

# Ueber den Farbensinn bei Sehnervenerkrankungen.

Von

E. Raehlmann.

---

In den letzten Jahren ist die Physiologie der Farbenempfindung in eine ebenso interessante als wichtige Beziehung zur klinischen Ophthalmologie getreten seit man auf die auffälligen Verhältnisse aufmerksam wurde, welche zwischen Licht- und Farbenempfindung bei verschiedenen amblyopischen Zuständen des Auges zu bemerken sind. — Vorzugsweise ist es das Verdienst Leber's auf die Wichtigkeit dieser Beziehungen zur praktischen Ophthalmologie aufmerksam gemacht und dieselben praktisch verwerthet zu haben.

Ausser Leber sind es besonders Benedick, Schelske, Galezowski, Schirmer und Schoen, welche sich um die praktische Verwerthung der physiologischen Daten schätzenswerthe Verdienste erworben.

Trotz den umfangreichen Arbeiten und ihren Consequenzen für Diagnose und Therapie liegt die physiologische Erklärung der fraglichen Phänomene noch vollständig darnieder, ja man hat aus ihnen Veranlassung

nehmen zu müssen geglaubt, auf Grund der neuen Entdeckungen an den bestehenden, allgemein angenommenen Theorien bedenklich zu rütteln.

In der That sind die Resultate der neuen Untersuchungen in manchen Beziehungen rückwirkend auf die bestehenden Ansichten über die Wahrnehmung des Lichtes und in dieser Hinsicht haben diese Arbeiten nicht bloß praktisches, sondern auch höchstes physiologisches Interesse.

Hier ist die Frage besonders wichtig, ob Zustände existiren, wo bei Veränderungen der Lichtempfindung, bei höherer Empfindlichkeit oder herabgesetzter Empfindlichkeit der Netzhaut gegen allgemeine Lichteindrücke der Farbensinn geändert ist und wie sich zu beiden Zuständen zu dem veränderten Lichtsinn und dem veränderten Farbensinn die Raumempfindung der Netzhaut, die Sehschärfe verhält.

Eine zweite Frage ist die, wie sich diese Zustände veränderter Farbenempfindung auf die verschiedenen Krankheiten des Augenhintergrundes vertheilen, ob sie für gewisse Formen pathognostisch sind oder allen pathologischen Processen mit organischen Veränderungen der empfindenden Theile gemeinsam zukommen.

Die früheren Arbeiten haben diese Fragen zum Theil schon beantwortet, insbesondere hat Leber, Graefe's Archiv, Band XV, 3, S. 26 u. f. eine Classification der Krankheiten des Augenhintergrundes nach den Veränderungen des Farbensinnes angebahnt.

### Bemerkungen zu den Untersuchungen mit Pigmenten.

Grösstentheils sind die früheren Beobachtungen mittelst farbiger Papiersorten angestellt, die man

meistens beliebig auswählte und oberflächlich bezeichnete.

Wenn wir jedoch bedenken, dass verschiedene Beobachter bei dem gänzlichen Mangel völlig gleicher Pigmente, ebenso viele Sorten derselben Farbe, unterschiedlich nach Nüancesättigung und Helligkeit anwenden, so werden wir die Grösse des möglichen Unterschiedes in den Resultaten als erheblich genug ansehen dürfen, um an der Zuverlässigkeit der sich anscheinend deckenden Beobachtungen zu zweifeln. Auch die sorgfältigst ausgewählten Stoffe genügen nicht, weil sie für die Intensitäten relativ zu einander nicht genügend Gewähr leisten.

Es ist lange darüber gestritten worden, und diese Frage ist noch jetzt eine offene zu nennen, für welche Farben die Netzhaut am wenigsten empfindlich sei. Bei der Untersuchung der Peripherie der Netzhaut auf ihre Farbenempfindung fand man bald die geringste Empfindlichkeit (kleinste centrale Zone) bestehend für roth, bald für grün!

Man übersah offenbar den Einfluss der Intensität und der Sättigung der einzelnen Farben, die bei der verschiedenen Mischung unserer Pigmente bedeutend ins Gewicht fällt.

Ich besitze z. B. diverse Sorten rother und grüner Pigmente, je nachdem ich das hellere Roth und das dunklere Grün oder die umgekehrte Anordnung wähle, greift bei der Prüfung der Netzhautperipherie die Zone des Grün über die des Roth und umgekehrt. Man begreift leicht, dass unter solchen Umständen Differenzen in den Resultaten bei verschiedenen Beobachtern kaum zu vermeiden sind und dass für die Aufstellung bestimmter Gesetzmässigkeiten in der Stärke der Energien die Erfahrungen an Farbstoffen nicht massgebend sein können. Hier ist nur die sich gleich bleibende lebendige Kraft

der Aetherschwingungen, die Farbenreihe des Spectrums einzig ausreichend.

Anders ist es, wenn man behufs Controle der Empfindungszustände der Netzhaut mit Pigmenten experimentirt, um z. B. Besserungen oder Verschlimmerungen, also Erweiterung resp. Einengung der peripheren Farbcuren nachzuweisen.

Da sind dann Pigmente, falls man immer dieselben nimmt und die Beleuchtung als gleich voraussetzen darf, durchaus am Platze und vollkommen zureichend! — Ich wende seit längerer Zeit ausschliesslich nur noch zu diesem Zwecke Pigmentfarben an und habe dieselben so ausgewählt, dass sie für mein Auge sich ähnlich verhalten wie das farbige Licht des Spectrums; d. h. ich habe mir ein Roth ausgesucht, welches eher seitlich verschwindet als Grün u. s. w.

Ich glaube, dass nur solche Untersuchungen zu ernstesten Resultaten führen können, welche ganz durchaus auf physiologischer Basis angestellt und nach einer gewissen physiologischen Richtung gemacht werden.

### Methoden der Untersuchung mit Spectralfarben.

Die rein physiologischen Prüfungen des Farbensinnes bewirke ich aus diesem Grunde nur noch mit Spectralfarben und zwar achte ich hier auf folgende Punkte:

1) Welche Farben werden, wenn sie einzeln, isolirt dem Auge geboten werden, richtig benannt, oder welche werden verwechselt?

2) Wie verhält sich die Farbenerkenntniss, wenn mehrere Farben der spectralen Reihe nebeneinander zur Beurtheilung kommen?

3) Wie verhalten sich die Empfindlichkeiten für die

einzelnen Farben relativ zu einander und zur Empfindlichkeit des gesunden Auges?

---

Was die erste Reihe der Prüfungen angeht, so isolire ich behufs derselben die einzelnen Farben aus dem subjectiven Spectrum eines Spectralapparates.

Ungefähr in dem Brennpunkte der Objectivlinse des Ocularrohres ist eine Spaltvorrichtung angebracht, welche in einer Blende befindlich ist, die bei fixirtem Rohr verschoben werden kann und jeden Theil des Spectrums durch Abblendung des übrigen zu isoliren gestattet: der in der Blende befindliche Spalt kann verschieden breit eingestellt werden. Das Ocular des Fernrohres ist mittelst eines Knopfes verschieblich und kann dem Spalt genähert und von ihm entfernt werden. Der Spalt selbst wird mit dem Tubus bewegt, d. h. vor- und zurückgeschoben.

Es wird so die Bedingung erfüllt, für die verschieden brechbaren Strahlen das Ocular einstellen zu können.

---

Zuerst wird nun untersucht, ob sämtliche Farben richtig erkannt werden, wenn man den Spalt so breit macht, dass das ganze Spectrum eingestellt ist, also keinerlei Abblendung vorgenommen wird. Dann werden einzelne bestimmte Töne isolirt und der betreffende Kranke aufgefordert, die Farbe anzugeben. Indem man nun die Farbenqualität wechselt, kann man die Natur einer bestehenden Störung der Empfindung leicht eruiren.

Diesen Prüfungen schliessen sich jene an, über Verkürzung der Spectralenden. Wo eine hinreichende Sehschärfe besteht, benutze ich die Beleuchtung der photographischen Skala und lasse die Stelle direkt bezeichnen, wo die Grenze des Roth und Violett gesehen wird.

In anderen Fällen, den meisten, wo die Sehschärfe erheblich gelitten, blende ich das ganze Spectrum ab, bis auf die äussersten Enden.

---

Wenn sich bei Untersuchung eines Patienten mit einem Sehnerven, Netzhaut oder Chorioidealleiden bei dieser einfachen Prüfung keine Unsicherheit in der Benennung der Farben insbesondere keine Verkürzung der Spectralenden herausstellt, stehe ich von weiteren Prüfungen ab, da ich durch eine Reihe von Untersuchungen belehrt bin, dass in solchen Fällen keine Störungen gefunden werden.

Es werden jedoch diese Prüfungen bei verschiedener Intensität des Lichtes ausgeführt. Wenn die grösste Genauigkeit nicht erforderlich ist, wie in den meisten Fällen, regulire ich die Beleuchtungs-Intensität durch die veränderte Weite des Spaltes am Collimatorrohre des Apparates; in Fällen, wo grössere Genauigkeit nothwendig ist, insbesondere zur Feststellung der Empfindlichkeit eines Auges für eine bestimmte Lichtart, messe ich das zugelassene Licht direkt nach Polarisation in einem Systeme von Nicols, wie ich es früher Graefe's Archiv, Bd. XX. 1 näher beschrieben habe. Nach der Grösse des Winkels, den die Hauptschnitte der Nicols mit einander bilden, bestimmt sich bekanntlich die Quantität des durchgelassenen Lichtes. Die Grösse dieses Winkels kann an einer Gradtheilung am Apparate bequem abgelesen werden.

---

Falls sich irgend welche Störungen der Empfindung bei diesen Prüfungen verrathen, setze ich die Beobachtungen fort, indem ich mehrere Farben zugleich dem Auge einstelle; zunächst der spectralen Reihenfolge nach

nebeneinander. Ich kann so feststellen, ob der Uebergang zwischen Roth und Gelb oder Gelb und Grün u. s. w. erkannt wird, oder ob zwei nebeneinanderliegende Töne für identisch genommen werden. Ich habe oft bemerkt, dass z. B. Gelb und Grün als einfarbig genommen wird, wenn bei der Beobachtung des ganzen Spectrums die einzelnen Töne richtig gesondert wurden; und lege auf diese Prüfungen besonderen Werth bei gewissen Anfangszuständen von Sehnervenerkrankung, wo sich auf diese Weise, wie wir unten sehen werden, die Störungen zuerst manifestiren.

Dann stelle ich zwei verschiedene Farben gesondert von einander ein, und prüfe nun in ähnlicher Weise. Die Isolirung wird hier durch zwei Blenden bewirkt, deren jede einen feinen Spalt trägt. Die Distanz der 2 Spalten lässt sich ändern, derart, dass, während der eine z. B. auf die Linie B eingestellt ist, der andere Spalt von D aus so verschoben wird, dass er alle Töne von D nahezu bis F erreicht, und nach dem Willen des Beobachters das Licht einer beliebigen Wellenlänge zwischen diesen Linien einstellt und isolirt. Der Mechanismus der Blendvorrichtung ist derart, dass sich die beiden Blenden an ihrem inneren Ende theilweise übereinander schieben. Wenn sie ad maximum übereinandergeschoben sind, haben die Spalten einen minimalen Abstand; es steht dann der erste auf Roth, der zweite auf Gelb! Wenn die Blenden so regulirt — auseinandergeschoben — sind, dass ihre Ränder aneinanderstossen, sind die Spalten am weitesten von einander entfernt und steht dann der erste auf Roth, der zweite auf Grünblau.

Bei Individuen mit completer Farbenempfindungsstörung, wo also überraschende Irrthümer und Verwechslungen vorkommen, prüfe ich mittelst dieser Vorrichtung, welche Töne nach Farbe und Helligkeit beurtheilt, identisch genommen werden.

Wenn ich nämlich, wie eben auseinandergesetzt ist, den einen Spalt auf Roth eingestellt und fixirt habe, steht der andere Spalt beim Maximum der Annäherung der Blenden auf Gelb. Ich stelle nun dem betreffenden Beobachter die Aufgabe, den zweiten Spalt so lange zu verschieben, bis eine Farbe sich einstellt, welche vollkommen der ersten, also dem Roth gleich ist. Es bleibt jetzt übrig, noch festzustellen, in wie weit die absolute Empfindlichkeit für die einzelnen Wellenlängen des Spectrums abgenommen hat.

Ich bestimme daher die Quantität des Lichtes, welche von o an stetig zunehmend zuerst Empfindung hervorbringt und vergleiche die erhaltene Grösse mit den für das gesunde Auge in derselben Weise eruirten Daten.

Da das zur Hervorbringung der minimalen Empfindung erforderliche Lichtquantum der Empfindlichkeit umgekehrt proportional gesetzt werden darf, kann ich die bei den betreffenden Individuen relativ zum gesunden Auge veränderte Empfindlichkeit durch bestimmte Zahlen ausdrücken.

---

Soweit es thunlich ist, untersuche ich ferner, bei Kranken, welche Farbenstörungen verrathen, auch die Peripherie der Netzhaut auf ihre Farbenempfindung und zwar mittelst Pigmentfarben bei Anwendung derselben Beleuchtung. Die erhaltenen Curven, welche die Grenze der Farbenzonen ausdrücken, werden zur Ermittlung von Besserungen resp. Verschlimmerungen des Uebels mit den zu andern Zeiten an denselben Individuen gewonnenen verglichen.

Die Prüfungen des Lichtsinnes, soweit solche ausgeführt sind, sind angestellt mittelst des von Förster



angegebenen Lichtmessers, die Prüfung der Sehschärfe in gebräuchlicher Weise mit den Schnellen'schen Proben.

### Charakter der Empfindungsstörung.

Die Befunde, welche sich an eine Reihe von Untersuchungen knüpfen, welche nach der besprochenen Methode an einer Menge von Augenkranken in den letzten Jahren von mir angestellt sind, lassen sich in kurzen Sätzen zusammenfassen:

I. Jene Empfindungsstörungen sind einander sämtlich ähnlich und können zurückgeführt werden auf gewisse Erregbarkeits-Veränderungen der Nervenendorgane welche die Farbenperception vermitteln. Die Veränderungen der Empfindung sind dieselben wie bei den verschiedenen Graden des Daltonismus.

II. Die verschiedenen Modificationen, unter welchen sich der Farbensinn, den verschiedenen Krankheitsprocessen folgend, bei Augenkranken manifestirt, entsprechen verschiedenen Stadien jener sich durchbildenden Erregbarkeitsumänderung.

Es giebt hier keine Rothblindheit, Grünblindheit oder Violettblindheit der früheren Autoren, sondern nur veränderte Bedingungen der Aufnahme und Leitung der betreffenden Wellenlängen; es entsprechen den letzteren nicht so viele verschiedene Erregungszustände im Sehnervenapparate.

Die Art und Weise dieser veränderten Aufnahme und Leitung, wie sie mir am wahrscheinlichsten ist, behalte ich mir vor in einem anderen Kapitel zu besprechen; es sei hier nur soviel bemerkt, dass die Empfindlichkeit für die verschiedenen Farben bei solchen Augenkranken, wie wir unten sehen werden, durchaus verschieden ist

von der Empfindlichkeit des gesunden Auges, dagegen grosse Aehnlichkeit bietet mit den Empfindlichkeitsverhältnissen der normalen Netzhautperipherie und dass die Empfindlichkeit nicht für alle Farben gleichmässig abnimmt bei der Durchbildung der pathologischen Processe, sondern für die eine Farbe bedeutend und unverhältnissmässig tiefer sinkt als für die andere.

In ihrer höchsten Entwicklung sind diese Zustände dadurch charakterisirt, dass im Spectrum 2 Farben gesehen werden, die höchste Empfindlichkeit besteht dann für Gelb; nach beiden Seiten fällt die Empfindlichkeit sehr rasch; dabei kann das eine Spectralende, oder es können beide verkürzt gesehen werden.

### Verlauf der Empfindungsstörung bei Sehnervenatrophie.

Unter den Krankheiten des Augenhintergrundes, welche mit Störungen der Farbenempfindung einher gehen, ist die vornehmste und für unsere Betrachtungen wichtigste die Sehnervenatrophie. Für diese Krankheitsform halte ich die Perversion der Farbenempfindung, wie wir sie beschreiben werden, für pathognostisch, und zwar glaube ich, kann man durch die Resultate einer genauen Prüfung der Farbenempfindung jene 2 Gruppen von Atrophien streng gesondert auseinander halten, welche sich übrigens auch dem ophthalmoscopischen Bilde nach scheiden, jene der gewöhnlich auf centralen Ursachen beruhenden und jene sich an periphere Processe der Retina und Chorioidea anschliessenden Atrophie.

Ich habe ca. 40 Fälle von Sehnervenatrophie genau untersucht und gefunden, dass bei der eigentlichen

gemeinen Atrophie, ophthalmoscopisch gekennzeichnet durch scharfe Grenzen der Papille, bläuliche oder grünweissliche Verfärbung derselben und deutliche Gefäss-atrophie-Störungen der Farbenempfindung nie fehlen.

Hier ist zu bemerken:

a) dass ich bei jener Form von Atrophie, welche sich bei Retinitis pigmentosa vorfindet, jedoch auch oft genug in Augen vorgefunden wird, wo keinerlei Pigmentbildungen in der Netzhaut gefunden werden, wo die ophthalmoscopische Untersuchung im aufrechten Bilde eine schmutziggelbliche Verfärbung der Papille, verwaschene Grenzen derselben und auffallend enge Gefässe zu Gesichte bringt, bisher in keinem Falle eigentliche Störungen der Empfindung nachweisen, wohl aber die bekannte erhebliche Abnahme des Lichtsinnes bestätigen konnte.

b) Dass sich auch nach meinen Erfahrungen keine Störungen vorfinden bei jenen Formen von Amblyopie, welche mit mehr oder weniger Recht auf Atrophie bedingt durch übermässigen Genuss des Alkohols oder Tabacks zurückgeführt werden. Gewöhnlich habe ich hier die Farbenempfindung normal gefunden.

In einigen Fällen dieser Art habe ich, nachdem leichtere Störungen der Empfindung, Verwechslung einzelner Töne etc. einige Zeit vorher constatirt waren, zugleich mit dem Eintritt auffallender Anzeichen von Atrophie, complete Farbenempfindungsstörung folgen sehen.

c) Die Störungen der Empfindung sind den Stadien des Fortschreitens der Atrophie meistens entsprechend, gehen jedoch oft den ophthalmoscopischen Befunden voraus. In allen Fällen jedoch, wo ophthalmoscopisch ausgesprochene Atrophie gefunden wurde, bestand für meine Beobachtungen complete Farbenverwechslung und Zweifarbigkeit des Spectrums.

Die Sehschärfe kann sich vorübergehend bessern, das Gesichtsfeld — für Farben — kann sich erweitern, während die Empfindungsstörungen fortschreiten.

Leichtere Störungen der Farbenempfindung können vorübergehend verschwinden. Bei beginnender Atrophie, wenn oft ophthalmoscopisch kein sicheres Krankheitszeichen die progressive Abnahme des Sehvermögens erklärt, finden sich eigenthümliche Aenderungen der Empfindung gegenüber einigen Farben des Spectrums. Gewöhnlich sind es die mittleren Töne Gelb und Grün, welche zuerst eigenthümlichen Verwechslungen unterliegen.

Es kommt gewöhnlich vor, dass Grün für Weiss erklärt wird, sowohl wenn das ganze Spectrum eingestellt ist, als auch, wenn das Grün allein, isolirt von den übrigen Farben, dem Beobachter vorliegt. Ich habe die Erfahrung gemacht, dass diese Verwechslung des Grün mit Weiss meistens bei Anwendung höherer Lichtstärke eintritt, in Fällen, wo bei mässigeren Lichtstärken das Grün noch richtig erkannt wird. Gewöhnlich wird dann Gelb schon zum Grün gerechnet, beide Farben werden dann vom Kranken oft als Weiss bezeichnet. Letzterer sieht dann im Spectrum Roth, Weiss und Blau. Auch Violett wird gewöhnlich nicht mehr unterschieden, sondern zum Blau gerechnet.

In einem späteren Stadium des Processes — gewöhnlich ist dann auch schon mit dem Augenspiegel die Atrophie nachweisbar —, wird dann die Störung der Empfindung auffallender und dem Kranken selbst bei seinen Beschäftigungen merklich. Während in jenem ersten Stadium, beim Vorlegen farbiger Pigmente, meist noch sicher und richtig sortirt wird, und der Kranke selbst gewöhnlich sich nicht einmal einer Empfindungsveränderung bewusst ist, werden jetzt bereits grobe

Irrthümer in der Bezeichnung farbiger Stoffe gemacht und sind solche dem Kranken selbst gewöhnlich schon aufgefallen in Folge der öfteren Correction durch seine Umgebung.

Im Spectrum werden jetzt, bei Anwendung stärkerer Intensität, nur zwei Farben unterschieden, welche gewöhnlich als Gelb und Blau bezeichnet werden. Bei mittlerer Stärke des angewendeten Lichtes können noch 3 Farben unterschieden werden: Roth, Gelb oder Grün und Blau. Bei Anwendung schwächerer Beleuchtungsintensität wird, wahrscheinlich in Folge der herabgesetzten Sehfähigkeit vage unterschieden und entsprechen bloss Lichtempfindungen den verschiedenen Farben.

Bei Einstellung der einzelnen isolirten Farben pflegt gewöhnlich auch bei Anwendung mittlerer Beleuchtungsintensität schon lebhafte Verwechslung stattzufinden zwischen Roth, Gelb und Grün und zwischen Blau und Violett.

In Fällen ausgesprochener atrophischer Degeneration des Sehnerven, bei blauweiss entfärbter Papille, verzogenen Contouren, sehr engen Gefässen, wo das Sehvermögen rudimentär geworden, ist die Farbenempfindung fast gänzlich aufgehoben; und wird an Stelle des Spectrums in der Regel nur ein breiter Lichtstreifen unterschieden.

Ich unterlasse es, reihenweise die Fälle der beobachteten Sehnervenatrophien anzuführen, um nicht bei jedem Falle dasselbe zu wiederholen.

Die Fälle, welche ich hier genauer beschrieben, folgen lasse, haben deshalb mehr Interesse, weil sie aussergewöhnlich charakteristisch sind und ich bei einigen derselben zu verschiedenen Zeiten des Verlaufes der Krankheit, das Verhalten des Farbensinnes zu controliren Gelegenheit hatte.

## I.

Herr C. D., 36 Jahr alt, stellt sich Ende 1873 vor unter Klagen über progressive Abnahme des Sehvermögens.

Am 2. Januar ist:

$$R : S = \frac{6}{50}$$

$$M \frac{1}{36} \text{ Cyl} - 24 \text{ Axh}$$

$$L S = \frac{1}{7} M \frac{1}{20}$$

Fig. 1.

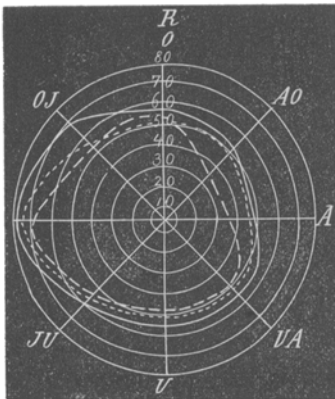
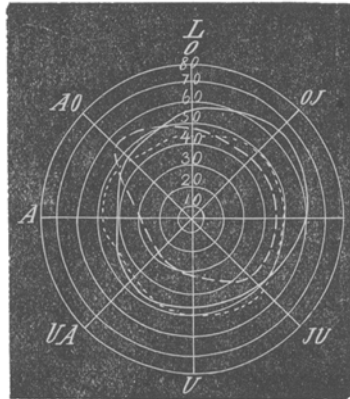


Fig. 2.



Nach Einleitung einer Strychninkur ist am 17. Januar 1874:

$$R : S = \frac{12}{50}$$

$$L = \frac{1}{6}$$

Ophthalmoscopisch finden sich die Anzeichen beginnender Sehnervenatrophie.

Bei der Prüfung der Farbenempfindung der Netzhautperipherie erhielt ich die Curven\*) der Figur 1 und 2.

Die Prüfung am Spectrum ergab:

Rechtes Auge.

Linkes Auge.

Bei Einstellung des ganzen Spectrums:

Bei mässig starkem Licht:

Roth	Gelb	Grün	Blau	Roth	Gelb	Grün	Blau
				bei stärkerer Intensität:			
Roth	Gelb	Grün	Blau	Roth	Gelb	Blau.	

Nach Ausschaltung der übrigen Farben erscheint

Roth = Roth	Roth = Gelb
Grün = Grün	Grün = Gelb
Violett = Blau	Grün, Blau = Gelb, Blau
Roth, Gelb und Grün =	Violett = Blau.

Roth, Gelb und Grün.

Das rothe Ende des Spectrums ist für beide Augen nicht verkürzt. Wenn ich die photographische Skala beleuchte und dieselbe so stelle, dass der Theilstrich 7 mit der D-Linie zusammenfällt, liegt das Ende des Roth, wie für mein Auge, bei dem Theilstrich 5. Die Grenze des Violett liegt bei dem Theilstrich 16. Der Theilstrich 15 steht für mein Auge bereits ausserhalb des Violett im Schwarz. Die Grenze zwischen Grün und Blau liegt dem Auge des Kranken zwischen dem Theilstrich 9 und 10. Für mein Auge liegt die Grenze zwischen Grün und Blau bei 10; und zwar steht mir die Zahl 10 noch im Grün. Es wird also von dem Kranken ein Theil des Grün zum Blau gerechnet. Ausserdem scheint das violette Spectralende verlängert zu sein.

---

\*) In den Figuren bedeutet die ausgezogene Curve die Grenze für Roth, die durchbrochene für Violett, die punktirte für Grün.

Am 30. Januar 1874:

$$R : S = \frac{1}{5}$$

$$L : \frac{11}{50}$$

Gesichtsfelder für Farben vergl. Fig. 3 und 4.

Fig. 3.

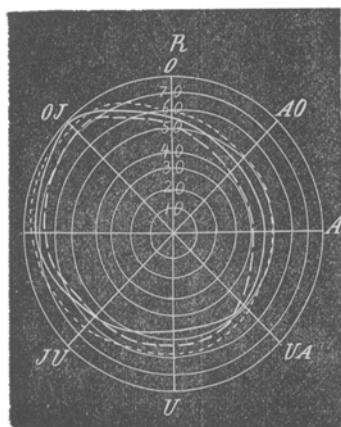
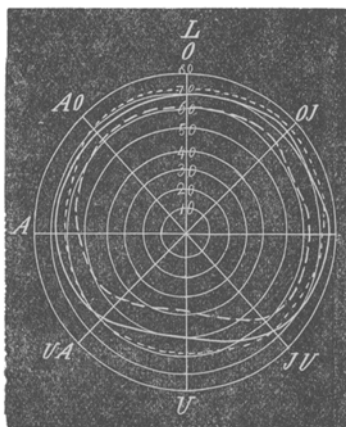


Fig. 4.



Nach Regulirung der Stellung der Nicols auf den O-Punkt, ergibt sich die Empfindlichkeit für die verschiedenen Farben durch folgende Winkelwerthe:

Linkes Auge.	Rechtes Auge.
Roth.	
18°	18°
21°	16° 12'
20° 30'	17° 24'
24°	16° 18'
22°	16°
20° 30'	18°
Durchschnittswerth 21°	17° 6'



## Gelb.

	8° 30'
	6° 12'
10°	6° 30'
12°	6°
11° 30'	6° 30'
10° 30'	8° 30'
10° 30'	8° 12'
10° 12'	6° 30'
Durchschnittswerth 10° 42'	6° 48'

## Grün.

15°	10°
15°	9°
16°	8° 54'
15° 54'	7° 30'
13°	9°
15° 30'	7° 30'
13°	7° 30'
16° 18'	8°
Durchschnittswerth 14° 54'	7° 18'

Die Empfindlichkeit ist demnach für Gelb am grössten; sie verhält sich zu der des Grün für das linke Auge

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{grün}}} = \frac{\sin^2 14^\circ 54'}{\sin^2 10^\circ 42'} = 1,917$$

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{roth}}} = \frac{\sin^2 21^\circ}{\sin^2 10^\circ 42'} = 3,725$$

für das rechte Auge

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{roth}}} = \frac{\sin^2 17^\circ 6'}{\sin^2 6^\circ 48'} = 6,272$$

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{grün}}} = \frac{\sin^2 7^\circ 18'}{\sin^2 6^\circ 48'} = 1,151.$$

Für mein eigenes Auge ergaben sich im Durchschnitt die Winkelwerthe für

Roth . . . . 12°

Gelb . . . . 4°

Grün . . . . 3°.

Wenn ich also die Empfindlichkeit des kranken Auges mit der meinigen vergleiche, finde ich, um wie viel die Empfindlichkeit des kranken Auges der meinigen gegenüber herabgesetzt ist! Bezeichne ich die Empfindlichkeit des Normalauges mit **S**, die des kranken Auges mit **S**, so ist für das linke Auge

$$\frac{\mathbf{S}_{\text{roth}}}{\mathbf{S}_{\text{roth}}} = \frac{\sin^2 21^\circ}{\sin^2 12^\circ} = 2,9716$$

$$\frac{\mathbf{S}_{\text{grün}}}{\mathbf{S}_{\text{grün}}} = \frac{\sin^2 14^\circ 51'}{\sin^2 3^\circ} = 24,139$$

$$\frac{\mathbf{S}_{\text{gelb}}}{\mathbf{S}_{\text{gelb}}} = \frac{\sin^2 10^\circ 42'}{\sin^2 4^\circ} = 7,0841.$$

Das linke Auge ist also 24 Mal weniger empfindlich für grün als das gesunde Auge, dagegen nur 7 Mal weniger gegen gelb und 2 Mal weniger gegen roth.

Für das rechte Auge ist

$$\frac{\mathbf{S}_{\text{roth}}}{\mathbf{S}_{\text{roth}}} = \frac{\sin^2 17^\circ 6'}{\sin^2 12^\circ} = 2,024$$

$$\frac{\mathbf{S}_{\text{grün}}}{\mathbf{S}_{\text{grün}}} = \frac{\sin^2 7^\circ 18'}{\sin^2 3^\circ} = 5,7604$$

$$\frac{\mathbf{S}_{\text{gelb}}}{\mathbf{S}_{\text{gelb}}} = \frac{\sin^2 6^\circ 48'}{\sin^2 4^\circ} = 2,881.$$

Am 26. Februar 1874 stellte sich Patient wieder vor zur genauen Untersuchung: Er war mit Strychnin-injectionen behandelt, welche anscheinend guten Erfolg gehabt hatten.

$$\mathbf{S} \text{ war Rechts} = \frac{11}{40}$$

$$\text{Links} = \frac{15}{50}.$$

Ophthalmoscopisch wurde fortschreitende Atrophie diagnosticirt!

Im Spectrum sah Patient:

Linkes Auge.	Rechtes Auge.
--------------	---------------

Bei starkem Licht:

Gelb und Blau	Gelb und Blau.
---------------	----------------

Bei schwachem Licht:

Gelb und Blau	Roth, Gelb und Blau.
---------------	----------------------

Nach Isolirung sah er:

Roth = Gelb	Roth = Roth
Gelb = Gelb	Gelb = Gelb
Grün = Gelb	Grün = Grün
Blau = Blau	Blau = Blau
Violett = Blau	Violett = Blau.

Bei Ermittlung der Empfindlichkeit für die verschiedenen Farben ergaben sich die Winkelwerthe:

Linkes Auge.	Rechtes Auge.
--------------	---------------

R o t h.

47°	24°
58°	20°
51°	18°
55°	21°
40°	20°
36°	18°
44°	17°
37°	17° 30'
<hr/> Mittelwerth 46°	<hr/> 19° 24'

Linkes Auge.

Rechtes Auge.

G e l b.

12° 30'	10°
13° 30'	9° 30'
12° 30'	8°
13° 12'	12°
15°	10° 30'
13° 6'	9°
12°	10°
12°	9° 30'
Mittelwerth 12° 54'	9° 48'

G r ü n.

13°	14°
15° 30'	11° 30'
17° 30'	12° 30'
14° 12'	12°
14° 18'	13°
13° 30'	11° 30'
13°	12°
13° 36'	11° 36'
Mittelwerth 14° 12'	12° 12'

B l a u.

32°	19° 30'
28°	17°
23°	20°
27° 30'	17°
27° 12'	16° 30'
22° 30'	17° 12'
	20°
	18°
Mittelwerth 26° 42'	18° 15'

## Violett.

Linkes Auge.	Rechtes Auge.
35°	33°
45°	36°
42°	40° 30'
50°	45°
50° 30'	40°
45°	40° 36'
	34°
	34° 30'
Mittelwerth 44° 30'	37° 54'

Hiernach bestimmt sich die Empfindlichkeit relativ zum Gelb für das linke Auge

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{roth}}} = \frac{\sin^2 46^\circ}{\sin^2 12^\circ 54'} = 10,19484$$

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{gelb}}} = 1$$

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{grün}}} = \frac{\sin^2 14^\circ 12'}{\sin^2 12^\circ 54'} = 1,207$$

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{blau}}} = \frac{\sin^2 26^\circ 42'}{\sin^2 12^\circ 54'} = 4,069$$

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{violett}}} = \frac{\sin^2 44^\circ 30'}{\sin^2 12^\circ 54'} = 9,857$$

für das rechte Auge

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{grün}}} = \frac{\sin^2 12^\circ 12'}{\sin^2 9^\circ 18'} = 1,601$$

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{blau}}} = \frac{\sin^2 18^\circ 6'}{\sin^2 9^\circ 18'} = 3,329$$

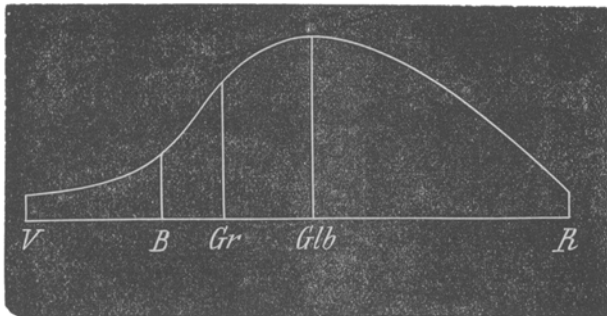
$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{roth}}} = \frac{\sin^2 19^\circ 24'}{\sin^2 9^\circ 18'} = 3,808$$

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{violett}}} = \frac{\sin^2 37^\circ 54'}{\sin^2 9^\circ 18'} = 13,027$$

Nach den vorstehenden Daten für das linke Auge sind in Fig. 5 die Wellenlängen als Abscissen aufgetragen; die Empfindlichkeiten als umgekehrt proportional der Lichtstärke sind als Ordinaten aufgetragen

und ihr gegenseitiges Verhältniss ist durch die Curve ausgedrückt. Für mein eigenes Auge erhielt ich für die-

Fig. 5.



selbe Lichtintensität, die aus jedesmal 10 Ablesungen gezogenen Mittelwerthe:

Roth aus Versehen nicht geprüft!

Gelb 4°

Grün 3°

Blau 5°

Violett nicht geprüft!

Demnach ist mein Auge empfindlicher für Gelb

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{gelb}}} = \frac{\sin^2 12^\circ}{\sin^2 4^\circ} = 8,8630 \text{ Mal als das kranke Auge}$$

$$\frac{S_{\text{grün}}}{S_{\text{grün}}} = \frac{\sin^2 14^\circ}{\sin^2 3^\circ} = 21,369$$

$$\frac{S_{\text{blau}}}{S_{\text{blau}}} = \frac{\sin^2 26^\circ}{\sin^2 5^\circ} = 25,29$$

und betreffend das rechte Auge des Kranken

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{gelb}}} = \frac{\sin^2 9^\circ 18'}{\sin^2 4^\circ} = 6,092$$

$$\frac{S_{\text{grün}}}{S_{\text{grün}}} = \frac{\sin^2 12^\circ 12'}{\sin^2 3^\circ} = 16,305$$

$$\frac{S_{\text{blau}}}{S_{\text{blau}}} = \frac{\sin^2 18^\circ 6'}{\sin^2 5^\circ} = 12,57.$$

Am 3. März 1874 war bei demselben Patient

$$S: \text{Links} = \frac{15}{50}$$

$$\text{Rechts} = \frac{14}{40}$$

Das Gesichtsfeld für Farben erscheint etwas erweitert,  
vergl. Fig. 6 und 7.

Fig. 6.

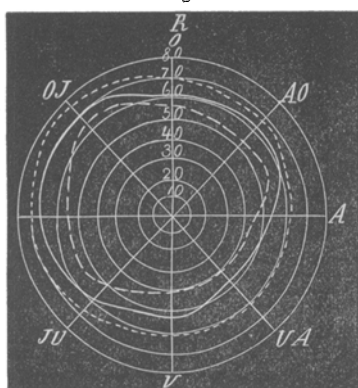
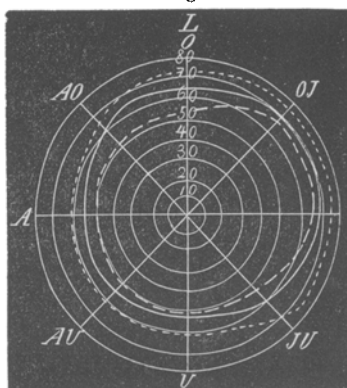


Fig. 7.



Im Spectrum sieht der Kranke:

Linkes Auge.

Rechtes Auge.

Bei starkem Licht:

Gelb, Blau

Roth, Gelb und Blau.

Bei schwachem Licht:

Roth, Gelb und Blau

Roth, Gelb, Grün und Blau.

Nach Isolirung der übrigen Farben:

Roth = Gelb

Roth = Roth

Gelb = Gelb

Gelb = Gelb

Grün = Gelb

Grün = Gelb

Blau = Blau

Blau = Blau

Violett = Blau

Violett = Blau.

Bei dem untersuchten Patienten Herrn D. hat also  
die Empfindlichkeit ganz unverhältnissmässig abgenommen

für Grün und Blau, weniger für Roth; für Gelb ist die Empfindlichkeit am grössten geblieben.

## II.

Fr. A., 32 Jahre alt, stellt sich vor, 27. October 1873, Klagen über Sehschwäche beiderseits  $H \frac{1}{20}$ :

$$S: \text{Links} = \frac{3}{70}$$

$$\text{Rechts} = \frac{5}{70}$$

Ophthalmoscopisch: Vorgeschrittene Atrophie des Sehnerven.

Das Gesichtsfeld für Farben siehe Figur 8 und 9.

Fig. 8.

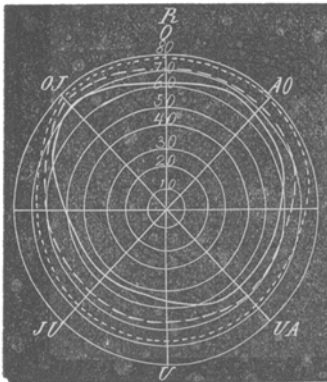
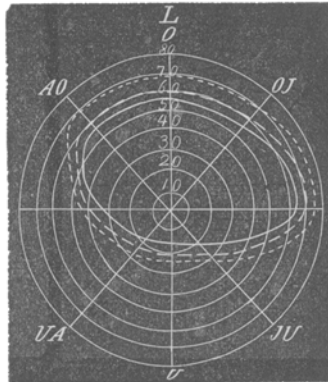


Fig. 9.



Bei den Prüfungen am Spectrum sah die Kranke im ganzen Spectrum:

Rechtes Auge.

Gelb und Blau

Linkes Auge.

Weiss und Blau.



Nach Isolirung wird gesehen:

Rechtes Auge.	Linkes Auge.
Roth, Gelb und Grün.	
Gelb	Gelb.
	Das äusserste Roth.
Nicht sichtbar.	Weisslich.
	Das ganze Roth.
Heller Schimmer.	Gelb.
	Grün und Blau.
Blau.	Gelb und Blau.
	Äusserstes Violett.
Bläulicher Schimmer	Bläulicher Schimmer.

Bei der Prüfung der Empfindlichkeit des rechten Auges — mit dem linken konnte nicht mehr genügend sicher fixirt werden — ergaben sich die Werthe für

Roth.

Ungefähr Linie C.	Ungefähr Linie B.
18°	25°
19°	24°
17°	21°
23°	26°
24°	
21°	
Mittelwerth 20° 18'	24°

Grün.

19°
20°
18°
20°
19°
19°
Mittelwerth 19° 6'

## Violett.

36°

26°

30°

25°

30°

29°

26°

26°

31°

25°

Mittelwerth 28° 24'.

Es verhalten sich hier die Empfindlichkeiten

$$\frac{\text{Grün}}{\text{Roth C}} = \frac{\sin^2 20^\circ 18'}{\sin^2 19^\circ 6'} = 1,126$$

$$\frac{\text{Grün}}{\text{Roth B}} = \frac{\sin^2 24^\circ}{\sin^2 19^\circ 6'} = 1,265$$

$$\frac{\text{Grün}}{\text{Violett}} = \frac{\sin^2 28^\circ 24'}{\sin^2 19^\circ 6'} = 2,112.$$

Die Patientin wurde mit Strychnin-Injectionen behandelt, später, als sich keine Besserung zeigte, wurde der constante Strom versucht.

Am 4. April 1874 war die Sehschärfe

$$\text{S: Rechts} = \frac{9}{70}$$

$$\text{Links} = \frac{5}{70}.$$

Ophthalmoscopisch: Fortschreiten des atrophischen Processes.

Gesichtsfeld für Farben siehe Fig. 10 und 11.

Am Spectrum:

Rechtes Auge.

Linkes Auge.

Rosa und Blau.

Weisslich und Blau.

Nach Isolirung bei hellem Licht:

Rechtes Auge.

Linkes Auge.

Roth.

Gelblich Weiss.

Weiss.

Gelb.

Weiss.

Weiss.

Grün.

Weiss.

Weiss.

Bei schwächerer Intensität:

Roth.

Gelb.

Weisslich.

Gelb und Grün.

Weiss.

Weiss.

Blau.

Blau.

Blau.

Blau und Violett.

Blau.

Blau.

Fig. 10.

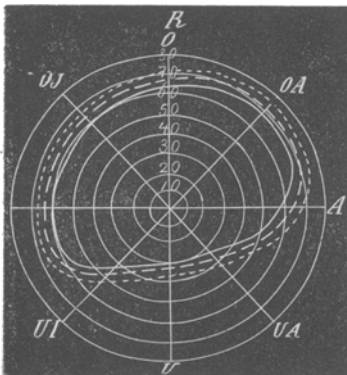
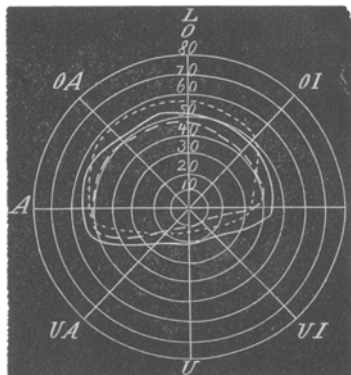


Fig. 11.



Die Empfindlichkeit bestimmte sich nach den Winkelwerthen für

## R o t h.

25°

28°

26°

26°

28°

26°

25°

26°

---

Mittelwerth 26,0

## G e l b.

13°

13°

14°

12° 30'

13°

14°

---

Mittelwerth 13° 12'

## G r ü n.

15°

16°

14°

15°

14° 30'

15°

---

Mittelwerth 14° 54'

## B l a u.

25°

27°

23°

30°

28°

34°

40°

41°

34°

Mittelwerth 32° 12'

## V i o l e t t.

45°

50°

45°

46°

Mittelwerth 46° 30'.

Es verhielt sich also:

$$\frac{S \text{ gelb}}{S \text{ grün}} = \frac{\sin^2 14^\circ 54'}{\sin^2 13^\circ 12'} = 1,268$$

$$\frac{S \text{ gelb}}{S \text{ roth}} = \frac{\sin^2 26^\circ}{\sin^2 13^\circ 12'} = 3,685$$

$$\frac{S \text{ gelb}}{S \text{ blau}} = \frac{\sin^2 32^\circ 12'}{\sin^2 13^\circ 12'} = 5,446$$

$$\frac{S \text{ gelb}}{S \text{ violett}} = \frac{\sin^2 46^\circ 30'}{\sin^2 13^\circ 12'} = 10,090.$$

Auf Fig. 12 drückt die Curve die Empfindlichkeit aus wie sie diesen Werthen entspricht.

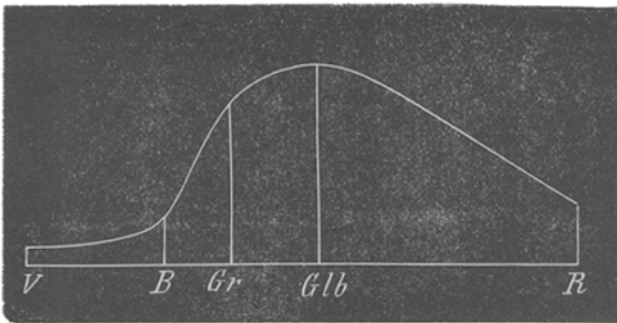
## III.

J. B., 38 Jahre alt, stellte sich vor, 18. Juni 1873.  
Chorioiditis, bewegliche Glaskörpertrübungen. Atrophie  
des Sehnerven:

S: Links = Finger auf 1'

Rechts M  $\frac{1}{50}$  S =  $\frac{13}{20}$

Fig. 12.



13. Juli 1874: S Finger auf 3'

Rechts: S =  $\frac{4}{100}$

Gesichtsfeld für Farben siehe Fig. 13.

Fig. 13.



Im Spectrum sieht Patient bei schwachem Licht:

Roth, Gelb und Blau;

bei stärkerem Licht:

Gelb und Blau.

Nach Isolirung erscheint

Roth = Roth

Roth, Gelb und Grün = Roth und Gelb

Grün und Blau = Gelb und Blau

Violett = Dunkelblau

Aeusserstes Violett = Dunkelblau.

Bei Prüfung der Empfindlichkeit ergiebt sich

R o t h.

19° 30'

18° 30'

17°

15° 30'

18° 30'

16° 24'

Mittel 16° 54'

G e l b.

8°

7° 30'

8° 12'

7° 42'

9° 18'

8° 12'

Mittel 8° 10'

G r ü n.

5°

7° 30'

6° 30'

7° 30'

7° 36'

6° 18'

Mittel 6° 43'

B l a u.

8°

9° 36'

11° 18'

8° 18'

10° 54'

8°

Mittel 9° 21'

V i o l e t t.

15°

14°

15°

15°

12°

15°

Mittel 14° 19'.

Demnach verhält sich

$$\frac{S \text{ grün}}{S \text{ gelb}} = \frac{\sin^2 8^\circ 10'}{\sin^2 6^\circ 43'} = 1,5095$$

$$\frac{S \text{ grün}}{S \text{ roth}} = \frac{\sin^2 16^\circ 54'}{\sin^2 6^\circ 43'} = 6,1777$$

$$\frac{S \text{ grün}}{S \text{ blau}} = \frac{\sin^2 9^\circ 21'}{\sin^2 6^\circ 43'} = 1,9295$$

$$\frac{S \text{ grün}}{S \text{ violett}} = \frac{\sin^2 14^\circ 19'}{\sin^2 6^\circ 43'} = 4,470.$$

## IV.

Herr A. R., 48 Jahr, stellte sich vor 9. April 1874.

$$\text{Bds. M} \frac{1}{24}$$

$$S: \text{Rechts} = \frac{11}{50}$$



$$\text{Links} = \frac{11}{70}$$

Ophthalmoscopisch: Beginnende Sehnervenatrophie.

Am Spectrum sieht Herr R. bei starker Beleuchtung mit dem rechten Auge:

Gelb und Blau,

bei schwacher Beleuchtung:

Roth, Gelb und Blau.

Nach Isolirung:

Roth = Roth

Gelb = Gelb

Grün = Grün

Blau = Blau

Violett = Blau.

Roth, Gelb und Grün = Gelb und Grün

Grün, Blau und Violett = Gelb und Blau.

## V.

Herr A. J., 26 Jahr alt, stellte sich vor 17. August 1873. Beiderseits Emmetrop. Sehschärfe

$$\text{S: Rechts} = \frac{8}{200}$$

$$\text{Links} = \frac{12}{40}$$

Beiderseits: Sehnervenatrophie schon vorgeschritten.

Für das linke Auge siehe Gesichtsfeld Fig. 14.

Im Spectrum sieht Patient mit dem linken Auge:

Gelb, Weiss und Blau.

Nach Isolirung sieht er:

Roth = Gelblich

Gelb = Gelb

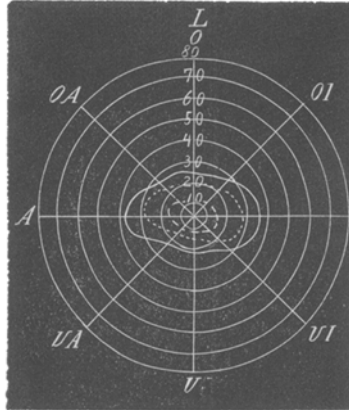
Grün = Weiss

Blau = Weissblau

Violett = Blau

Roth, Gelb und Grün = Gelb und Weiss  
 Grün, Blau und Violett = Grau, Blau und Weiss.  
 Bei sehr starker Beleuchtung:  
 Grün, Blau und Violett = Weissere Streifen.

Fig. 14.



Bei Prüfung der Empfindlichkeit finde ich für

R o t h.

33°

50°

35°

48°

30°

51°

Mittelwerth 41°

G e l b.

25°

36°

24°

35°

25°

38°

Mittelwerth 29°

G r ü n.

35°

43°

36°

50°

40°

36°

Mittelwerth 40°

B l a u.

40°

45°

46°

40°

Mittelwerth 43°.

Für mein Auge fanden sich die Werthe für

Roth = 4°

Gelb = 1° 12'

Grün = 0° 48'

Blau = 3°.

Da das kranke Auge erheblich sehschwach war, musste eine starke Beleuchtungsintensität gewählt werden; deshalb lagen die Schwellenwerthe für mein Auge um so näher dem Nullpunkte in der Stellung der Nicols, d. h. sehr nahe bei einander und haben daher weniger Anspruch auf die höchste Genauigkeit; indess fallen die Fehlerquellen bei der erheblichen Abweichung der für das kranke Auge gewonnenen Werthe weniger in's Gewicht.

Um wieviel also das normale Auge für die verschiedenen Farben empfindlicher ist, als das kranke Auge des Herrn A. wird ausgedrückt durch die Zahlen

$$\frac{S_{\text{roth}}}{S_{\text{roth}}} = \frac{\sin^2 41^\circ}{\sin^2 4^\circ} = 86,40$$

$$\frac{S_{\text{gelb}}}{S_{\text{gelb}}} = \frac{\sin^2 29^\circ}{\sin^2 1^\circ 12'} = 535,90$$

$$\frac{S_{\text{grün}}}{S_{\text{grün}}} = \frac{\sin^2 40^\circ}{\sin^2 0^\circ 48'} = 2119,4$$

$$\frac{S_{\text{blau}}}{S_{\text{blau}}} = \frac{\sin^2 43^\circ}{\sin^2 3^\circ} = 169,80.$$

## VI.

Frau E. Th., 44 Jahr alt, klagte über Abnahme des Sehvermögens, Kopf- und Gliederschmerzen.

Am 21. Juli 1874 ist die Sehschärfe:

$$\text{Rechts: Em. } S = \frac{2}{3}$$

$$\text{Links: H } \frac{1}{42} \quad S = \frac{1}{2}.$$

Am 11. Januar 1875:

$$S: \text{Rechts} = \frac{2}{3}$$

$$\text{Links} = \frac{2}{5}.$$

Ophthalmoscopisch: Beiderseits beginnende Sehnervenatrophie. Lichtsinn beiderseits gleich dem des gesunden Auges.

Die Patientin sieht im Spectrum bei Anwendung starker Beleuchtung:

Rechtes Auge.	Linkes Auge.
Roth Gelb Blau	Gelb Blau.

Bei schwachem Licht:

Roth Gelb Weiss Blau	Roth Gelb Blau.
----------------------	-----------------

Nach Isolirung erscheint bei schwacher Beleuchtung das

	äusserste Roth
als Roth	als Roth

Rechtes Auge.                      Linkes Auge.

	Gelb
als Gelb	Gelb
	Grün
Grün	Hellgrün.

Bei starkem Licht erscheint

	Grün
Gelb	Grüngelb
	Grün und Blau
Gelb und Blau	Gelb und Blau
	Violett
Dunkelblau	Dunkelblau.

Bei starker Beleuchtung:

	Roth, Gelb, Grün
Grün und Gelb	Gelb.

Bei schwacher Beleuchtung:

Roth und Gelb	Blassgrün
	Blau und Grün
Grün und Blau	Grün und Blau
	Blau und Violett
Blau	Blau.

## VII.

Herr St. Adam, 26 Jahr alt, stellte sich vor  
13. Mai 1874. Beiderseits Emm. Sehschärfe

$$S: \text{Rechts} = \frac{2}{5}$$

$$\text{Links} = \frac{2}{70}$$

Am 13. Juli 1874:

$$S: \text{Rechts} = \frac{2}{5}$$

$$\text{Links} = \frac{2}{70}$$

Ophthalmoscopisch: Beiderseits Sehnervenatrophie, links mehr vorgeschritten als rechts.

Die Prüfung am Spectrum ergab bei Anwendung starker Beleuchtung:

Rechtes Auge.

Linkes Auge.

Roth, Gelb, Blau

Gelb und Blau.

Nach Abblendung der übrigen Farben wird das äusserste Roth nicht bemerkt. Es erscheint das

tiefere Roth

Gelb

Weiss

Roth und Gelb

Gelblich

Weiss.

Bei schwacher Beleuchtung:

Gelb und Grün

Roth, Gelb

Gelb

Grün

Gelb

Weissgelb

Blau

Blau

Blau

Violett

Dunkelblau

Dunkelblau

Äusserstes Violett

Blauweiss

Blauweiss

Roth, Gelb und Grün

Roth und Gelb

Gelb.

Die äusserste Grenze des Grün nach dem Blau zu:

Gelb

Gelb.

Bei Prüfung der Empfindlichkeit erhielt ich die Winkelwerthe für das rechte Auge des Kranken und für

R o t h.

6°

6°

7°

6°

7°

6°

---

Mittel 6° 18'

G r ü n.

3° 30'

4°

3° 30'

6°

3°

4°

---

Mittel 4°

V i o l e t t.

4°

3° 30'

4°

4° 30'

4°

4°

---

Mittel 4°.

Für das gesunde Auge stellten sich heraus die Durchschnittswerthe für:

Roth 3°

Grün 0,5°

Violett 2°.

Demnach ist das gesunde Auge empfindlicher um:

$$\frac{S_{\text{roth}}}{S_{\text{roth}}} = \frac{\sin^2 6^\circ 18'}{\sin^2 3^\circ} = 4,396$$

$$\frac{S_{\text{grün}}}{S_{\text{grün}}} = \frac{\sin^2 4^\circ}{\sin^2 0^\circ 30'} = 23,004$$

$$\frac{S_{\text{violett}}}{S_{\text{violett}}} = \frac{\sin^2 4^\circ}{\sin^2 2^\circ} = 3,995.$$

Auch hier ist die Empfindlichkeit des kranken Auges am meisten geschwächt für die Mitte des Spectrums, weniger gegen die Enden desselben gegen Roth und Violett.

Ich unterlasse es, die übrigen von mir näher untersuchten Fälle von Sehnervenatrophie genauer zu referiren, weil sie den beschriebenen Formen vollkommen analog sich verhalten.

Strassburg i. E., im Juni 1875.