

XVII. *Ueber die Haidinger'schen Farbenbüschel;
von Sir David Brewster.*

(*Compt. rend. T. XLVIII, p. 614.*)

Haidinger's schöne Entdeckung der farbigen Büschel oder Sektoren, welche im polarisirten Lichte sichtbar sind und die Polarisationssebene anzeigen, besitzen aus optischem und physiologischen Gesichtspunkt ein großes Interesse. Immer des Glaubens, daß diese Büschel erzeugt werden durch eine eigenthümliche Structur des Auges zwischen der wässerigen Feuchtigkeit und der Sclerotica, konnte ich nie die sinnreiche Erklärung des Hrn. Jamin ¹⁾ annehmen, und wurde dadurch veranlaßt, die Erscheinung sorgfältig zu untersuchen.

Um die Ursache derselben aufzufinden, muß man ihre Größe, Gestalt, Farbe und Lichtstärke bestimmen.

1. Was ihre Größe betrifft, so sagt Hr. Haidinger, daß jeder Büschel einen scheinbaren Durchmesser von etwa 2 Graden habe, was für den Durchmesser zweier derselben 4 Grad giebt. Zahlreiche Messungen, von mir und Anderen angestellt, gaben nie mehr als $4\frac{1}{2}$ Grad.

2. Die Farbenbüschel haben bei verschiedenen Personen nicht gleiches Ansehen. Von Hrn. Moigno sind sie beschrieben, und von Hrn. Haidinger abgebildet als ein Bündel blafsgelber, an ihrem mittleren Theile vereinigter Zweige, die an jeder Seite des schmälsten Theils des Bündels zwei kleine Massen von blauem oder violetterm Lichte zeigen ²⁾. Später indess machte Hr. Moigno eine wichtige Beobachtung, welche Hr. Haidinger beschrieben und abgebildet hat. Er sah blaue Massen oder Sektoren die Mittellinie des Büschels schneiden, welcher in Folge dieser

1) *Compt. rend. T. XXVI, p. 197*, (*Annal. Bd. LXXIV, S. 145*).

2) *Repertoire d'optique moderne p. 1326 et p. 1362, Pogg. Ann. Bd. LXVII. S. 435.*

Zertrennung sich als aus zwei kreisförmigen gelben Räumen bestehend erwies.

Bei den vielen Beobachtungen, welche ich machte, hatten die Sektoren das von Hrn. Haidinger abgebildete Ansehen ¹⁾, d. h. es gab eine gewisse Breite von gelbem Licht in dem schmalen Theil des Bündels von gelben Zweigen, die aber dieses Ansehen *nur in der lothrechten Stellung hatten, d. h. wenn sie senkrecht waren auf der die Augen verbindenden Linie. Winkelrecht auf dieser Stellung bekamen die blauen Sektoren oder Massen die Oberhand über das Gelbe und nahmen die Mitte des gelben Büschels ein.* Drehte man den Kopf, so drehte sich das gelbe Bündel in seinem mittleren Theil ebenfalls und waren immer winkelrecht auf der die Augen verbindenden Linie, während die blauen Massen oder Sektoren immer in dieser Linie waren.

Gezählt vom Mittelpunkt der gelben Sektoren, geht der von jedem derselben gebildete Winkel nicht über 65° , so daß der Winkel der blauen Sektoren für jeden 115° seyn muß.

3. Die Farbe der Sektoren ist ein blasses *Gummigutt-Gelb* und ein *blasses Blau*, eben so lebhaft wie das Gelb.

Nach Hrn. Jamin sind die gelben Sektoren nichts anders als diejenigen Portionen des polarisirten Bündels, welche, wenn die Brechung in oder bei einer gegen die ursprüngliche Polarisationssebene winkelrechten Ebene geschieht, von der Hornhaut und Krystalllinse in reichlicherer Menge gebrochen worden, als wenn sie in oder bei dieser Polarisationssebene geschieht. »Das gebrochene Licht, sagt er, muß also in der Polarisationssebene zwei, im Mittelpunkt durch den Scheitel verbundene und nach dem Umfang hin sich erweiternde dunkle Sektoren (Büschel) zeigen, und winkelrecht darauf zwei *helle* Sektoren von *gleicher* Gestalt«.

Die Farbe dieses Lichts muß ein *schwaches Gelb* seyn, wie ich vor langer Zeit gezeigt habe ²⁾, und Hr. Jamin sieht in diesem *gelben* Lichte die Ursache der *gelben* Sektoren,

1) Pogg. Ann. Bd. LXXVII, Taf. II Fig. 4.

2) Phil. Trans. 1815, p. 152, Prop. XXV.

während er die beiden *dunklen* Sektoren als durch bloßen Contrast *gebläut* annimmt. Um diese Erklärung zu prüfen, müssen wir erwähnen, daß Hr. Zokalski, Augenarzt in Paris, vier Personen gesehen hat, denen man die Krystalllinse ausgenommen hatte und die dennoch das Phänomen der farbigen Sektoren wahrnahmen. Hieraus folgt, da die innere Oberfläche der Hornhaut wegen ihrer Berührung mit der wässerigen Flüssigkeit ein sehr schwaches Brechvermögen hat, daß die Haidinger'schen Sektoren, nach der Hypothese des Hrn. Jamin, alleinig durch Wirkung der Vorderfläche dieser Membran hervorgebracht werden müssen.

So sinnreich diese Erklärung auch ist, so unterliegt sie doch folgenden Einwürfen:

1. Die Größe der Sektoren variirt nicht wie sie es müßte mit der Oeffnung der Pupille und der Area des polarisirten Bündels.

2. Die gelben Sektoren müßten bei jeder Lage des Auges und des polarisirenden Prismas eine gleiche Gestalt haben in gesunden Hornhäuten; allein in dem Auge des Hrn. Moigno durchsetzen die dunklen Sektoren das Centrum, und bei meinen Beobachtungen variirt das Phänomen, wie gesagt, nach der Bewegung des Kopfes und des Polarisors.

3. Die gelbe Farbe des Sectors ist nicht die, welche durch Brechung des polarisirten Lichts hervorgebracht wird. Die Farbe desselben ist das Gelb zweiter Ordnung der Newton'schen Scale. Wenn aber die Farbe dieselbe wäre, so könnte eine einfache oder selbst eine mehrfache Brechung unter dem Winkel, unter welchem die Brechung in der Hornhaut geschieht, eine sichtbare Farbe nicht erzeugen.

4. Da die *blauen* Sektoren, nach Hrn. Jamin, hell sind und gewiß eben so hell wie die *gelben*, so ist es unmöglich, daß ihre Farbe eine Wirkung des Contrastes sey. Ich habe mit hellen und dunklen Sektoren von verschiedenen relativen Intensitäten viele Versuche gemacht und nichts wahrnehmen können, was den *blauen* Sektoren ähnelte.

5. Wenn die Sektoren durch Refraction hervorgebracht

würden, so müßte die Winkelgröße der gelben Sectors über 65° hinausgehen und selbst die der dunklen Sectors übertreffen. Ich habe dieses Resultat durch einen directen Versuch auf die Probe gestellt, indem ich polarisirtes Licht durch verschiedene Combinationen von sehr kleinen und sehr concaven Glasflächen gehen liefs; selbst als diese Flächen sehr zahlreich waren, waren die hellen Sectors viel größer als die dunklen.

6. Wenn die gelben Sectors durch bloße Brechung in der Hornhaut erzeugt würden, müßte ihre Farbe verstärkt werden, sobald man vor das Auge eine große Anzahl concaver oder convexer Flächen, wie die Hornhaut stellte. Ich habe diesen Versuch gemacht, allein er bewirkt keine Veränderung in der Gestalt oder Intensität der Sectors.

Da diese Frage eine rein experimentelle ist, so habe ich mich bemüht, ein von den vorstehenden Beobachtungen unabhängiges *Experimentum crucis* aufzufinden. Die beiden folgenden Versuche scheinen mir diesen Charakter zu besitzen.

1. Wenn man das polarisirte Licht, statt es durch die ganze Oeffnung der Pupille gehen zu lassen, durch ein Nadel-Loch von $\frac{1}{30}$ oder $\frac{1}{60}$ Zoll Durchmesser betrachtet, so bewahren die Sectors dieselbe Gestalt und dieselbe Größe (nur sind sie etwas schwächer), wie bei ganz freiem Eintritt in die Pupille.

2. Betrachtet man es durch eine schmale Spalte, welche eine hinreichende Lichtmenge durchläßt, und giebt nun dieser eine drehende Bewegung vor der Hornhaut, damit man die Farbenbüschel untersuchen könne, wenn sie von einem unter allen möglichen Azimuten einfallenden Lichte herrühren, so findet man, daß die Sectors weder Gestalt noch Größe ändern; sie können also nicht durch die Brechungen hervorgebracht werden, die auf der Hornhaut in allen Azimuten vorgehen.

Sind diese Ansichten richtig, so folgt, daß der Theil, welcher die farbigen Sectors erzeugt, am Ende der optischen Axe des Auges existiren muß, und zwar in der Re-

tina zwischen der Glasflüssigkeit und der Sclerotica. Das Daseyn einer solchen Membran kann nur von den Anatomen nachgewiesen werden, und die wahre Ursache der Farbenbüschel läßt sich nicht eher auffinden als bis die wahre Structur der Netzhaut besser gekannt ist. Die Abbildungen der Netzhaut, durch HH. Brücke und Kölliker, und die des *foramen centrale* durch Sömmerring zeigen, dafs keine Combination von polarisirenden und brechenden Flächen die optischen Phänomene erklären kann; allein in den neueren Zergliederungen, welche Hr. Nunneley zu Leeds vor einigen Monaten in seinem *Treatise on the organs of vision* (Plate I, Fig. 19) veröffentlicht hat, finden sich offenbare Spuren einer solchen Structur.

Ich habe vorlängst durch entscheidende Versuche gezeigt, dafs es in der Netzhaut einen Theil giebt, welcher den Sektoren entspricht und genau dieselbe Winkelgröfse wie sie besitzt, für das Licht empfindlicher ist als der Rest der Netzhaut und einen dunkelrothen Fleck von $4\frac{1}{2}$ Grad Durchmesser bildet. Diese Eigenschaft muß ein Resultat der Structur seyn, und wenn wir annehmen, dieser Fleck sey mit einer polarisirenden Membran bekleidet oder habe selbst eine solche Structur, so ist zur Erklärung des Phänomens nichts weiter nöthig als eine gewisse mit Polarisation begleitete Anzahl von Refractionen, wie die, welche in der Hornhaut oder einer gewissen Anzahl convexer oder concaver Flächen stattfinden. Nun ist ein merkwürdiges Factum bei Hrn. Nunneley's Zeichnung des *foramen centrale* der Netzhaut, dafs es Anzeichen einer solchen Structur giebt, und da diese Haut aus acht Schichten von verschiedener Structur besteht, so ist also wahrscheinlich, dafs die darin stattfindenden Refractionen, wie schwach sie auch seyen, hinreichend sind, um die optischen Erscheinungen hervorzubringen, mit denen wir uns hier beschäftigen.
