem vorstehend Berichteten eine unantastbare Stütze für die Richtigkeit der Young-Helmholtz'schen Farbentheorie zu erblicken.

Zusatz zu der Spengel'schen Mitteilung: „*Phoenicurus redivivus*“.

Außer den Autoren, welche Spengel in Nr. 1 S. 20 dieses Bandes des Biol. Centralbl. anführt, hat auch noch E. Grube die Rückenanhänge von *Thetys fimbria* Boh. richtig erkannt, gut beschrieben und nach dem Leben in ihrer natürlichen Lage sehr hübsch abgebildet, in der Schrift: Ein Ausflug nach Triest und dem Quarnero, Berlin 1861, S. 29, Taf. I, Fig. 12. Das von Grube beobachtete Individuum phosphoreszierte lebhaft, wenn es berührt wurde.

K. Möbius (Kiel).

Ad. Pansch, Grundriss der Anatomie des Menschen.

Berlin, 1886. Verlag von Robert Oppenheim.

Unter den verschiedenen kleinern Lehrbüchern der Anatomie, welche für den Gebrauch der Studierenden berechnet sind, nimmt dasjenige von Pansch, dessen 2. Auflage uns vorliegt, gewiss einen hervorragenden Platz ein. Was es vor allem auszeichnet, ist die Kürze, verbunden mit einer außerordentlichen Klarheit und Vollständigkeit. Es ist ja das Pansch'sche Buch nicht dazu

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1886-1887

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.
Physiologische Gesellschaft zu Berlin. 88-95](#)