Zur Frage über die Intensität der Farbenempfindungen.

Von

M. Woinow (aus Moskau.)

Nachdem die Farbenblindheit entdeckt worden war, haben Gelehrte, besonders englische, nachgewiesen, dass die Rothblindheit keine seltene Erscheinung ist. Man hat dieselbe als eine besondere Krankheit betrachtet, ohne deren Entstehungsgrund genau zu kennen. Während die Physiologie der Farben sehr grosse Fortschritte gemacht hat, hat die klinische Augenheilkunde solche Fälle als Seltenheiten betrachtet, in denen die Farbenempfindung abnorm war. Die Pathologie hatte keine deutlichen Erklärungen für diese Erscheinungen. Es ist einleuchtend, dass ein solcher Mangel an Material und gleichzeitig der Mangel genügender Erklärungen seinen Grund darin hatte, dass in den meisten Fällen die Farbenblindheit nicht von so beunruhigenden Symptomen begleitet ist, um den Kranken nach ärztlichem Rath und Beistand verlangen zu lassen. Ja, es giebt sogar Fälle, in denen die Kranken sich dieses ihres Leidens nicht einmal bewusst sind. Ueberhaupt ist es selten, dass die Farbenblindheit von dem Patienten selbst erkannt wird, gewöhnlich wird sie erst von der untersuchenden Person entdeckt oder ein Zufall führt dazu. Auf der andern Seite kann man das Zurückbleiben der Pathologie in dieser Beziehung dadurch erklären, dass solche Unter-

suchungen in Bezug auf Farbenempfindungen in der Regel nur aus einem speciellen Interesse oder zur Ausfüllung müssiger Zeit vorgenommen wurden.

Da nun, wie hieraus ersichtlich, die Untersuchung das wichtigste Erforderniss für die Entdeckung der Farbenblindheit ist, so wird es erlaubt sein, über die Methoden derselben Einiges in Kürze zu erwähnen.

Es werden verschiedenartige Methoden zu diesem Zwecke angewendet, aber in allen zeigen sich gewisse Mängel, welche entweder in der Methode selbst oder in der individuellen Beschaffenheit der untersuchten Person ihren Grund haben. In der letzteren Beziehung lassen sich die untersuchten oder zu untersuchenden Personen in zwei Hauptkategorien theilen. Die eine Klasse der Patienten ist blind für eine gewisse Grundfarbe für die ganze Ausdehnung des Gesichtsfeldes, die andere dagegen hat gewisse blinde Flecke in der Netzhaut, sogenannte Scotome für specielle Farben. Es ist nicht meine Absicht, diese Fälle — in Betreff deren die Literatur durch die vortrefflichen Untersuchungen des Dr. Leber so sehr bereichert worden ist, hier näher zu besprechen, sondern ich will nur den Einfluss von Seite des Patienten auf die respectiven Untersuchungsmethoden erwähnen. Es ist überhaupt sehr schwer, diejenigen Patienten zu untersuchen, bei denen die Farbenblindheit schon sehr lange besteht oder vielleicht angeboren ist. Die früheren Methoden, vermöge deren man einem Leidenden zahlreiche farbige Stoffe und Papiere zur Sonderung und Vergleichung vorlegte, brachten den untersuchenden Arzt meistens insofern in Verlegenheit, als es ihm schwierig wurde, aus den unbestimmten und widersprechenden Angaben des Kranken über Farbe und Abstufung einen sicheren Schluss auf den Character des Leidens zu ziehen. Es ist bekannt, dass solche Kranke, obgleich sie die Farbe anders sehen als sie wirklich ist, ihr dennoch

die richtige Bezeichnung geben, welche sie in dem Umgange mit Nichtfarbenblinden erlernen. In den Fällen, wo die Krankheit plötzlich oder seit kurzer Zeit entstanden ist, kann der Patient das Gesehene übereinstimmend mit seiner Wahrnehmung angeben, indem er die Erinnerung der Farbenempfindungen aus seinem gesunden Zustande noch bewahrt hat.

Die Methode, mit Hülfe farbiger Papiere zu untersuchen, ist gegenwärtig die einzige in den Fällen, wo es sich um die Bestimmung der Scotome für gewisse Farben handelt. In diesen Fällen sind die Antworten der Patienten genügend und leicht zu controliren.

Um sich aber möglichst unabhängig von den ungenauen Angaben der Patienten zu machen, ist bei der Untersuchung der Farbenblindheit der einzige Weg der, die Farbenmischung in Anwendung zu bringen. Von allen Methoden dieser Art ist die der rotirenden Scheiben in praktischer Beziehung die beste. Das Einzige, was gegen diese Methode spricht, ist der bei der Aenderung der Grösse der Sektoren nicht zu vermeidende Zeitverlust. Vielleicht wird es jedoch mit Hülfe vervollkommneter Instrumente später gelingen, die Aenderung der Sektoren bei rotirender Scheibe zu bewerkstelligen.

Bei dieser Methode, so wie auch bei einigen anderen, haben wir mit Pigmentfarben zu thun. Es ist aber bekannt, dass alle unsere Pigmentflächen nie homogen sind, sie enthalten verschiedenfarbiges Licht in verschiedener Menge. Wir haben also mit dem gemischten Lichte zu thun und können nur von den Experimenten der Zusammensetzung und Zerlegung der Farben erwarten, solche Pigmente zu finden, welche mehr homogen sind und also mehr den Spectralfarben entsprechen. Es ist jedoch einleuchtend, dass solche Experimente nicht auf einzelne Personen beschränkt sein können; eine sehr grosse Rolle spielen hierbei, abgesehen

von anderen Bedingungen, die individuellen Beschaffenheiten des Auges der untersuchenden Person. Unsere Schlüsse werden nur dann ganz richtige sein, wenn wir unsere Individualitäten in Bezug auf unsere Eigenschaften als Beobachter genau kennen. Es ist ja ganz unmöglich, die Refraction des anderen Auges mittelst des Augenspiegels zu bestimmen, ohne seine eigene vorher zu kennen. So ist es auch in unserem Falle, nur dann werden die Resultate der Farbenmischung hinreichend sein, wenn die Grenze genau bestimmt wird, bis zu der der Beobachter den Character gewisser Farben bestimmen kann. Wir wissen aber, dass bei allen bisherigen Untersuchungen mit Pigmentfarben letztere niemals scharf bezeichnet waren. Man sagte zum Beispiel gewöhnlich, „dieses Roth entspricht der Frauenhofer'schen Linie C, dieses Grün etwa der Frauenhofer'schen Linie E“, etc. Es ist zwar begreiflich, dass man auf andere Weise die Farben nicht bezeichnen konnte, allein eine solche ungenaue Bezeichnung ist daran Schuld, dass die Versuche Anderer nicht genau controlirt werden konnten. Um eine solche Ungenauigkeit zu vermeiden, ist es erforderlich, eine Pigmentfarbenscala zu haben, welche von Mehreren angelegt und von ihnen als Maassstab bei den Untersuchungen angenommen wird. Eine solche Scala wird nur eine zeitweilige sein (was auch wünschenswerth ist), aber unsere Bezeichnungen der Farben werden von da an bestimmter sein, und wir werden aus der Summe verschiedener Beobachtungen gewisse sichere physiologische Schlüsse ziehen können, welche auch für die Pathologie sehr wichtig sein können.

Wenn gegenwärtig die allgemeine Meinung dahin geht, dass wir jetzt noch keine homogene Pigmente haben und neuere Untersuchungen und Schlüsse abwarten müssen, welche uns in den Stand setzen, eine solche Scala zu construiren, so ist diese Meinung dem wissenschaft-

lichen Principe nach zwar richtig, allein sie wird für praktische Zwecke und namentlich für fernere Beobachtungen nicht ganz passend sein, denn sie würde dahin führen, dass wir nie eine solche Scala bekommen. In der Natur giebt es keine homogene Pigmente, und die Gesetze, welche bei der Untersuchung von Farbenmischungen von mehreren Beobachtern gefunden werden, können uns nie in den Stand setzen, einen richtigen Maassstab zu erlangen, indem, abgesehen von der Individualität der Beobachter, die für Experimente benutzten Pigmente, selbst die von derselben Farbe, nicht ganz identisch sind. Hätten wir eine empirische Scala, so könnten wir die Experimentir-Farbe genau mit der Nummer der Scala bezeichnen, und diese Genauigkeit würde es uns möglich machen, die Experimente Anderer zu controliren, wobei auch der Einfluss der Individualität genauer bestimmt werden könnte. Ein solcher Weg wird uns vielleicht dahin führen, durch unsere empirische Scala in den Stand gesetzt zu werden, einen wissenschaftlich richtigen Maassstab für Pigmentfarben zu erlangen. Die Bezeichnung der Farben mittelst der Fraunhofer'schen Linien lässt eine genaue Controle nicht zu, weil dieselbe zum Beispiel zehn verschiedene Beobachter in die Möglichkeit versetzen würde, zehn verschiedene Pigmente für dieselbe Farbe herzustellen.

Bei der Untersuchung der Farbenblinden müssen wir verschiedene Grade von Blindheit unterscheiden. Es ist viel leichter, die absolute Rothblindheit zu bestimmen, als die sogenannte relative, welche darin besteht, dass die Patienten das Roth nur dann unterscheiden, wenn es in einer gewissen Menge vorkommt, indem sie für kleinere Quantitäten blind sind. Ein solcher Fall wurde einmal von Dr. Hirschmann*) genau unter-

*) Helmholtz. Physiol. Optik. S. 846.

sucht; derselbe kann zu der Idee führen, die Grenze der Farbenempfindungen für physiologische Augen zu bestimmen. Diese für die Praxis sehr interessante Aufgabe ist jedoch nicht leicht zu lösen, weil die Farbenempfindung je nach der Helle der Farben verschieden sein wird. Ueberhaupt ist es nothwendig, erst die mittlere Helligkeit der Farben zu ermitteln, was aber ohne eine bestimmte Farbenscala für andere Beobachter von keinem wesentlichen Nutzen sein wird. Bis jetzt sind wir nur im Stande, die Intensität der Farbenempfindungen zu bestimmen, ohne den Einfluss der verschiedenen Helligkeit auf dieselben genau berücksichtigen zu können.

Die Untersuchung dieser Frage wurde mir von Herrn Geheimrath Helmholtz vorgeschlagen, und mit Benutzung seiner schätzbaren Anleitungen bin ich zu einigen Schlüssen gelangt, welche ich hier kurz besprechen möchte.

Indem ich die Resultate meiner Beobachtungen den Herren Fachgenossen vorlege, bemerke ich von vornherein, dass dieselben vielleicht nur ein rein individuelles Interesse haben: allein es liegt denselben auch eine gewisse durchgehende Gesetzmäßigkeit zu Grunde, welche es gerade ist, was mich bestimmt hat, sie der Oeffentlichkeit zu übergeben.

In jeder pigmentirten Fläche müssen wir, abgesehen von dem Character und der Sättigung der Farbe, auch die Helligkeit derselben in Betracht ziehen. Um die absolute Helligkeit meiner pigmentirten Flächen zu bestimmen, bin ich folgendermaassen verfahren. Auf einer schwarzen rotirenden Scheibe, deren Helligkeit ich als Null genommen habe, wurden farbige Streifen, deren Breite (d) genau bestimmt war, in der Richtung eines der Radien mit kurzen Zwischenräumen auf einander folgend angebracht, und ich erhielt daher beim Rotiren der Scheibe mehrere Ringe. Den erkennbar äussersten

Ring benutzte ich, um die absolute Helligkeit der Farbe zu bestimmen, und um dies zu thun, musste ich den Radius (R) derselben messen. Der erkennbare Theil der absoluten Helligkeit (H) dieses Ringes war nur von dem farbigen Streifen abhängig und konnte nach der Formel ($H = \frac{d}{2\pi R}$) berechnet werden.*) Die bekannten Theile

dieser Formel setzten mich auch in den Stand, die Grösse der kleinsten farbigen Sektoren zu bestimmen, welche noch erforderlich waren, um auf der schwarzen Scheibe erkannt zu werden; $\frac{d}{R}$ ist gleich dem Sinus des Winkels, welcher dem Bogen des Sectors entspricht.

In folgender Tabelle gebe ich den erkennbaren Theil der absoluten Helligkeit (H) der von mir benutzten Pigmentflächen, deren Farben ich nach den Frauenhofer'schen Linien bezeichne. In der vorletzten Columnne gebe ich die Grösse der kleinsten erkennbaren Sektoren nach Minuten an. In der letzten Columnne ist die absolute Helligkeit angegeben, indem für diese das Weiss angenommen ist.

I. Tabelle.

Farbe.	Bezeichnung der Farben nach den Frauenhofer'schen Linien.	H.	Die Grösse der erkennbaren Sektoren.	Absolute Helligkeit.
Weiss		1 : 735	0° — 29'	1
Roth	In der Mitte zwischen B u. C	1 : 450	0° — 48'	0,61
Orange	Zweimal näher zu C als zu D	1 : 513	0° — 42'	0,69
Gelb	In der Mitte zu D und E; etwas näher zu D	1 : 544	0° — 40'	0,72
Grün	Ungefähr E	1 : 457	0° — 47'	0,62
Blau	In der Mitte zu F und G	1 : 398	0° — 54'	0,54
Bläuliches	Zweimal näher zu G als zu H	1 : 272	1° — 19'	0,37
Violet				
Röthliches				
Violet	Etwa H	1 : 202	1° — 47'	0,27
Purpur		1 : 412	0° — 52'	0,56
Schwarz				0

*) Helmholtz. Phys. Optik. S. 314.

Bei dem Rotiren der Scheibe*) muss man die Geschwindigkeit der Bewegung berücksichtigen, welche möglichst schnell sein muss. Um eine gleichmässige Geschwindigkeit bei allen untersuchten Farben zu erlangen, habe ich eine zweite Scheibe mit gleich grossen schwarzen und weissen Sektoren auf dem Apparate angebracht und dem Rotiren eine solche Schnelligkeit gegeben, dass die Peripherie dieser Scheibe gleichmässig grau und ruhig aussah.

Wenn man auf der schwarzen Scheibe weisse oder farbige Sektoren anbringt, so wird die Empfindlichkeit der Ringe geschwächt, was davon herrührt, dass durch die Anbringung der Sektoren die Helligkeit der Scheibe verstärkt wird. Diejenigen Farben, deren absolute Helligkeit am grössten ist, werden durch eine solche Hinzufügung viel mehr geschwächt, als diejenigen, deren Helligkeit geringer ist. Dagegen wird das Hinzufügen schwarzer Sektoren auf eine weisse Scheibe die Intensität der Farbenempfindungen verstärken, und bei einer gewissen Grösse der Sektoren kann es dahin kommen, dass die mittlere Helligkeit der Scheibe dieselbe sein wird, wie die der Farbe. In diesem letzteren Falle wird die Farbe der Pigmente bei der Bestimmung der Intensität der Farbenempfindung die wichtigste Rolle spielen, weil sie hier nicht so sehr von der Helligkeit beeinträchtigt wird.

In der folgenden Tabelle gebe ich die Intensität der Farbenempfindungen auf einer weissen, einer hellgrauen und einer dunkelgrauen Scheibe an, ausgedrückt mittelst der kleinsten wahrnehmbaren Sektoren.

*) Der Apparat, mit dem ich arbeitete, ist mit einem Uhrwerk versehen, vermöge dessen er sich bewegte.

II. Tabelle.

Farbe.	Weisse Scheibe.	Hellgraue Scheibe.	Dunkelgraue Scheibe.
Schwarz	2° 17'	2° 46'	3° 36'
Weiss		2° 25'	1° 16'
Roth	3° 11'	2° 7'	2° 17'
Orange	2° 57'	2° 24'	2° 7'
Gelb	4° 5'	2° 17'	1° 22'
Grün	3° 26'	2° 33'	2° 1'
Blau	2° 32'	2° 11'	1° 58'
Bläuliches Violet	2° 40'	2° 9'	3° 6'
Röthliches Violet	2° 30'	2° 17'	3° 20'

Aus der Betrachtung der ganzen Tabelle ersehen wir zwar keine solche vollständige Harmonie, wie vorhanden sein müsste, wenn wir nur die Helligkeit der Farben im Auge hätten, allein der Grund liegt darin, dass einerseits die sogenannten grauen Scheiben nicht streng grau sind, und dass andererseits die Farben selbst, welche verschiedene Helligkeit haben, auch nicht eine gleich grosse Sättigung besitzen. Ueberdies sind es keine homogene Farben, und ferner enthalten einige derselben vielleicht einen gewissen Grad von Glanz, welcher auch nicht ohne Einfluss auf die Farbenempfindung ist. Man ersieht aber aus der Tabelle, dass jede Farbe nur zwischen gewissen Grenzen erkannt wird. Die Vergleichung der Zahlen für alle Scheiben ergiebt, dass mein Auge, wenn es auch nicht pathologisch ist, doch für gewisse Quantitäten verschiedener Farben unempfindlich ist. Es erheischt eine gewisse Grösse von farbigen Sektoren, um die Farbe als solche erkennbar zu machen.

Bei der Betrachtung der rotirenden Scheibe hat freilich der Grad der Beleuchtung einen grossen Einfluss

auf die Empfindung, allein es ist unmöglich, dieselbe ganz genau zu controliren, und eine Anwendung des künstlichen Lichtes, welches unbestimmte Quantitäten von farbigem Lichte enthält, ist nicht ganz zweckgemäss. Ich habe immer bei Tageslicht experimentirt, und der Grad der Beleuchtung wurde mittelst derselben Scheibe controlirt, indem ich mir den äussersten Ring merkte, welcher bei einem gewissen Grade der Beleuchtung sichtbar war. Es muss überhaupt hier bemerkt werden, dass die Intensität der Empfindung der Stärke der Beleuchtung nicht ganz proportional ist, und dass selbst bei sehr starker Beleuchtung — wenn z. B. directes Sonnenlicht auf die Scheibe fällt — die Intensität der Empfindung viel geringer sein wird.

Nachdem ich wahrgenommen hatte, dass für alle Farben gewisse Grenzen existiren, innerhalb deren sie erkennbar sind; wollte ich die Bedingungen kennen lernen, unter denen die Intensität der Farbenempfindung verstärkt wird. Zu diesem Zwecke habe ich für die experimentirende Farben auf verschiedenen Scheiben (weiss, hellgrau, dunkelgrau und schwarz) farbige Sektoren von verschiedener Grösse angebracht, welche zu der untersuchten Farbe entweder gleichnamig oder complementär waren. Ich muss hierbei bemerken, dass das Wort „complementär“ nicht im strengsten Sinne genommen werden darf, weil sich zwischen Pigmenten überhaupt keine genaue Complementärfarben finden lassen.

In der folgenden Tabelle gebe ich die Resultate meiner Untersuchungen. Die erste Columnne enthält die Namen der zu untersuchenden Farben, die zweite die Grösse der angebrachten Sektoren von gleichnamigen und complimentären Farben, in Graden ausgedrückt; in den letzten vier Columnnen folgen die Bestimmungen der Grösse der Sektoren der untersuchten Farben, ebenfalls

in Graden ausgedrückt, welche zur Erkennung der Farben auf verschiedenen Scheiben noch erforderlich sind.

III. Tabelle.

Farbe.	Angebrachte Sektoren.	Weisse Scheibe.	Hellgraue Scheibe.	Dunkelgraue Scheibe.	Schwarze Scheibe.
Roth	Roth	45°	3° 6'	2° 17'	0° 50'
	„	75°	2° 37'		0° 59'
	Grün	45°	3° 10'	3° 11'	0° 59'
	„	75°	3° 6'		1° 21'
Orange	Orange	45°	2° 53'	2° 53'	1° 21'
	„	75°	2° 33'	2° 33'	1° 43'
	Blau	50°	2° 53'	2° 8'	1° 9'
	„	75°	2° 33'	2° 34'	1° 11'
Gelb	Gelb	45°	3° 50'	3° 11'	1° 33'
	„	75°	3° 18'		1° 16'
	Bl. Violet	45°	3° 40'	1° 55'	1° 26'
	Röth.Viol.	50°	2° 53'	2° 6'	1° 24'
Grün	„	80°			0° 44'
	Grün	45°	3° 21'	3° 32'	3° 8'
	„	75°	3° 5'		1° 36'
	Roth	45°	3° 20'	2° 12'	0° 53'
Blau	„	75°	3° 5'		1°
	Blau	50°	2° 30'	2° 37'	2° 40'
	„	80°	2° 17'		1° 24'
	Orange	50°	2° 30'	2° 6'	3°
Bläulich. Violet	„	80°	2° 17'		1° 26'
	Violet	50°	2° 42'	2° 21'	3° 50'
	„	80°	2° 31'		
	Gelb	50°	2° 41'	1° 51'	4° 14'
Röthlich. Violet	„	80°	2° 31'		
	Violet	45°	2° 53'	2° 20'	4° 3'
	„	75°	3° 18'		2° 15'
	Gelb	45°	3° 15'	1° 55'	4° 3'
Violet	„	75°	3° 50'		2° 35'
					2° 28'
					3° 16'

Aus der Betrachtung dieser Tafeln ersieht man, dass

1. das Anbringen der Sektoren auf schwarzem Grunde die Intensität der Farbenempfindung schwächt, indem man mehr (grössere Sektoren) von der untersuchten Farbe hinzunehmen muss, um sie erkennbar zu machen. Das Gegentheil sehen wir auf der weissen Scheibe; hier wird das Anbringen der farbigen Sektoren die Intensität der Empfindungen fast für alle Farben (ausgenommen der letzten?) verstärken. Diese Erscheinung erklärt sich daraus, dass auf diesen beiden Scheiben nicht die Farbe selbst, sondern der Unterschied der Helligkeit den grössten Einfluss hat. Je heller die eingeführte Farbe ist, desto relativ mehr schwächt sie die Empfindung auf der schwarzen Scheibe, und desto relativ weniger verstärkt sie die Empfindung auf der weissen Scheibe. Das Gegentheil wird stattfinden, wenn die absolute Helligkeit der eingeführten Farbe geringer ist. Es versteht sich von selbst, dass hier keine genaue Proportionalität zu finden ist, und zwar besonders für die weisse Scheibe. Hier wird die Verstärkung der Empfindung bei der Einführung der gleichnamigen Farben eine gewisse Grenze haben. Wenn die Färbung der Scheibe durch die eingeführte Farbe intensiver wird, so wird die Helligkeit eine untergeordnete Rolle spielen und das Unterscheidungsvermögen wird geringer sein. Wenn ich zu Roth auf weisser Scheibe einen Sector von gleichnamigem Roth von 130° addire, so brauche ich von der untersuchten Farbe einen Sector von $3^{\circ} 22'$, um sie erkennbar zu machen. Für Gelb ist ein Sector von $4^{\circ} 2'$ nothwendig, um es bei der Einführung von 130° gelb zu erkennen. Auch wird die Intensität der Empfindung bei Einmischung von Complementärfarben bis zu einer gewissen Grenze verstärkt. Eine zu grosse Einmischung der Complementärfarben wird sie auch verkleinern, indem, abgesehen davon, dass der Unterschied in der Helligkeit sehr klein

wird, die Complementärfärbung sich auf die untersuchte Farbe ausdehnen und dadurch die ursprüngliche Farbe schwächen wird. 2. Auf den grauen Scheiben spielt nicht die Helligkeit, sondern die Farbe selbst die grösste Rolle. Ich muss bemerken, dass die auf der dunkelgrauen Scheibe gewonnenen Resultate nicht von grossem Werthe sind. Der Grund davon ist darin zu suchen, dass die Scheibe ziemlich viel blaues Licht enthält und dass ihre mittlere Helligkeit viel von der der untersuchten Farben differirt. Dagegen sind die Resultate auf der hellgrauen Scheibe von der Art, dass einige Schlüsse aus ihnen zu ziehen sind. Dieses Grau ist eine ziemlich gleichmässige Mischung von Schwarz und Weiss. Ihre mittlere Helligkeit unterscheidet sich sehr wenig von der der untersuchten Farben, und wenn man aus diesem Grunde keine genaue Proportionalität der Resultate erwarten kann, so ersieht man doch aus der Tabelle ein bestimmtes Verhältniss, und zwar das, dass die Einführung der gleichnamigen Farben die Intensität der Farbenempfindung schwächt, und dass die Einführung der Complementärfarben dieselbe verstärkt.

Wenn wir uns aber zu der ersten Farbe (Roth) wenden, sehen wir das Gegentheil von dem so eben Gesagten. Die Ursache dieses Widerspruches liegt darin, dass das angewendete Grün durchaus keine gute Complementärfarbe war, indem sie sehr viel gelbes Licht enthält. Nachdem ich mittelst des Nachbildes des Roth dessen Complementärfarbe ermittelt hatte, habe ich ein Grün (aus 22° blau und 33° grün) erhalten, welches der Complementärfarbe ziemlich gut entsprach. Bei der Einführung dieses Grün (dessen Sector 55° betrug) wurde die Empfindung für Roth verstärkt. Die Grösse des erkennbaren Sectors des Roth betrug einen Grad und 59'.

Aus diesen kurzen Berichten ersieht man, dass die Intensität der Farbenempfindungen geringer ist, als die

der weissen Lichtempfindung (Schatten), dass ferner dieselbe verschieden für die verschiedenen Farben ist, und dass sie von der Helligkeit der Farbe, so wie auch von dem Grunde abhängig ist, auf dem letztere hervortritt.

Es kann sein, dass das Schwanken der erwähnten Resultate in der besonderen Beschaffenheit meiner Augen seinen Grund hat, welche vielleicht für gewisse Farben relativ blind sind. Diese Möglichkeit ersehe ich aus den Zahlen (auf der weissen Scheibe) für die Farben des rothen Theils des Spectrums.

Eine nähere Prüfung dieser Beobachtung dürfte sehr wichtig sein, um aus den individuellen Verschiedenheiten gewisse Gesetze zu gewinnen, welche uns in den Stand setzen können, die Grenze der relativen Farbenblindheit für physiologische Augen zu bestimmen. Es wäre aber sehr wünschenswerth, dass diejenigen der Herren Fachgenossen, die competenter in der Farbenlehre sind, als ich es bin, sich bemühen, eine bestimmte Farbenscala aufzustellen, weil ohne dieselbe alle Versuche im Gebiete dieses Zweiges der Wissenschaft nicht nur von der Individualität leiden, sondern auch wegen der Unmöglichkeit einer genaueren Controle der Ophthalmologie von keinem besonderen Nutzen sein werden.

Heidelberg, 2. December 1869.