

Sitzungsberichte
der
mathematisch - physikalischen Classe
der
k. b. Akademie der Wissenschaften
zu **München.**

Band VII. Jahrgang 1877.



München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1877.

In Commission bei G. Franz.

Herr v. Bezold spricht über eine in Gemeinschaft mit Herrn Dr. G. Engelhardt angeführte Untersuchung

„Ueber die Fluorescenz der lebenden Netzhaut.“

Studien über das Gesetz der Farbenmischung legten dem einen von uns schon vor Jahren die Frage nah, ob die von Helmholtz¹⁾ und später von Ssetschenow²⁾ an der todten Retina beobachtete Fluorescenz nicht auch an der lebenden Netzhaut nachweisbar sei. Damals angestellte Experimente ergaben jedoch kein Resultat, führten vielmehr zu der Ueberzeugung, dass die Lösung dieser Aufgabe nur in Verbindung mit einem Ophthalmologen möglich sein dürfte.

Durch die bahnbrechenden Entdeckungen von Boll und Kühne wurde das Interesse an diesem Gegenstande von neuem erweckt, da durch sie alle Rückschlüsse von der todten auf die lebende Netzhaut als höchst bedenklich erscheinen müssen.

Dies veranlasste uns, die Untersuchung gemeinschaftlich in Angriff zu nehmen, deren Ergebnisse im Folgenden mitgetheilt werden sollen.

Vor Allem schien es erforderlich, das Netzhaut-Bild eines Spectrums ophthalmoskopisch zu beobachten und dann

1) Pogg. Ann. XCIV. 205.

2) Arch. f. Ophth. Bd. V. 2. S. 205.

zu versuchen, ob man dasselbe so weit hinter den Pupillarrand verschieben könne, dass man die Netzhaut schliesslich nur noch in ultravioletter Beleuchtung vor sich habe. Zu dem Ende wurde der aus dem Prisma austretende Farbfächer so nahe am Prisma durch den Augenspiegel abgefangen, dass er ganz auf den letzteren fiel. Alsdann war es durch passende Wahl der Entfernungen und der in Anwendung kommenden Linsen — die Beobachtungen wurden immer im umgekehrten vergrösserten Bilde angestellt — möglich, von dem Spectrum ein so kleines Netzhautbild zu erzeugen, dass dasselbe ganz oder wenigstens zum grössten Theile gleichzeitig übersehen werden konnte.

Das Ergebniss war ein sehr überraschendes, und enthielt, obwohl Anfangs weder Sonnenlicht noch Quarzprismen in Anwendung kamen, bereits das gewünschte Resultat in sich, das dann freilich erst durch Abänderung und Vervollkommnung der Versuche ganz beweiskräftig gemacht werden musste.

Das Netzhautbild eines Spectrums zeigt nämlich Eigenthümlichkeiten, die zum Theile durch die Absorptionerscheinungen des Blutes, zum Theile durch die Fluorescenz bedingt sind. Der Anblick dieses Bildes ist ausserordentlich schön: Während der Netzhautgrund das Bild des Spectrums in gewöhnlicher Weise zeigt, treten die Gefässe in sehr verschiedener Färbung hervor: auf dem rothen Grunde nur durch eine etwas intensivere Farbe, im Orange beinahe gar nicht kenntlich, erscheinen sie im Grünen tief schwarz in wunderbar scharfer Zeichnung, im Blauen aber in dunkel braungelbem Tone, der im Violetten in dunkles Rothbraun übergeht. Im Orange heben sie sich so schwach hervor, dass man glauben möchte, sie seien mit Wasser gefüllt, dagegen werden sie beim Beginn des Grünen plötzlich so schwarz, als enthielten sie

Tinte, und dieses Umspringen von dem einen in den anderen Ton geschieht so auffallend, dass sie beinahe wie abgeschnitten erscheinen. Reines Gelb ist bei lichtschwachen Spectren bekanntlich nicht mehr wahrnehmbar, aus den Versuchen über die Absorption des Blutes weiss man jedoch, dass sie in der Gegend der Fraunhofer'schen Linie D beginnt, und zwar noch etwas vorher wie daraus folgt, dass die Gefässe bei Belenchtung mit Natriumlicht ebenfalls schwarz gesehen werden.

Bis in's Grüne hinein schliesst sich demnach die beschriebene Erscheinung genau dem an, was man nach dem Absorptionsspectrum des Blutes erwarten konnte.

Im Blauen aber und zwar in der Gegend der Linie F ändert sich die Sache; hätten wir es hier nur mit Absorptionserrscheinungen zu thun, so müssten die Gefässe ähnlich wie im Rothen, d. h. blos durch Unterschiede der Helligkeit, wenn auch etwas schärfer, markirt sein; man hätte dann eben dunkler blaue Gefässe auf mässig hellerem Grunde zu erwarten. Statt dessen erscheinen sie in gelblich braunem Tone, der an sehr dunklen Ocker erinnert, während sie im Violett einen entschiedenen Stich in's Rothe zeigen, etwa wie rostiges Eisen.

Diese Erscheinung lässt sich nur durch Fluorescenz der dahinterliegenden Netzhaut erklären, und so liefern demnach die Netzhautgefässe selbst das feinste Prüfungsmittel für das Vorhandensein der Fluorescenz.

Im ersten Augenblicke könnte man zwar meinen, man habe es hier mit einer Contrasterscheinung zu thun, aber eine etwas genauere Ueberlegung lehrt sofort, dass diese Vermuthung hier unzulässig ist. Denn erstens wäre nicht abzusehen, weshalb diese Erscheinung im Grünen fehlen sollte, was doch bekanntlich besonders leicht Contrasterscheinungen hervorruft, und dann müsste sich die Farbe der Gefässe vom Blauen nach dem Violetten zu dem Gelbgrünen nähern,

während im Gegentheile das dunkle Braun der Gefässe in dieser Gegend des Spectrums in Rothbraun übergeht.

Fluorescenz des Blutes selbst kann auch nicht die Ursache sein, da es uns wenigstens nicht gelungen ist, an Blut eine Spur von Fluorescenz zu entdecken, überdiess wäre es äusserst unwahrscheinlich, dass das im durchfallenden Lichte rothe Blut auch rothe Fluorescenz zeigen sollte.

Ebenso wenig kann man die Ursache in diffussem Lichte suchen, das auf irgend welchem Wege in's Auge gedrungen sein möchte oder allenfalls in der Fluorescenz der Hornhaut oder Linse seinen Ursprung finden könnte, denn solches Licht müsste im grünen Theile des Spectrums ebenso seine Wirkung zeigen, ja dort sogar in erhöhtem Maasse, da hier der Contrast den Eindruck noch verschärfen müsste.³⁾ Uebrigens müsste sich Fluorescenzlicht, was von Theilen des Auges ausginge, die vor den Netzhautgefässen liegen, auch bei Betrachtung der Purkinje'schen Figur in monochromatischer Beleuchtung merkbar machen, was nach unseren Beobachtungen nicht der Fall ist.

Die eigenthümliche braune und rothbraune Färbung der Netzhautgefässe im blauen und violetten Theile des Spectrums lässt sich mithin nur durch Fluorescenz der dahinter liegenden Netzhaut erklären und zwar hat man den Beginn derselben an der nämlichen Stelle zu suchen, an welcher sie von Helmholtz bei der todten Netzhaut gefunden wurde.

Obwohl nun nach dem ebengesagten schon durch diesen einen Versuch die Fluorescenz der lebenden Netzhaut nachgewiesen ist, so wollten wir es doch hiebei nicht bewenden lassen, sondern die Sache noch nach verschiedenen Seiten

3) Bei sehr intensiver Beleuchtung scheint derartiges Licht wirklich seinen Einfluss geltend zu machen und ist deshalb eine mässige Erleuchtung der Netzhaut vorzuziehen.

hin weiter verfolgen, um so noch weiteres Beweismaterial herbeizuschaffen. Für's Erste versuchten wir die auf der Netzhaut gesehene Erscheinung nachzuahmen, indem wir ein mit Blutlösung gefülltes Capillarrohr vor ein auf einer Fläche entworfenen Spectrum brachten. Auch hier zeigten sich im Roth, Orange, Gelb und Grün genau die nämlichen Erscheinungen, im Blau und Violett ebenfalls, wenn der Schirm in diesen Farben fluorescirte. Freilich bemerkt man hiebei die kleinsten Spuren von Fluorescenz, so dass schon weisses Papier dieselbe deutlich zu erkennen gibt und die Farbe des Röhrchens vor einem solchen Schirme schon in allen Theilen an die der Blutgefässe auf der Netzhaut erinnerte. Dass es sich aber hiebei thatsächlich um Fluorescenzlicht handelte, welches von diesem Schirme ausging, ergab sich schlagend daraus, dass die braune und röthliche Färbung des Röhrchens gänzlich verschwand, wenn der Schirm entfernt wurde, so dass der schwarze Raum des Dunkelzimmers als Hintergrund diente und dass sie viel entschiedener auftrat, wenn der weisse Papierschirm durch einen mit Platin-Cyanbarium überstrichenen oder durch andere fluorescirende Körper ersetzt wurde. Diese Versuche überzeugten uns davon, dass man in einem durchsichtigen farbigen Körper, den man vor einen anderen als Projectionsfläche für ein Spectrum dienenden hält, ein äusserst empfindliches Mittel besitzt, um Spuren von Fluorescenz zu erkennen. Sobald dieser Prüfungskörper in einem Theile des Spectrums, in dem er allein seine natürliche Farbe nicht erkennen lässt, dieselbe doch zeigt, wenn sich ein Körper hinter ihm befindet, muss diess die Folge von Fluorescenz-Licht sein, welches von dem dahinter liegenden Körper ausgesendet wird.

Auch feine Schattenstreifen wurden in einem projecirten Spectrum hervorgerufen, um den Einfluss ganz sicher zu erkennen, den allenfalls Contrasterscheinungen auf die Beobachtung ausüben könnten. Das Resultat war, dass die

im Blau und Violett beobachtete Farbe der Netzhautgefäße keinenfalls die Folge von Contrasterscheinungen ist.

Nach Erledigung dieser mehr physikalischen Seite der Sache handelte es sich nun darum, auch die ophthalmoskopischen Untersuchungen weiter auszudehnen und verschiedenartig abzuändern.

Die oben angeführte Methode, bei welcher man den ganzen Farbenfächer mit dem Augenspiegel auffängt und ein kleines Spectrum auf die Netzhaut wirft, ist nämlich von dem Einwande nicht frei, dass man hiebei nur schwer ein ganz reines Spectrum erhalten wird. Bedarf es doch beinahe eines glücklichen Zufalls, damit die Stellungen der Linsen und die Accommodation der beiden Augen so günstig zusammenwirken, dass das beobachtete Auge in dem nämlichen Momente die Fraunhofer'schen Linien deutlich sieht, in welchem der Beobachter den Augenhintergrund scharf vor sich hat. Wenn nun auch eine kleine Abweichung von vollkommener Reinheit bei Benützung der Blutgefäße als Kriterium der Fluorescenz nicht viel Schaden bringen kann und demnach das bloße oberflächliche Urtheil des Beobachters genügt, um eine hinreichende Reinheit zu erzielen, so war es doch immerhin wünschenswerth, den genannten Einwand ganz zu beseitigen.

Dies geschah auf folgende Weise:

Mit Hülfe eines grossen, sehr stark zerstreuenenden Prisma's à vision directe wurde ein Spectrum von 40 bis 50 cm. Länge entworfen. In die Gegend der Bildebene begab sich nun der Beobachter und fing mit dem Augenspiegel bald diese, bald jene Strahlengattung auf, so dass das beobachtete Auge nach einander durch nahezu monochromatisches Licht von verschiedener Brechbarkeit beleuchtet wurde.

Die Farbe der Gefäße zeigte sich jedesmal genau ebenso wie bei der oben beschriebenen Methode, und zwar nicht

nur bei dem gewöhnlich zu den Versuchen benutzten braunen Kaninchen, sondern auch beim Menschen.

Diese Art der Untersuchung ist viel bequemer als die oben beschriebene, aber dafür muss man darauf verzichten, sämtliche Erscheinungen mit einem Blicke zu übersehen.

Anfänglich waren die Versuche sämmtlich mit Glaslinsen und Glasprismen angestellt worden und zum Theile sogar nur mit Benutzung eines Skioptikons als Lichtquelle, es schien nun wünschenswerth, sie mit Quarz-Linsen und Prismen zu wiederholen, wobei selbstverständlich Sonnenlicht zur Anwendung kam. Hiebei war es jedoch nicht möglich, die zweite Art der Beobachtung zu benutzen, da das Spectrum nicht hinreichend gross hergestellt werden konnte, man war deshalb immer genöthigt, ein etwas grösseres Stück des Spectrums auf die Netzhaut zu projeciren.

Die Ergebnisse waren im Allgemeinen die nämlichen wie oben beschrieben, nur trat die braunrothe Färbung der Blutgefässe im Violett noch lebhafter hervor als bei Anwendung von Glasapparaten (der Augenspiegel und die dazu gehörige Linse waren auch jetzt noch von Glas) und endlich war es in diesem Falle möglich, die Erscheinung bis in's Ultraviolett zu verfolgen. Nachdem das ganze sichtbare Spectrum abgeblendet war, indem man es allmählig hinter dem Pupillarrand zum Verschwinden brachte, so dass nur mehr ultraviolette Strahlen auf die Netzhaut fielen, erschienen die Netzhautgefässe in entschieden röthlichem Tone auf schmutzig graubraunem Grunde.

Alles zusammengefasst, scheint uns durch diese Beobachtungen erwiesen, dass thatsächlich auch die lebende Netzhaut fluorescirt, und zwar unter dem Einflusse der nämlichen Strahlen, welche

schon **Helmholtz** bei der todten Netzhaut als fluorescenzzerregend erkannt hat.

Als Kennzeichen der Fluorescenz diene die Farbe der Netzhautgefäße, die sich im blauen, violetten und ultravioletten Lichte mehr und mehr der natürlichen Farbe des Blutes näherte, was sich nur durch Fluorescenz der dahinter liegenden Schichten erklären lässt.
