© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Mittlere Menge des Harnstoffs 7—8 Tage vor der Durchschneidung:	auf 1000 g. Blut 6—8 Stunden nach der Durchschneidung:
Bei 8 Hunden	0.152 g.	0,164 g.
Bei 11 Kaninchen	0,098 „	0,106 „
Bei 3 Meerschweinchen	0,109 „	0,115 „

Die Analyse zeigt, dass ein Teil des Harnstoffs nach der einfachen Durchschneidung des Sympathicus im Blutplasma bleibt und infolge der vasomotorischen Lähmung, welche auf die Durchschneidung des Nerven folgt, vielleicht nur sehr langsam durch den Urin und die Haut aus ihm entfernt wird. Die Erweiterung der Kapillaren bedingt eine Verlangsamung des Blutstroms und folglich werden alle Reductions- und Oxydationsprozesse der stickstoff- und eiweißhaltigen Substanzen langsam von statten gehen. Die Excretion dieser, die letzte Oxydationsstufe bildenden Substanzen, geschieht deshalb langsamer. Es ist übrigens allgemein bekannt, dass der Harnstoff zum großen Teil von der außerordentlich heftigen Oxydation der Eiweiß- oder derjenigen stickstoffhaltigen Stoffe herrührt, welche in stickstofffreie (Glycose u. s. w.) und stickstoffreiche Substanzen zerfallen, die wiederum neuen Oxydationen unterliegen, ehe sie in Harnstoff umgewandelt werden.

Meine Versuche aus dem Jahre 1870, im Verein mit den eben mitgeteilten, scheinen mir eine pathologische Frage von einiger Bedeutung zu lösen, da sie uns die Anhäufung des Harnstoffs im Blute unabhängig von einer Nephrotomie zeigen. Sie lehren uns ferner den Mechanismus kennen, durch welchen diese Anhäufung stattfindet: er beruht auf der Gefäßerweiterung infolge der Lähmung der gefäßverengernden Fasern des Sympathicus. Aus diesen beiden Tatsachen lassen sich viele klinische Befunde erklären und die therapeutischen Mittel bestimmen, die bei diesen pathologischen Affectionen indicirt sind.

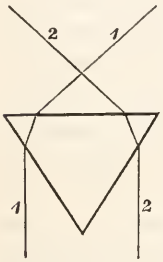
Ueber die neuern Apparate zum Studium der Farbenempfindungen.

Seit jener schönen Entdeckung Franz Boll's, dem Schroth, gewinnt das Studium der Farbenwahrnehmungen mit gesicherterm Boden neue Anregung; an Stelle der hypothetischen Young-Helmholtz'schen Rot, Grün und Violett empfindenden Elemente treten greifbare Veränderungen, die unter der Einwirkung des Lichts in der Netzhaut entstehen und die Hoffnung wächst, tiefere Einsicht in das Wesen des Sehaktes zu gewinnen. Und so wie die reine Theorie nimmt auch in der Praxis das Interesse an ausgedehnterer Untersuchung der Farbenwahrnehmungen zu; die Farbenblindheit, wichtig für die wissenschaftliche Erkenntniss, wichtiger für das praktische

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Leben, fordert erweiterte Untersuchung. Und so sind denn eine Reihe von Apparaten entstanden, die, ausschließlich für die Untersuchungen der Farbenempfindungen bestimmt, sie eingehend zu untersuchen gestatten und zahlenmäßige Angaben über das Ergebniss ermöglichen.

Fasst man zunächst das gemeinsame der neuern Methoden gegenüber der ältern ursprünglichen von Seebeck, oder in verkürzter Form von Holmgren angewandten, oder gegenüber der von Donders, ins Auge, so benutzen sie sämmtlich reine Spektralfarben zur Vergleichung. Damit sind fest bestimmte, in gleicher Weise herstellbare Farben gewonnen, die durch Angabe ihrer Wellenlänge in der Luft in Zahlen sicher definirt werden können. Hirschberg (Ber. üb. d. Wissensch. Instrum. der Berl. Gewerbeausst. i. J. 1879, S. 431) wendet ein Doppelspektroskop, einen Spektralapparat mit zwei Collimatorröhren, an. Die Stellung des Glasprismas und der Gang der Lichtstrahlen in ihm ist durch die beifolgende Zeichnung veranschaulicht. Jeder Strahl 1 und 2 tritt aus einem Collimatorrohr heraus, der eine wird durch die linke Hälfte des Prismas in ein Spektrum zerlegt, der andere durch die rechte. Beide Spektren fallen im Beobachtungsfernrohr über einander; während aber im einen das Rot linker Hand liegt, liegt es im andern zur Rechten, der Uebergang von Rot nach Violett findet in beiden in entgegengesetzter Richtung statt.



Bei dem einen Collimatorrohr kann nun die obere Spalthälfte, bei dem andern die untere durch eine bewegliche Metallplatte verdeckt werden. Dadurch wird vom einen Spektrum die obere, vom andern die untere Hälfte abgeblendet und man erhält so im Beobachtungsfernrohr zwei an einander grenzende Spektren. Eine Blendung im Ocular mit rechteckigem Ausschnitt, die wir im Folgenden den Ocularspalt nennen wollen, sondert einen bestimmten Farbenstreifen aus beiden aus. Das eine Collimatorrohr kann nun durch eine Mikrometerschraube langsam verschoben werden und in demselben Maße verschiebt sich auch das ihm zugehörige Spektrum; so gleiten alle Farben des einen Spektrums allmählich an einer festen, beliebig gewählten Farbe des andern vorüber und können mit ihr verglichen werden. Die Helligkeit der einzelnen Spektralfarben kann bei diesem Apparat nur durch Erweiterung oder Verengerung der Spalten der Collimatorröhren bewirkt werden; damit ändert sich aber zugleich der Farbenton, denn das Spektrum wird, je nachdem der Spalt schmäler oder breiter wird, reiner oder unreiner. Man sollte aber bei solchen Untersuchungen Farbenton und Helligkeit unabhängig von einander ändern können.

Um die Mischfarben aus je zwei Spektralfarben studiren zu können, ferner die Aenderung des Farbentons der einzelnen Spektralfarben mit ihrer Helligkeit, habe ich (Pflüger's Archiv XXIV. 324)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einen Apparat von folgender Construction angegeben: Das Collimatorrohr eines Spektralapparats ist der Länge nach zu beiden Seiten aufgeschnitten; in ihm in einer Messinghülse mit zwei seitlichen Stiften, die in jenen Ausschnitten gleiten, sitzt ein Rochon'sches Prisma mit seinen brechenden Kanten parallel dem Spalt. Es kann in dem Rohre vom Spalt bis zur Linse verschoben werden; eine Skala neben dem Ausschnitt misst seine Verschiebung. Es erzeugt zwei Spaltbilder, die um so weiter von einander abstehn, je mehr es sich vom Spalt entfernt; und dem entsprechend auch zwei Spektren im Beobachtungsrohr, von denen das eine über das andre beim Verschieben des Prismas hingleitet. So kann man je zwei Farben zur Deckung bringen und ihre Mischfarbe beobachten; ein drehbares Nicol'sches Prisma, das vor dem Collimatorspalt außerhalb des Rohres angebracht ist, erlaubt ihre Helligkeit in beliebigem Verhältniss zu ändern. Ein kleines seitlich angebrachtes Rohr mit Mikrometerskala, wie beim Bunsen'schen Spektralapparat, und die Längsskala am Ausschnitt des Collimatorrohrs, gestatten die Wellenlängen der beobachteten Farben anzugeben.

Will man die Aenderung des Farbentons mit der Helligkeit studiren, so wird vor die obere Spalthälfte, auf einem Schlitten verschiebbar, ein total reflectirendes Glasprisma geschoben zwischen Spalt und Nicol, welches das Licht einer seitlichen Flamme in die obere Spalthälfte hineinreflectirt. Man entfernt dann das doppelbrechende Prisma soweit vom Spalt, dass das bewegliche Spektrum ganz aus dem Gesichtsfeld verschwindet; das feststehende ändert dann seine Helligkeit mit dem Drehen des Nicols, während das gleichfalls feststehende Spektrum von der andern Spalthälfte, dessen Licht, im rechtwinkligen Glasprisma reflectirt, nicht durch das Nicol'sche Prisma gegangen ist, seine Helligkeit beim Drehen des polarisirenden Prismas nicht ändert. So kann man das eine Spektrum gegen das andere allmählich verdunkeln, und in den verschiedenen über einanderstehenden Farben den Unterschied des Farbentons im hellern und dunklern Spektrum studiren.

Helmholtz, dem die Untersuchung der Mischfarben schon so sinnreiche Methoden verdankt, hat in neuerer Zeit (Bericht über die Wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879, Seite 520) einen Apparat konstruirt, um Mischfarben aus zwei homogenen Spektralfarben mit einander vergleichen zu können. Der Apparat gleicht äußerlich einem Spektralapparat mit zwei Collimatorröhren; beide sind gegen die eine Fläche des Glasprismas, die Eintrittsfläche desselben für das von ihnen ausgehende Licht, um gleiche Winkel nach entgegengesetzten Seiten geneigt; auf die dieser Fläche gegenüberliegende Kante ist das Fernrohr gerichtet und zwar so, dass seine Achse, verlängert die Kante treffend, senkrecht auf der Eintrittsfläche steht. So geht das Licht vom einen Collimatorrohr durch die eine Hälfte des Prismas und die ihr gegenüberliegende

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Hälfte der Objectivlinse ins Fernrohr, das Licht des zweiten Collimatorrohrs durch die andern Hälften vom Prisma und der Objectivlinse; dort, wo die Spektren entstehen, sitzt im Beobachtungsfernrohr ein Ocularspalt, der nur gewisse auf ihn fallende Farben austreten lässt. Befindet sich ein Auge hinter ihm, so sieht es die beiden Hälften der Objectivlinse erleuchtet und zwar in der Farbe, welche der Ocularspalt vom Spektrum des Lichts jeder Hälfte hindurchlässt.

Im Innern der beiden Collimatorröhren sitzen nun zwei doppelbrechende Rochon'sche Prismen mit den brechenden Kanten parallel zum Spalt; sie sind durch einen Trieb im Rohre verschiebbar. Sie erzeugen von jedem Spalt zwei Bilder, die um so weiter von einander abstehen, je weiter das doppelbrechende Prisma vom Spalt entfernt ist. So entstehn vor jedem Spalt zwei Spektren, von denen das eine mit wachsender Entfernung des doppelbrechenden Prismas vom Spalt von Roth nach Blau über das andere feststehende hingleitet. Im Spektrum des Lichts jeder Objectivhälfte decken sich im Allgemeinen zwei Farben, und diejenigen, welche auf den Ocularspalt fallen, bestimmen die aus ihnen zusammengesetzte Mischfarbe, in der die entsprechende Hälfte der Objectivlinse dem Auge hinterm Ocularspalt erscheint. So erscheint jede Hälfte in der ihr entsprechenden Mischfarbe. Der große Vorzug des Apparats besteht darin, dass die zu vergleichenden Farben große Flächen ausfüllen und es wächst bekanntlich die Sicherheit, mit der das Auge Farbenunterschiede erkennt, mit der Größe der verglichenen farbigen Felder. Vor jedem Spalt sitzt ein Nicol mit Teilkreis und eine Linse, die das Licht auf den Spalt concentrirt; durch Drehung des Nicols können die Mischfarben in jedem Verhältniß gemischt werden.

Dem Apparat ist auch ein Ocular beigegeben, durch das man das Spektrum in gewöhnlicher Weise beobachten kann; mit Hilfe der dann im Ocularspalt sichtbaren Fraunhofer'schen Linien kann man die Wellenlängen der Farben genau angeben, die durch denselben hindurch sichtbar sind. Mit Benutzung desselben lassen sich auch die Mischfarben vom Lichte jeder Hälfte der Objectivlinse, die beide auf den Ocularspalt fallen, jetzt, wo das Ocular alles von diesem Spalt ausgehende Licht auf einen Punkt vereinigt, wieder mischen, so dass sich vier einfache Spektralfarben mischen lassen.

Bringt man endlich die beiden doppelbrechenden Prismen in den beiden Collimatorröhren unmittelbar an die Spalten, so geben sie von diesen auch nur ein Bild und jedes Collimatorrohr liefert dann nur ein Spektrum. Verdeckt man nun von einem Spalt durch einen vor ihm befestigten Schieber, einer verschiebbaren geschwärzten Messingplatte, die obere Hälfte, und vom andern in ähnlicher Weise die untere, so sieht man im Beobachtungsfernrohr zwei übereinanderliegende Spektren, in denen der Uebergang von Roth nach Blau in entgegengesetzter Richtung statt hat. Dreht man das eine Collimatorrohr

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durch eine mit ihm verbundene Mikrometerschraube, so verschiebt sich sein Spektrum unter dem anderen feststehenden und so kann man auch jede Farbe der einen mit jeder des andern vergleichen, oder irgend zwei einfache homogene Spektralfarben mit einander zur Vergleichung bringen.

In weiterer Verfolgung meiner frühern Bemühungen, einen Apparat zur qualitativen und quantitativen Untersuchung der Farbenwahrnehmungen zu konstruiren, habe ich einen Apparat angegeben (Pflüger's Archiv XXIV. 307), der die Untersuchung des Farbensinns in seinem ganzen Umfange gestattet. Der Apparat hat äußerlich die Form eines Spektralapparats. Sein Spalt ist in zwei Hälften geteilt, von denen die obere durch einen mit ihr fest verbundenen, drehbaren Hebelarm senkrecht zur Längsrichtung des Spalts verschoben werden kann; die Drehungen dieses Arms können an einem geteilten Grundbogen abgelesen werden. Stehen beide Spalthälften genau über einander, so sieht man im Beobachtungsfernrohr nur ein Spektrum, wird die obere Spalthälfte verschoben, so gleitet dem entsprechend die untere Hälfte des Spektrums im Fernrohr der obern entlang und jede Farbe im einen kann unter jede Farbe im andern gebracht und mit ihr verglichen werden; ein Ocularspalt im Fernrohr schneidet aus beiden Spektren einen engbegrenzten Streifen zur Beobachtung aus. Eine Teilung am Rande des Tisches erlaubt die Bestimmung der Wellenlänge der sichtbaren Farbe des festen Spektrums, und die am Gradbogen ablesbare Drehung des Hebelarms, der die obere Spalthälfte verschiebt, zugleich die Wellenlänge des sichtbaren Teils des verschobenen Spektrums.

Um nun die Helligkeit der beiden verglichenen Farben beliebig ändern zu können, was für die Untersuchung von Farbenblinden, die bisweilen bei verschiedenen Farben nur Helligkeitsunterschiede sehen, so wichtig ist, ohne zugleich den Farbenton zu ändern, habe ich unmittelbar hinter der Linse des Collimatorrohrs ein doppelbrechendes Rochon'sches Prisma, mit seinen brechenden Kanten senkrecht zum Spalt angebracht und ein drehbares polarisirendes Prisma mit Teilkreis; ferner sind die beiden Spalthälften an den einander zugekehrten Seiten mit einem geschwärzten Messingstreifen bedeckt, so dass der Spalt als Ganzes in seinem mittlern Teile abgeblendet ist. Hierbei entwirft das doppelbrechende Prisma von jeder Spalthälfte zwei Spektren unter einander, die senkrecht zu einander polarisirt sind. Das nicht abgelenkte der einen Hälfte berührt das abgelenkte der andern, die beiden andern Spektren sind durch die Blendung im Ocular des Fernrohrs abgeblendet, und beide ändern ihr Helligkeitsverhältniss beliebig, je nach der Lage des polarisirenden Prismas zu den Hauptschnitten des doppelbrechenden.

Erlauben die bisher beschriebenen Teile die Vergleichung irgend einer Farbe mit irgend einer andern und zugleich die Beantwortung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Frage, ob ein Auge zwischen ihnen Farbenunterschiede und Helligkeitsunterschiede, oder nur Helligkeitsunterschiede wahrnimmt, so will ich jetzt zur Beschreibung des Teils übergehn, der auch gestattet, Weiß mit irgend einer Spektralfarbe zu vergleichen. Diese Vergleichung ist bekanntlich bei der Untersuchung der Farbenblinden von Wichtigkeit, denn sie ergibt die dem Farbenblinden fehlende Farbe. Zu diesem Zweck trägt das seitliche kleine Rohr, welches sonst die an der einen Prismenfläche gespiegelte Mikrometerscala enthält, ein rechteckiges Diaphragma von veränderlicher Breite und Höhe und zwei Nicol'sche Prismen, von denen eins drehbar ist. Bei einfallendem weißen Licht kann ein Bild des Diaphragmas über dem Spektrum im Beobachtungsfernrohr entworfen werden; seine Helligkeit lässt sich durch das drehbare Nicol beliebig abschwächen. So lässt sich die Farbe aufsuchen, welche der Farbenblinde mit Weiß verwechselt.

Das Weiß lässt sich auch auf das Spektrum selbst werfen und man erhält dann die weißlichen Abstufungen der Spektralfarben.

Wenn man den geschwärzten Messingstreifen, welcher die Mitte des Gesammtspaltes verdeckt, entfernt, so greifen die im Allgemeinen gegeneinander verschobenen Spektren der beiden Spalthälften zum Teil in einander über und man erhält die Mischfarben aus je zwei Spektralfarben, und zwar mit Hülfe des drehbaren Nicols hinter dem Rochon'schen Prisma in jedem beliebigen Mengenverhältniss. Auch diese Mischfarbe lässt sich mit dem Weiß des seitlichen kleinen Rohrs vergleichen, und so lassen sich die Complementärfarben bestimmen.

Der Apparat lässt sich auch so einrichten, dass man die Mischfarbe aus je zwei Spektralfarben mit irgend einer andern Spektralfarbe vergleichen, oder auch diese dritte Spektralfarbe mit den beiden andern in jedem Verhältniss mischen kann. Zu diesem Zweck verengert man das rechteckige Diaphragma zu einem Spalt und setzt auf die Linse des kleinen seitlichen Rohrs eine Röhre mit einem kleinen Prismensatz mit gerader Durchsicht auf; man erhält dann im Fernrohr an Stelle der vorigen weißen Bilder des Diaphragmas ein Spektrum und kann dann entweder die im Ocularspalt sichtbare Farbe desselben mit der unter ihr befindlichen Mischfarbe aus je zwei Spektralfarben vergleichen, oder, wenn man das kleine seitliche Rohr durch eine an ihm wirkende Schraube so neigt, dass sein Spektrum auf die Mischfarben aus den beiden Spektren des Collimatorrohrs fällt, auch diese dritte Farbe mit den beiden andern mischen.

Donders hat das Problem, die Mischfarbe aus zwei homogenen Spektralfarben mit einer dritten Spektralfarbe zu vergleichen, in anderer Weise zu lösen gesucht. Er benutzt dazu (Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde. Maiheft 1881) ein System von zwei nebeneinander befindlichen Spalten, die in verschiedener Entfernung von einander gebracht werden können und von denen der eine sich durch dieselbe Schraube um so viel verengt, als der andere sich erweitert; unter ihm

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lässt sich ein einfacher Spalt hin und her bewegen. Die beiden Spalten nebeneinander geben dann zwei sich zum Teil deckende Spektren und die beiden sich an irgend einer Stelle deckenden Farben ändern sich mit dem Abstand der beiden Spalten von einander, der sich variiren lässt. Je enger die Spalten bei einander stehen, um so näher stehen sich die beiden sich deckenden Farben im Spektrum. Unter diesen beiden sich zum Teil deckenden Spektren sieht man im Fernrohr des Spektralapparats das Spektrum des einfachen Spalts; wird er verschoben, so verschiebt sich auch sein Spektrum unter den beiden vorigen hin und her. Der Ocularspalt sondert aus den vielen, durch die teilweise Uebereinanderlagerung der beiden ersten Spektren entstehenden Mischfarben eine aus, und unter ihr treten mit der Verschiebung des einfachen Spalts der Reihe nach die einfachen Farben des Spektrums auf und können mit ihr verglichen werden.

Ferner erwähnt Donders in derselben Abhandlung (Seite 5 des Sonderabdrucks) auch einer Vorrichtung, bei welcher der einfache Spalt, der sich in dem vorher beschriebenen Apparat unter den beiden durch dieselbe Schraube zu verengernden, bezüglich zu erweiternden Spalten befand, entweder zwischen diese beiden gebracht werden konnte, oder auf die eine oder die andere Seite von ihnen. So ließen sich drei beliebige einfache Spektralfarben mischen.

Die Intensität der einzelnen Farben eines Spektrums ist hierbei der Spaltbreite proportional angenommen. Dagegen ist nun daran zu erinnern, dass die Untersuchungen an Spektrophotometern ergeben haben, dass die Helligkeit an einer Stelle des Spektrums nicht der Spaltbreite proportional ist, sondern in complicirterer, von der Dispersion des Prismas des betreffenden Spektralapparats abhängenden Weise von ihr abhängt. Ferner hat sich bei diesen Untersuchungen herausgestellt, dass mit zunehmender Spaltweite sich mit abnehmender Reinheit des Spektrums auch der Farbenton in den einzelnen Stellen ändert. Wenn man daher nach dieser Methode die Intensität der Teilfarben einer Mischfarbe durch Spalterweiterung ändert, so ändert man auch zugleich in mehr oder weniger erheblicherm Maße ihren Farbenton; geringe Aenderungen des Farbentons der Teilfarben ändern aber oft, so bei Mischungen von Rot und Grün zu Weiß, den Farbenton der Mischfarbe erheblich. Es bleibt daher noch zu untersuchen, ob diese Methoden der Farbenmischung dieselben Resultate ergeben, wie diejenigen, welche beim Mischen die Reinheit des Spektrums ungeändert lassen und die Helligkeit der Teilfarben durch polarisirende Vorrichtungen ändern.

Die hier besprochenen Apparate werden sämmtlich von Franz Schmidt und Hänsch in Berlin angefertigt.

P. Glan (Berlin).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1881-1882

Band/Volume: 1

Autor(en)/Author(s): Glan Paul

Artikel/Article: Ueber die neuern Apparate zum Studium der Farbenempfindungen 601-607