wirken krause verästelte Risse, die sich der Röhre entlang immer weiter ausdehnen, und dieselbe zuletzt förmlich aufspalten, ohne sich in die Quere zu erstrecken. Bei längerer Aufbewahrung solcher verletzten Röhren bilden sich in ihnen, ohne Funkenwirkung, von diesen krausen Rissen aus glatte Sprünge nach den verschiedensten Richtungen, welche die Zerstörung der Röhren vervollständigen. Mitunter treten auch die Funken durch die von ihnen gebildeten Risse zur Röhre heraus und schlagen an der Außenseite in geschlängelter Bahn zur nächsten Elektrode über.

VI. *Die Farbenkrankheiten im Abriss;* von *Dr. Edmund Rose*,

Docent der Chirurgie in Berlin.

Ehe ich die Leser auf ein einfaches und sehr bequemes Mittel aufmerksam mache, sich exact von der Art der Farbenblindheit bei Farbenblinden zu überzeugen, möchte es zum Verständniß gut seyn einen Abriss der Lehre von den Farbenkrankheiten zu geben, wie sie sich mir nun schon vor Jahr und Tag aus Untersuchungen ergeben hat, die sich zerstreut in Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin, sowie in v. Gräfe's Archiv für Ophthalmologie und in der Berliner klinischen Wochenschrift befinden. Untersucht habe ich bis jetzt 33 Fälle von künstlicher Farbenkrankheit durch Genuß von Santonsäure, zwei Fälle von Farbenkrankheit durch Atropin, 5 Fälle bei Leberleiden, 1 Fall bei Nierenleiden, 1 Nachtblinden, 14 Fälle von angeborner Farbenkrankheit, dem sogenannten Daltonismus, 3 Fälle angeborner Farbenblindheit. Folgendes sind die Ergebnisse der Untersuchung.

Schliessen wir die Hallucinationen und die Phantasmen des Gesichts, welche nur von der Thätigkeit des Gehirns abhängen und sich dadurch kennzeichnen, daß sie gar nicht an den Lichteinfall gebunden und daher auch nicht einseitig vorkommen, schliessen wir alle diese cerebralen Farbenleiden aus, so zerfallen die übrigen wirklichen Farbenkranken¹⁾ in zwei große Abtheilungen, die ich Farbenblinde und Farbenirre nennen möchte.

Farbenblind nenne ich den, dessen Netzhaut die Empfindlichkeit für farbiges Licht eingebüßt hat.

Es hat sich nun ohne irgend eine Ausnahme das Gesetz ergeben, daß dem Farbenblinden stets Licht größter oder kleinster Brechbarkeit zuerst nicht mehr wahrnehmbar wird.

Es hat sich zweitens als ebenso unveränderlich festgestellt, daß bei Zunahme der Krankheit immer wieder nur solches Licht dem Blick der Farbenblinden verlischt, welches vorher unter seinen sichtbaren Lichtstrahlen die größte oder kleinste Brechbarkeit hatte.

Farbenblindheit giebt sich durch eine Verkürzung²⁾ des Spectrums kund, niemals durch eine Unterbrechung. Ein vollständiges und scharfbegrenztes Spectrum giebt also durch seine Ausdehnung einen Maafsstab für den Grad der Farbenblindheit.

Der erste und dabei ausgesprochenste Fall von Farbenblindheit betraf mich selbst, im August 1858. Als Maafsstab diente ein brillantes Spectrum, das schönste, was ich bisher gesehen; mein jetzt leider verstorbener Freund Dr. Otto Hagen benutzte es zu seinen schönen Untersuchungen über die Absorption des Lichts in Krystallen, deren Resultate im 106. Bande dieser Annalen zum Theil

1) Färbungen der Augenmedien, die etwas ähnliches nach älteren Annahmen sollten möglicherweise hervorbringen können, kommen in der Natur nicht vor. Die stärksten, die vorkommen, sind nicht ausreichend dazu cf. Virchow's Archiv 30, 442.

2) cf. Ueber die Wirkung der wesentlichen Bestandtheile der Wurmblüthen (des *Santonicum*) in Virchow's Archiv 1859 Bd. XVI, S. 223—253 u. Bd. XVIII, S. 15—43.

mitgetheilt sind. Das Spectrum wurde, wie daselbst in Fig. 2 Taf. III abgebildet, dadurch hergestellt, dafs ein Sonnenstrahl vom Silberspiegel eines Heliostaten durch zwei 1 Meter von einander entfernte Spalten (Messingschneiden) auf ein unmittelbar dahinter befindliches Flintglasprisma geworfen und dadurch im sonst lichtdichten Zimmer zerstreut wurde. In 8 Meter Entfernung wurden seine Bestandtheile von einem Fernrohr eines Theodoliten mit Fadenkreuz aufgenommen¹⁾. Durch eine Mikrometervorrichtung liefs sich nach Belieben das Prisma drehen und das rothe oder violette Ende desselben einstellen. Es waren helle Sommertage, nur vorübergehend deckte manchmal ein Wölkchen die Sonne. Abgesehen von solchen Unterbrechungen zeigte sich das Spectrum in ganzer Pracht, von etwa 13 Fraunhofer'schen Linien unterbrochen, beiderseits haarscharf endend auf dem schwarzen Hintergrunde des Fernrohrs und so lang, dafs man in seinem Gesichtsfeld nicht das ganze Roth auf einmal übersehen konnte. Seine Länge veränderte sich zuweilen huschweis am rothen Ende, wie sie auch an verschiedenen Tagen dort ungleich war; ohne dafs es mit blofsem Auge möglich gewesen wäre, die feinen Dünste, welche die Sonne bedeckten und sich dann zuweilen in Wölkchen zusammenzogen, stets wahrzunehmen. Erprobt und an verschiedenen Tagen wiederholt war das Resultat, dafs wir stets vollständig übereinstimmten bei der Einstellung des Fadenkreuzes auf die Spectralenden.

Anders war es, als ich einmal 10 Gran Sentonsäure eingenommen hatte. Zwei Stunden darnach endete mein Spectrum bei der Linie *B*, während Hagen das Fadenkreuz weiter hinausstellte, da wo *a* hätte liegen müssen in einen mir vollkommen schwarzen Raum. So blieb es lange, nur einmal endete ihm vorübergehend, etwa $\frac{1}{2}$ Stunde lang, das Spectrum bei *B*, mir jedoch zu der Zeit bei *C*. Am andern Tag stellten wir das Fadenkreuz wieder gleich ein.

Daraus folgte, dafs das Gelbsehen, denn nur diefs trat

1) Der photometrische Apparat, so wie der Spiegel *f* in Fig. 2 Taf. III Bd. 106 wurden dabei entfernt.

dabei auf¹⁾, einer Blindheit für Roth correspondirte. Die Verkürzung des Spectrums wuchs während der Narkose; es mußte jedoch dahin gestellt bleiben, ob die Narkose oder der Stand der Sonne mehr die Ursach war, weil das Spectrum sich durch den Sonnendunst in der That etwas verkürzt hatte.

Es schien mir besser, um die Angaben über die jedesmalige Länge des Spectrums controliren zu können, die Versuche am objectiven Spectrum fortzusetzen. Meine Einrichtung bestand darin, daß ein Sonnenstrahl vom Spiegel eines Sonnenmikroskops durch Messingschneiden in ein lichtdichtes Zimmer fiel, wo er zunächst eine Linse von 3 Fufs Brennweite, dann ein dahinterstehendes Flintglasprisma traf. Das Spectrum wurde auf einem Papierschirm aufgefangen, oder besser auf einem zweiten, nachdem es durch einen Spalt des ersten gegangen, um die blendenden Theile besonders das Gelb abzufangen. Während ich den ersten Schirm verschob, schloß der zu Untersuchende stets die Augen. Der erste Schirm wurde so aufgestellt, daß man die großen Fraunhofer'schen Linien möglichst deutlich sah. Sie wurden wieder als Scala benutzt und dabei ein Ort nach der Schätzung $\frac{1}{2}H$ genannt, wenn er mitten zwischen G und H lag.

Nach 5 Gran Santonsäure wurde das Ende des Spectrums in einem Fall (XXXIII)²⁾ bezeichnet der Zeit nach in $\frac{1}{2}H$ statt H (wie auch öfters in andern Fällen)
 später in G statt $\frac{1}{2}H$
 endlich in G statt H .

Es versteht sich, daß bei künstlichen Farbenkrankheiten ich stets vorher und nachher mein Auge mit dem des zu Untersuchenden verglich.

So schön und scharf das Spectrum endete, hatte es doch den großen Mangel, daß durch die Fluorescenz des Papiers jenseits des Violett oft eine nebelhafte farblose Zone mit Fraunhofer'schen oder vielmehr Stokes'schen Linien

1) Fall XII in Virchow's Archiv Bd. XVI, S. 239. Bd. XVIII, S. 18.

2) Virchow Bd. XVIII, S. 20.

aufrat, die eine scharfe Bestimmung des Endes oft unsicher machten. Die Fluorescenz erklärt es, daß einigen im Rausch das violette Ende nicht verkürzt schwarz, sondern weißlich erschien (Fall XXXIII, XXXV, XXXVI, XXIX), indem ja schon innerhalb des Violett und Blau im Spectrum fluorescirende Substanzen (zu denen Papier und die Haut gehört) eine Herabsetzung der Brechbarkeit bewirken. Durch den Antheil von herabgesetzter Brechbarkeit kann dann der Violettblinde den violetten Theil im Spectrum grade so als eine matte Zone sehen, wie der Gesunde das Ultraviolett.

Da nun außerdem bei allen diesen Versuchen sich nur eine Veränderung am blauen Ende, im Gegensatz zum ersten Versuch¹⁾ gezeigt hatte, machte sich dieser Mangel besonders geltend.

Gleich hier möchte ich bemerken, daß man nicht nur im objectiven Spectrum indirect durch Herabsetzung der Brechbarkeit das Ultraviolett sehen kann, sondern daß ich auch einen Collegen kenne, der selbst im subjectiven Spectrum das Ultraviolett sieht, also wirklich sieht²⁾. Eine Ultraviolettichtigkeit, die ebenso eine erhöhte Empfindlichkeit der Netzhaut voraussetzt, wie sie in der Farbenblindheit herabgesetzt ist. Jedenfalls zeigte sich, daß das subjective Spectrum allein zur Untersuchung Violettblinder zu brauchen ist.

Während nun so schon die Resultate am objectiven Sonnenspectrum hinter meinem Wunsche zurückstanden, waren die Schwierigkeiten der Benutzung kaum zu überwinden. War das Wetter gut, so hatte Niemand Zeit oder Lust Santonin einzunehmen, nahm ich es selbst, so zog mehrmals unmittelbar ein Gewitter auf. War Wetter, Muße und Lust übereinstimmend da, so mißlang wohl die

1) Auch im Fall 41 trat Rothblindheit nach santonsaurem Natron auf.

2) Cf. »Die Gesichtstäuschungen im Icterus«. »Nebst einem Anhang über den Farbensinn bei der Nachtblindheit und die Wirkung der Pikrinsäure auf das Auge« in Virchow's Archiv Bd. XXX, S. 442.

Narcose oder trat erst ein, wenn der Hunger den zu Untersuchenden vertrieb.

Dazu kam noch die Umständlichkeit bei der Herstellung, welche diese Untersuchungsart unbrauchbar macht, so angenehm die Helligkeit, so erwünscht die natürliche Scala war, welche sich uns dabei in den Frauenhofer'schen Linien darbietet. Bei weiteren Versuchen habe ich später als die bequemste Methode folgende Art von Selbstmessung befunden.

Es war ausgemacht, daß das Gelbsehen im Santonrausch auf einer Verkürzung des Spectrums, auf Farbenblindheit beruht. Es war ausgemacht, daß die Verkürzung an jedem Ende stattfinden könne. Der grüngelbliche Colorit aller unreinen Farben erklärte sich leicht durch diese Unempfindlichkeit für die complementären Farbenantheile im Gemisch. Es handelte sich darum, sicherer noch zu constataren, ob die Verkürzung eine fixe oder wandelbare sey.

Dazu war das schönste, jedoch ungleich lange und veränderliche Sonnenspectrum gerade nicht so tauglich als ein künstliches. Nur ist es schwer ein künstliches Spectrum mit scharfen Enden darzustellen, auch verlieren wir dabei unsere natürliche Scala.

Als Lichtquell wurde nun seitdem ein Wallrathlicht benutzt, als Spectrum ein Beugungsspectrum, als Scala die Zwischenräume zwischen seinen einzelnen Farbenbändern (Spectren). Es ist bekannt, daß, wenn man durch ein Gitter von 2—3000 Strichen auf ein Zoll (Demantstrichen auf Glas) nach einem Lichtquell sieht, derselbe in einiger Entfernung jederseits von einem ziemlich reinen Spectrum umgeben ist, dem wieder in einiger Entfernung ein Farbstreif folgt, welcher allmählich nach außen verschwindet. Dieser Farbstreif kommt dadurch zu Stande, daß die dunkeln Zwischenräume zwischen den einzelnen Spectren nach außen an Breite abnehmen und daher mit dem Roth des zweiten Spectrums sich schon das Violett des dritten zu einer purpurnen Zone deckt, die andern ganz verschwimmen.

Durch Einschalten eines Kobaltglases, welches nur die Enden der Spectra übrig läßt, kann man sich leicht davon überzeugen. Das dritte Violett liegt dann zwischen dem zweiten Violett und dem zweiten Roth.

Farbenblinde habe ich seitdem stets nur so untersucht, daß ich sie durch zwei parallele Gitter (mit 50 oder 100 Linien auf einen Millimeter) in der Entfernung des deutlichsten Sehens im sonst dunklen Zimmer nach dem Wallrathlicht blicken, und mir das Gesehene genau beschreiben, oder besser noch zeichnen liefs. Das Einschalten einer Messingschneide ergab sich bald als unnütz.

Ich fand nun¹⁾, zunächst an mir selbst²⁾, daß während Gesunde zwei dunkle Zwischenräume jederseits vom Licht, Ueberviolettsichtige nur einen sehen, Farbenblinde 3, 4, ja 6 solche wahrnehmen. Es war nun leicht dieß bei Farbenkranken aller Art nachzuweisen.

Ein Kranker mit Icterus durch acute gelbe Leberatrophy hatte 3³⁾, eben so viel eine Kranke mit Gastroduodenalkatarrh und Icterus, ein Kranker mit chronischer Leberanschwellung, Icterus und Albuminurie. Eine Kranke mit Leberkrebs und Icterus hatte 4⁴⁾; unter den Daltonisten hatten

manche 2 (Herr A. C. E. F. J.)

manche 3 (Herr B. D. H.)

andere 4 (Herr G. M.)

andere 5 (Herr K. O.)

einer 6 (Herr L.)⁵⁾.

Alle diese Kranken, von denen viele zu ganz verschiedenen Zeiten untersucht sind, zeigten eine constante Farbenblindheit. Anders verhält es sich im Santonrausch, wie

1) Cf. »Ueber die Farbenblindheit durch Genuß der Santonsäure« in Virchow's Archiv Bd. XIX, S. 522—537 und Bd. XX, S. 245—291.

2) Ibid. Bd. XIX, S. 524, Fall 40.

3) Ibid. Bd. XXX, S. 444.

4) Ibid. S. 443.

5) Die Untersuchung von Daltonisten findet sich in einem Aufsatz »über stehende Farbentäuschungen« in v. Gräfe's Archiv für Ophthalmologie Bd. VII, Heft 2, S. 72—109, 1860.

schon aus den früheren Untersuchungen wahrscheinlich war. Während der Narcose steigt und fällt die Zahl der Zwischenräume von 2 bis

3 (Fall 46, 50, 51, 56), bei anderen Versuchen bis

4 (Fall 44, 45, 57), bei manchen endlich bis

5 (Fall 43, 46), ja bei einem bis

6 (Fall 49)¹⁾.

Nach diesen Resultaten konnte es scheinen, als gäbe es Farbenkranke, die nicht farbenblind sind. Allein ich habe schon 1860 darauf aufmerksam gemacht, daß die Beschränkung auf zwei Zwischenräume deshalb kein Beweis dafür ist, daß ihr Spectrum unverkürzt, weil das rothe Ende so wie so weniger Raum einnimmt als das blaue, eine Verkürzung am rothen Ende vielleicht also entgehen könne.

Man konnte nur sagen, wo mehr als zwei Zwischenräume, ist das Spectrum sicher verkürzt, nicht umgekehrt.

Daß dem nun in der That so ist, habe ich mich seitdem überzeugt.

Während es mir damals nur darauf ankam, durch ein einfaches in der Westentasche tragbares Instrument das Bestehen einer Spectralverkürzung überhaupt, also der Farbenblindheit bei den Farbenkranken nachweisen zu können, hatte es wohl Interesse zu sehen, ob bei zwei Zwischenräumen noch eine Verkürzung im Roth vorkommen kann, ob es überhaupt Farbenkranke ohne Farbenblindheit giebt, und wie weit endlich das Spectrum bei solchen mit sechs Zwischenräumen sich überhaupt verkürzen kann.

Heut zu Tage, wo mittler Weile die Spectralapparate nach Bunsen und Kirchhoff in aller Welt Händen sind, und förmlich fabrikmäßig dargestellt werden, hat man es sehr leicht, sich darüber Rechenschaft zu geben. Nur bedarf man dazu um ein scharf endendes Spectrum zu haben und das krasse Gelb abblenden zu können, eines so-

1) Die Fälle sind durchnummerirt in den verschiedenen Aufsätzen in Virchow's Archiv. Von 52 ab befinden sie sich in Bd. XXVIII, S. 30 bis 82 in »Ueber die Hallucinationen im Santonrausch«.

genannten großen Apparats mit drehbarem Ocularfernrohr. Außerdem muß man alles falsche Licht mit der größten Sorgfalt durch schwarze Tücher abblenden. Man hat dann ein Spectrum, welches selbst bei künstlichem Licht ziemlich scharf endet, subjectiv ist und deshalb nicht von Fluorescenz leidet und bei Anwendung chemisch einfach gefärbter Flammen exact in gleicher Länge wiedererscheint.

Dabei kann man als Scala statt der Fraunhofer'schen Linien das Spiegelbild der jetzt so billigen photographirten Scalen, oder besser noch die natürliche Scala benutzen, wie sie die Betrachtung verschiedener Metallspectra bietet. Man vermeidet so die häufige Unvollständigkeit des Sonnenspectrums im Roth, welche früher wohl oft der Grund gewesen, warum man einen Defect daselbst übersehen. Betrachtet man die Bunsen'sche Tafel V (Bd. 110 in Pogendorff's Annalen), so kann man sich doch zur Entscheidung der Frage, wo eine Verkürzung ist, nichts bequemes, als die Darstellung eines Kaliumspectrums denken.

Eine vorläufige Untersuchung, zu der Hr. Dr. Alexander Mitscherlich mir in seinem Apparate die nöthigen constanten Spectra gefälligst darstellte, bestätigt schon ausreichend, was ich vermuthet und vor Jahren angegeben. Nachdem die Natriumlinie *D* auf 12 (wie in den Tafeln V und VI Bd. 121 d. Annalen) eingestellt, wurde durch, im Wasserstoffstrom geglühte Cyankaliumdämpfe ein Kaliumspectrum, durch einen Platindocht ein Chlorstrontiumspectrum, durch einen Cigarrenstumpf ein Lithiumspectrum und endlich durch eine einfache Lampe ein Leuchtgasspectrum auf meinen Wunsch von ihm hergestellt¹⁾. Die Resultate waren folgende:

1) Farbenkranke mit zwei Zwischenräumen im Gitterspectrum, können in der That noch rothblind seyn, und zwar »Kaliumrothblind.« Geprüft wurde Hr. F.²⁾, ein

1) Cf. Beiträge zur Spectralanalyse von A. Mitscherlich Bd. 116 S. 499 und Ueber Spectren der Verbindungen und der einfachen Körper von Demselben Bd. 121, S. 459 d. Ann.

2) Cf. v. Gräfe's Archiv Bd. VII, S. 87.

Daltonist, der noch wie im August 1860 zwei Zwischenräume hat.

Er sah die rothe Lithiumlinie (bei 13,7) die blaue Kaliumlinie (bei 2,5 der photographirten Scala), aber nicht die rothe Kaliumlinie (bei 15); auch dann, wenn man ihm die Stelle auf der Scale angiebt, ist es ihm unmöglich sie zu sehen.

Auch am Gasspectrum zeigt sich bei ihm eine kleine Verkürzung.

2) Die Farbenblindheit kann sich auf das halbe Spectrum ausdehnen.

Geprüft wurde einmal Hr. B. ¹⁾, ein Daltonist, welcher vor 5 Jahren drei Zwischenräume sah. Er sah die rothe Kaliumlinie ebenso wenig als F. ²⁾, auch nicht nach Angabe des Orts; die blaue sehr gut.

Das Chlorstrontiumspectrum sah er wie wir (zwischen 13 und 14) wenigstens beim Aufmerksammachen.

Das Gaslampenspectrum endete uns allen dreien bei 2,9.

Dann wurde Hr. M. ³⁾ geprüft, welcher damals in seinen Angaben schwankte, an verschiedenen Tagen zwischen 4 und 5 Zwischenräumen, und auch anderweitig damals an verschiedenen Tagen grössere Abweichungen in seiner Farbeempfindung messen liess, jetzt nur 3 Zwischenräume wahrnimmt. Er sah die rothe Kaliumlinie, die rothen Chlorstrontiumlinien sofort, die violette Kaliumlinie selbst dann nicht, wenn man ihm ihren Ort auf der Scale angab.

Ein gutes Gaslampenspectrum endete ihm gerade bei 6, mir, Hrn. A. Mitscherlich und Hrn. B. bei 2,9.

Eine zweite Untersuchung einige Tage später ergab dasselbe Resultat.

Endlich wurde noch Hr. L. ⁴⁾ geprüft, welcher damals 6 Zwischenräume angab.

Ein gutes Gaslampenspectrum, welches wie erwähnt von

1) Cf. v. Gräfe's Archiv Bd. VII, S. 80.

2) Derselbe war übrigens nicht anwesend.

3) Ibid. S. 104.

4) v. Gräfe's Archiv Bd. VII, S. 99.

2,9 begann, und sich bis 15,5 erstreckte, endete ihm auf der einen Seite zwischen 5 und 6, näher an 5; auf der andern ungefähr bei 13.

Dabei machte er die charakteristische Bemerkung, dafs von 3 gegen 1 hin das Gesichtsfeld wieder heller sey, als von 3 nach 5, jedoch nicht im entferntesten so hell als zwischen 5 und 7; wie es natürlich ist, weil das Gesichtsfeld durch die Flamme für die photographische Scala doch in etwas erhellt ist. Ferner gab er an die Ziffern der Scala 14—18 sehr deutlich, 12 und 13 kaum zu erkennen, während mir und andern auch 14 nur andeutungsweise wahrzunehmen war, weil sich unser Gasspectrum noch über diese Nebenziffer hinaus erstreckte.

Vom Kaliumspectrum sah er weder die rothe noch die blaue Linie, selbst wenn man ihm den Ort zeigte (15 und 2,5).

Vom Chlorstrontiumspectrum sah er nur den ersten matten oranien Streifen bei 12,4; keinen einzigen von den fünf rothen, die sich zwischen 12,7 und 14 befinden.

Es ergiebt sich, dafs die Farbenblindheit an jedem und an beiden Enden des Spectrums sich geltend machen und dasselbe bis auf die Hälfte ($\frac{8}{17}$ etwa) reduciren kann, ein Resultat, das selbst den, der immer nur mit schlechten Instrumenten zu thun gehabt, schliesslich doch, denke ich, überzeugen wird.

Abgesehen davon, dafs solche Leute in andersfarbigem Licht natürlich blind, ist jede Farbenblindheit für sich eine Amblyopie, eine Sehschwäche, die sich schon äufserlich im Gesichtstypus zeigt, meist so stark ist, dafs sie meine sonst gesunden Bekannten frühzeitig veranlafst hat Augenärzte aufzusuchen, und die sich ganz von selbst versteht, da doch dabei (bei Hrn. M. z. B.) fast die Hälfte des Beleuchtungsmaterials unwirksam wird, woraus sich wieder secundär andere Störungen ergeben. — Aber das ist nicht die einzige Störung durch Farbenblindheit. Ist es denn gleichgültig, ob man mit fortschreitender Farbenblindheit die Welt zuletzt in fast homogenem Lichte sieht? Ist es ein

Vorzug alles einfarbig zu sehen? Ist die chromatische Abweichung des Auges ein Gebrechen, das der Menschheit gemeinsam?

Als ich mit Hrn. M., dessen Accommodation und Sehschärfe beneidenswerth, durch die Strafsen ging, griff er plötzlich krampfhaft nach meinem Arm. Die Sonne war durchgebrochen und er konnte ungeführt nicht weiter gehen. Nachdem er sich durch Lidschluss allmählich an die blendende Helle gewöhnt, setzte er unter stetem Blepharospasmus und Nystagmus, den er vorher nicht hatte, den gemeinsamen Weg fort, einem Kaninchen gleich, dem man mit dem Augenspiegel Magnesiumlicht auf die Netzhaut wirft. Schon vorher hatte ich an seinem jüngeren Bruder Nystagmus bemerkt und seine Mutter hat mir ein Gleiches von den 4 abwesenden versichert. Dessenwegen hatten sie alle die bedeutendsten hiesigen Augenärzte consultirt, und nach der Erfolglosigkeit sich auch von unbedeutenden nicht immer schmerzlos untersuchen lassen, so dafs es mir jetzt die entsetzlichste Mühe gemacht hat des Bruders habhaft zu werden, der mir geflissentlich aus dem Weg ging. In der That sah er auch 5 Zwischenräume und verhielt sich ganz wie sein Bruder, so dafs ich nicht anstehen möchte den chronischen Lidkrampf und Nystagmus oft für eine übersehene Folge von Farbenblindheit zu halten. Jedenfalls ist aber festzuhalten, dafs von Natur der Mensch, sofern er gesund, nichts deutlich sieht, weil man für jeden homogenen Beleuchtungsbestandtheil anders accommodiren mufs, wie man denn für jede Fraunhofer'sche Linie, das Fernrohr besonders einstellen mufs. Die chromatische Abweichung des Auges ist der normale Zustand und nicht ohne Schaden fehlt dieser wohlthätige Schleier den Farbenblinden. Sehschwäche und Blendung mit ihrem Heer secundärer Leiden sind die unmittelbaren Folgen der Farbenblindheit; von den Farbentäuschungen ganz abgesehen, die nicht so eingreifend, wie bei dem Farbenirrsinn. Das Ergebnifs dieser Untersuchung könnte man dahin zusammenfassen, dafs die

Herren B. und F. Kaliumrothblind

Herr M. Kaliumblaublind

Herr L. Strontianroth- und Kaliumblind

sind, eine Bezeichnung, die trotz ihrer Länge den großen Vorzug hat, absolut und vom Instrument unabhängig zu seyn.

Alle diese Herren sind schon vor 5 Jahren von mir untersucht und in Gräfe's Archiv beschrieben worden. Gerade sie sind ausgewählt, weil sie alle Klassen repräsentiren, denn die Herren B. und F. sind ebene Daltonisten, also schlechthin farbenirr; Herr L. ein linearer Daltonist, also total farbenirr; Herr M. gar nicht farbenirr, sondern nur farbenblind.

Zum Verständniß mögen mir hier noch einige Mittheilungen über den Farbenirrsinn, jene zweite große Hauptabtheilung der Farbenkrankheiten gestattet seyn.

Die erste Art von Farbenirrsinn, die ich untersuchte und zwar zunächst an mir selber, betraf das von mir sogenannte »Violettsehen«¹⁾ in dem hochgradigen Santonrausch, wobei alle Gegenstände, je dunkler sie beleuchtet oder selbst sind, desto violetter aussehen. Hierbei ist es oft mit Violettblindheit, Gelbsehen mit Violettsehen gepaart. Trifft es sich so, dann kann man oft folgenden sprechenden Versuch²⁾ anstellen. »Wer das blaue Ende im Spectrum nicht wahrnimmt, hält eine homogene gelbe Kochsalzflamme durch ein homogenes gelbes Glas besehen für gelb, durch 3 oder 4 solcher gelben Gläser für violett.«

Es folgt hieraus eine vollständige Verkehrung der drei Grundempfindungen bei der Empfindung einer Farbe, der Empfindung für Reinheit, Ton und Stärke der Farbenempfindung.

Dieser Versuch lehrt, daß ein solcher Kranker zwei bestimmte entgegengesetzte complementäre Farben von un-

1) Virchow, Bd. 19, S. 532.

2) Virchow, Bd. 20, S. 278. Charakteristisch schien ein Strontium-spectrum (Fall 45) aus Porpur, Violett und Grün zu bestehen, nach Betrachtung durch ein dunkelblaues Glas nur aus Grün.

gleicher Stärke verwechselt, zwei ungleiche Stärken eines Farbentons für entgegengesetzte Farben hält. Das ist nur ein Beispiel der zahllosen Farbenverwechslungen, die beim Violettschen im Santonrausch vorkommen, aber das charakteristische. Hat man ein Paar verwechselter Farben durch das Maafs bestimmt, so lassen sich die andern daraus im Voraus berechnen, worauf ich hier nur verweisen will ¹⁾).

Früher nannte ich die, welche so Farben in Unzahl systematisch verwechseln, Farbenverwechsler; ich möchte sie lieber sowohl der Kürze halber jetzt farbenirr nennen, als besonders deshalb, weil ja auch Gesunde, je nach der Beleuchtung ebenfalls, wenn auch wenige, mehr noch Farbenblinde Farben verwechseln, und das Charakteristische für die Farbenirren ihnen gegenüber im Herumirren bei der Bezeichnung der Farbe liegt. Es versteht sich, dafs natürlich nicht von *Irrsein*, einem Wahnsinn, die Bezeichnung genommen, sondern von einem irrenden Sinn, was ich wohl kaum zu wiederholen brauche.

Das Chaos von Widersprüchen in den älteren Angaben, ja auch in den allerneuesten, über Mängel des Farbensinns, Farbenblindheit und Daltonismus, erklärt sich theils durch die Untersuchungsmethode, theils aber auch dadurch, dafs man die beiden Hauptkrankheiten nicht unterschieden hat.

Beide können zusammen vorkommen, wie im höchsten Grade des Santonrausches, bei der acuten gelben Leberatrophie, der Nachtblindheit, den angeborenen Farbenkrankheiten. Alle Daltonisten sind farbenirr; nach dem Resultat der oben mitgetheilten Spectraluntersuchung muthmafslich auch alle farbenblind; bis jetzt ist es freilich noch nicht in allen Fällen nachgewiesen.

Wie Hr. M. (und andere ebenso) lehrt, kommt aber auch angeborene Farbenblindheit ohne Farbenirrsinn vor, gerade wie der Santonrausch es oft bei der Gelbsichtigkeit läfst und sich nicht zum Violettschen steigert. Ebenso

1) Virchow Bd. 20, S. 245.

kam es unter fünf Fällen von Farbenkrankheiten nach Leberleiden nur einmal bei dem schnell tödlichen, und dabei nur huschweis zum Farbenirrsinn, die andern ließen es bei der Farbenblindheit (2 Fälle von Icterus catarrhalis, 1 von Hypertrophie der Leber, 1 von Leberkrebs) bewenden. Jedenfalls folgt schon daraus, daß der Farbenirrsinn eine schwerere und bedenklichere Form ist. Weitere Erfahrung muß lehren, ob man beim Icterus wirklich durch die Diagnose der Art der Farbenkrankheit im Voraus die Schwere des Falls bestimmen kann, wie es fast scheint.

Im Allgemeinen kann man den Farbenirrsinn in den einfachen und den vollständigen einteilen. Der Violettseher im Santonrausch ist einfach farbenirr; unter der Unzahl Farben, die er verwechselt ist nur ein complementares Farbenpaar. Dasselbe ist mit *den* Daltonisten der Fall, die ich »ebene«¹⁾ genannt habe, weil sich der ihnen angeborne Farbencomplex gerade so durch eine Ebene darstellen läßt, wie beim Gesunden durch einen Kegel. Verschieden davon sind die Daltonisten, welche ich »lineare« genannt habe, wie z. B. die Herren K.²⁾ L.³⁾ und O., mutmaßlich auch die Nierenkranke, deren Untersuchung unvollständig geblieben ist, lineare, weil sich ihre angeborne Masse von Farben durch eine Linie sinnbildlich darstellen läßt.

Diesen vollständig Farbenirren ist es eigenthümlich, daß ihnen alle complementären Farbenpaare bei einer bestimmten verschiedenen Stärke jedesmal gleich aussehen, den einfach Farbenirren nur ein Paar.

Alle Farbenirren haben das gemeinsam, daß noch nie zwei Kranke ein in Stärke und Ton übereinstimmendes Farbenpaar für gleich gehalten haben.

Ferner hat sich als Gesetz herausgestellt, daß jeder Farbenirre in einem complementären Farbenpaar, daß er gleich sieht, in dieser seiner charakteristischen Farbenglei-

1) Gräfe's Archiv Bd. VII, S. 92.

2) Ibid. 98.

3) Ibid. 99.

chung (einem Farbenstempel) stets für die blaue oder rothe Seite eine schwächere Empfindung hat als für die grüne und gelbe.

Endlich scheint fast die Erfahrung zu lehren, dafs alle Farbenirre Rothseher sind, mit Ausnahme der Violettseher im Santonrausch.

Zur Untersuchung Farbenirrer bediene ich mich meines Farbenmessers, wie er jetzt nach meinen Angaben ¹⁾ zum praktischen Gebrauch (selbst am Krankenbett) geeignet von Hrn. Oertling verfertigt wird. In einem Polarisationsapparat (2 Nicols mit getheilten Kreisen) befindet sich fest ein achromatisches Doppelspathprisma und eine senkrecht zur Axe geschliffene Bergkrystallplatte von $\frac{1}{2}$ Ctm. Dicke. Man sieht dadurch das Bild eines Diaphragma stets doppelt, nebeneinander und complementar gefärbt. Die Farbe hängt von der Stellung des obern Nicol (*O*), der Stärkeunterschied beider Bilder von der des unteren (*U*) ab.

Der Farbenstempel der ebenen Daltonisten giebt in Form einer Gleichung die Ablesungen an beiden Kreistheilungen an, bei denen beide Bilder vollständig ihnen gleich aussehen.

Solche Farbenstempel sind beispielsweise für die Herren

$$\text{A.: } O + 22 = U - 57$$

$$\text{B.: } O + 12 = U \quad 53$$

$$\text{F.: } O + 15 = U \quad 60$$

$$\text{G.: } O + 13 = U \quad 60$$

$$\text{H.: } O + 12 = U \quad 50$$

$$\text{J.: } O + 17 = U \quad 48$$

$$\text{N.: } O + 16 = U \quad 52.$$

Ich brauche kaum zu wiederholen, dafs ich bis jetzt ganz vergeblich einige der Herren confrontirt habe, diefs-

1) Man vergleiche die Abbildung Fig. 6 Taf. I. Ich bin sehr gern auch ferner bereit, durch einen Daltonisten meiner Bekanntschaft die kleine Correction des Instrumentes zu bestimmen, damit dieselben unter sich vergleichbar sind.

mal z. B. F. G. J. (wie schon vor Jahren E. und F.; G., H. und J; C. und M.); nie stimmt eine Gleichung für zwei Kranke.

Während ein Gesunder oder Farbenblinder sich vergeblich bemüht eine solche Farbengleichung zu finden, ist der Farbenirre in einer Minute damit fertig. Von dem gewöhnlichen einfachen unterscheidet sich der vollständig Farbenirre dadurch, daß jener eben nur in einer Stellung eine Gleichheit hat. Diesem kann man den obern Nicol stellen, wie man will; er bringt immer mit Hülfe einer Drehung am untern eine Gleichung zu Stande. Indess nicht umgekehrt, über eine gewisse Helligkeitsdifferenz hinaus darf der untere Stachel nicht gedreht werden.

Beispielsweise stellte ¹⁾ Hr. L. folgende Gleichungen auf:

1.	O — 10	= U — 56½
2.	O — 20	= U — 61
3.	O — 30	= U — 63½
4.	O — 40	= U — 66
5.	O — 50	= U — 58½
6.	O — 60	= U — 52½
7.	O — 70	= U — 46½
8.	O — 80	= U — 36½
9.	O — 90	= U — 32½
10.	O 80 —	= U — 27
11.	O 70 —	= U — 24
12.	O 60 —	= U — 20½
13.	O 50 —	= U — 22½
14.	O 40 —	= U — 29½
15.	O 30 —	= U — 36½
16.	O 20 —	= U — 45

1) Gewöhnlich steht der Farbenmesser so auf dem Fensterbrett, daß der tragende Stamm an seiner rechten Seite sich befindet, um links ablesen zu können. Die dem Beschauer zugewendeten Quadranten nenne ich die positiven. Geht die Marke auf die rechte Seite des Beschauers, so notire ich die Gradzahl der Ablesung rechts (hinter) der Ziffer (z. B. O 24 —).

17.	O	$10 - = U - 50$
18.	O	$0 \pm = U - 57$
19.	O	$10 + = U - 61$
20.	O	$20 + = U - 62\frac{1}{2}$
21.	O	$30 + = U - 64$
22.	O	$40 + = U - 58\frac{1}{2}$
23.	O	$50 + = U - 53\frac{1}{2}$
24.	O	$60 + = U - 49$
25.	O	$70 + = U - 40$
26.	O	$80 + = U - 36$
27.	$O +$	$90 + = U - 30\frac{1}{2}$
28.	$O +$	$80 = U - 25\frac{1}{2}$
29.	$O +$	$70 = U - 21\frac{1}{2}$
30.	$O +$	$60 = U - 19\frac{1}{2}$
31.	$O +$	$50 = U - 20$
32.	$O +$	$40 = U - 24$
33.	$O +$	$30 = U - 30\frac{1}{2}$
34.	$O +$	$20 = U - 38\frac{1}{2}$
35.	$O +$	$10 = U - 45\frac{1}{2}$
36.	$O \pm$	$0 = U - 54\frac{1}{2}$

Und Hr. O.:

37.	$O +$	$30 = U + 34$
38.	$O -$	$0 = U + 57$
39.	$O -$	$30 = U + 57$
40.	$O -$	$60 = U + 45$
41.	$O -$	$90 = U + 31$
42.	O	$60 - = U + 20$
43.	O	$30 - = U + 28$
44.	O	$0 \pm = U + 56\frac{1}{2}; 58\frac{1}{2}$
45.	O	$30 + = U + 67$
46.	O	$60 + = U + 52$
47.	O	$90 + = U + 34$
48.	$O +$	$60 = U + 22$

Hr. K.:

49.	O	$0 \pm = U 42 +$
50.	O	$30 - = U 68 +$
51.	O	$60 - = U 54 +$
52.	O	$90 - = U 43 +$

Man sieht daraus, daß total Farbenirre nicht so exact im Einstellen sind, wie es sonst die einfach Farbenirren machen, muthmaßlich theilweis nur aus einiger Flüchtigkeit, wenn sie von der Untersuchung etwas ermüdet werden, theilweis aber in Folge der Amblyopie und Sehnervenatrophie¹⁾, die wohl stets mit einer so hochgradigen Farbenkrankung verknüpft ist. Es giebt sich hieraus schon deutlich kund, daß die Stellung des unteren Nicol in gewissen Gränzen schwankt.

Danach kann man diese Fälle durch einen Komplex von Gleichungen charakterisiren, der für beide Gränzelstellungen und einen mittlern Werth des unteren Nicol die Resultate angiebt, nämlich z. B. für

$$\text{Hr. L.: } \left\{ \begin{array}{l} U - 30 = O + 89 -; + 32 - \\ U - 45 = O + 16 -; - 72 + \\ U - 60 = O - 6 +; - 44 + \end{array} \right\}$$

$$\text{Hr. O.: } \left\{ \begin{array}{l} U + 30 = O \pm 90 \pm; + 41 - \\ U + 45 = O + 20 -; - 73 + \\ U + 60 = O - 9 +; - 53 + \end{array} \right\}$$

Erinnert man sich nun, daß die Daltonisten zugleich farbenblind, und zwar rothblind und violettblind und beides in verschiedenem Maafsstab zusammen seyn können, so mag man sich allenfalls vorstellen, daß kein Daltonist streng die Farbe so sieht, wie ein anderer, und wie verschiedene Farbenempfindungen derselbe Reiz bei verschiedenen Menschen hervorbringen muß.

Jedenfalls habe ich unter 59 Farbenkranken noch kein Paar gefunden, welches vollständig denselben Farbensinn zeigt.

Unvereinbar ist damit, was sich von selbst versteht und, wie ich schon vor Jahren ausführlich gezeigt¹⁾, auch aus andern Erfahrungen und Gründen folgt, die ganze Young'-

1) Dieselbe ist die Ursach, daß ich noch nicht ganz sicher bin, ob Hr. K. sich vollständig so verhält, wie Hr. L. und O.; indem ich jedesmal von einer weiteren Untersuchung habe abstehen müssen.

2) Cf. Gräfe's Archiv 1860, S. 89 und Virchow's Archiv Bd. 20, S. 282.

sche Farbentheorie mit und ohne Modification, die doch nur drei Arten von Farbenblindheit oder mit Hinzunahme der Combinationen 6 zuläfst.

**V. Ueber die Aenderungen des magnetischen Moments, welche der Zug und das Hindurchleiten eines galvanischen Stroms in einem Stabe von Stahl oder Eisen hervorbringen;
von Dr. E. Villari,**

Professor am Königl. Lyceo zu Pisa.

(Auszugsweise in d. Monatsbericht. d. Berliner Akad. Juli 1865
veröffentlicht.)

Matteucci giebt an¹⁾, dafs wenn man einen Stab von hartem Eisen, der mittelst einer umgebenden Spirale magnetisirt ist, zieht, der Magnetismus des Stabes wächst. Hört der Zug auf, so vermindert sich wiederum der Magnetismus. Stellt man denselben Versuch mit weichem Eisen an, so verhält sich diels nach Matteucci umgekehrt. Ist die magnetisirende Spirale nicht mehr in Thätigkeit, so verursacht eine Ziehung ebenfalls eine Vermehrung des Magnetismus, das Nachlassen eine Verminderung.

Wertheim²⁾ hat die Versuche Matteucci's wiederholt, findet aber die Resultate desselben nur bestätigt, wenn die magnetisirende Spirale in Thätigkeit ist. — Er giebt aber zugleich an, dafs die beobachtete Ablenkung des Galvauometers um so geringer sey, je öfter die Ziehung wiederholt, und jemehr also der Draht gerade gerichtet sey. Es ist ihm daher zweifelhaft, ob bei vollkommen geradem Draht eine Ziehung den Magnetismus des Drahtes ändere.

Da weitere Angaben über diese Sache nicht vorliegen,

1) *Ann. de chim. et de phys. T. LIII, p. 416.*

2) *Ibid. T. L. p. 385.*