

XLVII.

Zur objectiven Erklärung einiger sogenannten subjectiven Gesichterscheinungen.

[*Wiener akad. Sitzungsber.*, XLIII. Bd. 1861 u. *Moleschott's Untersuchungen*, VIII. Bd.]

1. Die elliptischen Lichtstreifen.

Schon PURKYNÈ beschreibt in seinen »Beobachtungen und Versuchen zur Physiologie der Sinne«, Bd. II. Berlin 1825, S. 74 unter dem Namen der »elliptischen Lichtstreifen« eine zarte Lichterscheinung, welche entsteht, wenn man im Finstern das Bild einer kleinen leuchtenden Fläche nahe bei deren Axenpunkt und nach aussen von demselben auf die Netzhaut fallen lässt.

»Um die Beobachtung gehörig zu verlängern«, heisst es l. c., »schnitt ich von Zündschwamm einen langen dünnen Streifen und liess ihn in der Dunkelheit abglimmen. Nun konnte ich das Phänomen bequem und in seinem ganzen Umfange beobachten. Das Bild des verglimmenden Schwammes darf nicht genau im Axenpunkt des Auges liegen, sondern nahe daneben nach innen auf der Retina, also nach aussen vom Axenpunkt. Cz. . Man erblickt sogleich beim ersten Hinsehen, wo der Eindruck auf's Auge am lebhaftesten ist, von dem oberen und unteren Umfange des leuchtenden Bildes zwei elliptische Streifen, erst breiter, dann dünner werdend, auf- und abwärts und quer nach aussen gleich einem liegenden Hörnerpaare gebogen, und mit den äussersten Spitzen nahe an der Eintrittsstelle des Gesichtsnerven sich beinahe berührend. Die elliptischen Schenkel dieser Streifen sind nach oben und unten beweglich, so dass sich der innere Raum, den sie einschliessen, erweitert oder verengert. Wie man den Axenpunkt des Auges aus der Nähe des leuchtenden Bildes mehr gegen den Mittelpunkt des inneren Raumes der Ellipse rückt, so öffnen sich die Hörner derselben und nähern sich der Gestalt des Kreises: wird hingegen das

leuchtende Bild bis nahe an den Axengrund gebracht, so treten die Hörner der Ellipse immer näher zusammen, und über ihren inneren Raum wird ein mattes Licht verbreitet« »Bewegt man den Schwamm abwechselnd etwas nach oben oder nach unten, so wird beim Hinaufrücken der obere, beim Hinabrücken der untere Streifen sichtbar. Man kann die Figur dadurch bemerkbarer machen, dass man den Schwamm in einem kurzen Intervalle schnell auf und nieder bewegt. Die scheinbare Grösse und Kleinheit der Figur hängt übrigens wie bei allen Spectris davon ab, wie weit man sie in den äusseren Raum projicirt; daher wird sie bei Entfernung des Schwammes vom Auge grösser, bei Näherung desselben kleiner. Das Licht dieser Streifen ist matt lichtbläulich.«

»Wenn man den Versuch etwas länger (20 — 30 Secunden) fortsetzt, ohne das Auge durch Wechsel mit Finsterniss ausruhen zu lassen, so wird man unfähig, die Erscheinung ferner zu bemerken, bis sich die Empfindlichkeit durch Schliessen der Augenlider wieder sammelt. Die Bemerkbarkeit derselben hängt auch von dem Grade der Leuchtung ab. So oft der mit Salpeter gebeizte Schwamm stärker aufglimmte, oder sanft angeblasen wurde, erschien die Figur deutlicher und wurde wieder schwächer oder verschwand bei geringerer Leuchtung. Im Gegentheile macht eine höhere Leuchtung ihrer Sichtbarkeit schon insofern Eintrag, als sie entweder die im Hintergrunde liegenden Gegenstände mit beleuchtet, oder das so äusserst schwache Licht durch die stärkere Lichtempfindung verdrängt.«

»Eine wesentliche Bedingung zur Erscheinung der Ellipse ist eine bestimmte Kleinheit des Lichtbildes, indem sie bei einer breiteren Flamme nicht mehr bemerkbar ist. Das Lichtbild muss so viel möglich nur ein Element der Linie selbst sein, es muss die Aufmerksamkeit concentrirt erhalten, ohne sie auf einer grossen Fläche zu zerstreuen. Aber auch die Kleinheit hat ihre Grenze, indem mit dem Kleinerwerden des Lichtbildes auch der Grad der Leuchtung vermindert wird.«

»Dass diese Ellipse mit einer constanten organischen Bildung im Inneren des Auges in Verbindung steht, dass ihre Erzeugungsstelle zwischen der Eintrittsstelle des Sehnerven und dem Axenpunkt der Retina ihren Sitz hat, wird auch Niemand bestreiten, der einmal sich die Mühe nahm, die Erscheinung mit Deutlichkeit vor den Sinn zu bringen.«

Ich kann nach vielfältigen eigenen und fremden Beobachtungen die Exactheit dieser Angaben vollkommen bestätigen. Statt des Zündschwammes bediente ich mich mit gleichem Erfolge dünner Stengel

von Sprengkohle; und um auch mit anderen Lichtquellen und Farben bequem experimentiren zu können, liess ich mir eine hinreichend weite, innen matt geschwärzte Röhre aus Pappe anfertigen, an deren offenes Ende das Auge angelegt wurde, während in dem Boden des verschlossenen anderen Endes ein kleines Löchelchen angebracht war, durch welches verschiedenfarbiges, von den verschiedensten Quellen ausströmendes Licht einfallen konnte.

Es kommt viel darauf an, dass das Auge durch diese Vorrichtung in möglichst vollständige Finsterniss versetzt wird, und ausser durch das Löchelchen, weder von aussen, noch von innen durch Reflex an den Wänden Licht in's Auge dringt.

Was nun die constante organische Bildung im Inneren des Auges betrifft, welche die Entstehung der elliptischen Lichtstreifen erklären soll, so fand ich dieselbe in der eigenthümlichen, durch die neueren histologischen Untersuchungen über die Netzhaut aufgedeckten Anordnung der Sehnervenfasern um den gelben Fleck herum.

Kürzlich theilte mir PURKYNÈ, als ich ihm meine Ansicht vortrug, mit, dass auch er bereits an den Verlauf der Opticusfasern in jener Gegend gedacht habe.

Meine nachstehende Auseinandersetzung dürfte jeden Zweifel hierüber beseitigen.

Am gelben Fleck geht bekanntlich nur ein kleiner Theil Opticusfasern in geradem Verlauf gegen das innere Ende desselben, während der andere viel grössere, theils um die seitlichen Theile und das äussere Ende zu erreichen, theils um die in der Gegend des gelben Fleckes entstandene Lücke zu umgreifen — je weiter nach aussen, um so grössere Bogen beschreibt.

Nach aussen vom gelben Fleck convergiren die bogenförmig gekrümmten Fasern gegen eine gerade Linie oder Raphe, und nehmen erst in einer kleinen Entfernung vom äusseren Winkel des gelben Fleckes, indem sie sich nach und nach strecken, endlich wieder einen geraden Lauf an. (Vgl. KÖLLIKER'S Handb. der Gewebe. 2. Auflage, Fig. 319, S. 639.)

Diese Raphe und der äussere Winkel des gelben Fleckes sind die Netzhautstelle, auf welche das Bild der kleinen leuchtenden Fläche fallen muss und wirklich fällt, wenn die elliptischen Lichtstreifen entstehen sollen; und die eigenthümliche Dispersion des Lichtes an den bogenförmig verlaufenden Opticusfasern ist es, welche ihre Entstehung bedingt.

An einem aus feinen glänzenden Kupferdrähten — wenn auch etwas roh nachgebildeten Schema des Opticusfasernverlaufes der frag-

lichen Gegend wurde im Finstern, durch locale Erleuchtung der Convergenzlinie vermittelt Sprengkohle, der bogenförmige Verlauf der Drähte glänzend erleuchtet.

Eine gekrümmte Thermometerröhre, welche auf ein Blatt Papier gelegt worden war, erzeugte einen durch das Papier hindurchschimmernden bogenförmigen Lichtstreif, als eines ihrer Enden im Finstern durch Sprengkohle erleuchtet wurde.

Dass etwas Aehnliches (vielleicht mit Fluorescenzerscheinungen complicirt) im Auge stattfindet, ergibt sich aus der vollkommen übereinstimmenden Form der elliptischen Lichtstreifen mit dem bogenförmigen Verlauf der Opticusfasern; indem die ersteren nicht nur mit ihren Spitzen genau gegen den Mittelpunkt der Eintrittsstelle des Opticus sich zusammenneigen und verlieren, sondern auch gerade so wie die daselbst von den Opticusfasern beschriebenen Bogen um so flacher gekrümmt erscheinen, je näher das Bild der leuchtenden Fläche der *Fovea centralis* rückt.

Den beiden elliptischen Lichtstreifen entspricht also ein objectives Lichtbild, welches auf der lichtempfindenden Netzhautfläche in Folge der eigenthümlichen, möglicherweise mit Fluorescenzerscheinungen complicirten Dispersion des Lichtes von den bogenförmig verlaufenden Opticusfasern entworfen wird.

Warum die Opticusfasern gerade nur, wenn sie von der bezeichneten Stelle aus beleuchtet werden, ihrem Verlauf entsprechende Lichtstreifen erzeugen und entoptisch sichtbar werden, mag damit zusammenhängen, dass sie eben nur an jener Stelle einen stark convergenten und gekrümmten Verlauf besitzen.

Vielleicht auch ist diese Netzhautregion durch ihre höhere Erregbarkeit und durch das Verhältniss der relativen Dicke ihrer Schichten der Dispersion des Lichtes und der Wahrnehmung derselben besonders günstig.

In dieser Beziehung ist der bereits von PURKYNĚ hervorgehobene Umstand zu erwähnen, dass bei der beschriebenen Erscheinung noch ein Lichthof um das Bild der leuchtenden Fläche existirt, mit dem die elliptischen Streifen in unmittelbarem Zusammenhange stehen. Fällt das Bild auf andere Netzhautstellen, so wird ein solcher Lichthof gar nicht, oder doch nicht so leicht wahrgenommen.

Hat man sich eine der oben beschriebenen Röhre ähnliche Vorrichtung besorgt, so kann man, wie gesagt, mit den verschiedensten Lichtquellen experimentiren. Wendet man z. B. neutrales hellgraues Licht an, so erscheinen die Bogenstreifen und der Lichthof, so lange keine Blendungsercheinungen eintreten, ebenfalls farblos. Fällt hin-

gegen farbiges Licht ein, so nehmen dieselben meist eine zarte Färbung an, welche jedoch niemals jene des einfallenden Lichtes ist. Diese subjective Färbung des matten graulichen Lichtscheines dürfte sich zum Theil aus einer Contrastwirkung oder Verstimmung des Sensoriums erklären, welche unter diesen Umständen gar nicht ausbleiben kann. (Vgl. BRÜCKE's Untersuchungen über subjective Farben. Denkschriften der kais. Akademie. Bd. III, 1851.)

2. Die Lichtschattenfigur.

Seit ich die PURKYNÈ'sche »Lichtschattenfigur« als eine entoptische Erscheinung erkannt hatte, welche mit den Elementen der *Membrana Jacobi retinae* in Beziehung stehen müsse, war ich vielfach bemüht, mir eine plausible Vorstellung über den eigentlichen Vorgang bei ihrer Erzeugung zu machen.

Wenn ich jetzt auf diesen Gegenstand zurückkomme, so geschieht dies, weil ich einerseits den Schlüssel zur Erklärung wenigstens eines Theiles dieser Erscheinung endlich gefunden zu haben glaube, und weil mir andererseits die ganze Frage, deren vollständige Lösung mancherlei Aufschlüsse und Fingerzeige für die Anatomie und Physiologie der Netzhaut verspricht (und von ihnen zu erwarten hat) der allgemeineren Aufmerksamkeit werth zu sein scheint.

Zunächst will ich daran erinnern, dass ich von der in PURKYNÈ's »Beiträgen« Bd. I, S. 10. beschriebenen, mehr unbestimmten »Lichtschattenfigur«, welche aus »primären« und »secundären« Gestalten besteht, jene unter gewissen Umständen im Bereiche des gelben Fleckes scharf und bestimmt hervortretende, dichte Mosaik von blassen, durch hellglänzende feine Linien abgegrenzten rundlichen Scheibchen, welche ich l. c. genauer beschrieben habe, unterscheide. Diese Mosaik kann auch nicht mit den von PURKYNÈ erwähnten »Sechsecken« identisch sein.

Die sogenannte primäre Erscheinung der PURKYNÈ'schen Lichtschattenfigur besteht in einer schachbretartigen, gegen die Peripherie sich vergrößernden Würfelung des ganzen Sehfeldes.

Sie kann am bequemsten zur Anschauung gebracht werden, wenn man durch die Löcher oder Spalten einer rasch rotirenden Pappscheibe nach dem gleichmässig umwölkten Himmel sieht.

Trotz des vollkommen neutralen Lichtes der hellgrauen Wolken nehmen die schattigen Stellen der Lichtschattenfigur leicht eine subjective violette Färbung an. Lässt man das Wolkenlicht durch far-

bige Glastafeln gehen, so treten mitunter prächtige complementäre Farben in der Lichtschattenfigur auf.

Die sogenannten »secundären« Gestalten, welche PURKYNĚ mit dem Namen »Achtstrahl«, »Schneckenrechteck« etc. bezeichnet, bilden sich in unbestimmter Folge auf dem gewürfelten Hintergrunde und gleichsam aus den Elementen desselben.

Sie treten, wie PURKYNĚ angiebt, am leichtesten auf, wenn man vor den geschlossenen, von der Sonne beschienenen Augenlidern mit den aus einander gehaltenen Fingern der Hand rasch hin und her fährt.

Der Schlüssel zur Erklärung dieser primären und secundären Erscheinungen dürfte sich nun, wie ich gleich weiter ausführen werde, in einem durch BERGMANN angeregten Gesichtspunkt gefunden haben; dagegen scheint mir dieselbe Vorstellung zur Erklärung der mit solcher Schärfe in meinem Auge auftretenden Mosaik von hell und scharf contourirten matten Scheibchen aus mancherlei Gründen nicht völlig auszureichen.

BERGMANN hat bekanntlich (Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. II, 1858) die merkwürdigen Täuschungen, welche fast constant bei der Betrachtung seiner Gittertäfelchen aus grösserer Entfernung entstehen — nämlich dass man die Richtung der Gitterstäbe z. B. gerade senkrecht gegen die wirkliche deutlich zu sehen meint, oder wohl auch das ganze parallel gestreifte Täfelchen für schachbretartig oder sechseckig gefeldert hält — sehr glücklich aus der wahrscheinlichen Anordnung der Zapfen am gelben Fleck, und unter der Voraussetzung, dass ein Zapfen eine Scheinheit repräsentire, zu erklären vermocht.

Dieselbe Betrachtung hat HELMHOLTZ zur Erklärung der schon von PURKYNĚ bemerkten Verwandlung paralleler gerader Linien in wellenförmige etc. benützt (KARSTEN's Encyclop. Bd. I, S. 217), und ich werde sie jetzt für die angegebenen Erscheinungen zu verwerthen suchen.

BERGMANN sagt l. c. S. 100:

»Da die Zapfen im Allgemeinen im Querschnitte hexagonal erscheinen, da einander benachbarte Zapfen ebenfalls im Allgemeinen in der *Fovea centralis* keine merklichen Grössenunterschiede darbieten, und da endlich die Krümmung der Augenhäute im Verhältniss zu den sehr kleinen Zapfen als unbeträchtlich erscheint, so wird es erlaubt sein, versuchsweise die Vorstellung grundlegend zu machen, dass die Zapfen (in kleineren Gruppen) so neben einander geordnet sind, wie regelmässige gleichseitige, unter einander gleich grosse Sechsecke auf ebener Fläche zu gänzlicher Erfüllung des Raumes ge-

ordnet sein müssen; ähnlich wie die Zellen des Bienenstocks sich im Querschnitte zeigen «.

»Sechsecke, welche auf solche Weise in eine Ebene geordnet sind, bilden in drei Richtungen, welche sich unter Winkeln von 60° schneiden, Reihen mit einander. Innerhalb jeder dieser Reihen hat ein jedes Sechseck einen grössten Durchmesser da, wo in den anstossenden Parallelreihen je zwei Sechsecke sich berühren und am schmalsten sind. Man denke sich auf eine mit solchen Sechsecken gefüllte Tafel ein Gitter gelegt, dessen Stäbe irgend eine der drei Reihen unter rechtem Winkel kreuzen «.

»Welches wird nun die Vertheilung der Bilder der Gitterstäbe auf den Sechsecken sein, z. B. unter der Voraussetzung, dass jeder Gitterstab die halbe Breite eines Sechseckes bedecke und die Distanzen der Stäbe eben dieselbe Breite haben? «

»Wir können unter diesen Voraussetzungen das Gitter so auf die Sechsecke legen, dass ein jedes derselben zur einen Hälfte einem Stabe, zur anderen einem Zwischenraume entspricht. Setzen wir ein so auf den Zapfen entworfenes Netzhautbild weisser und schwarzer Striche, so erhalten wir als Resultat eine völlig homogene Mischung, eine ungeflechte graue Fläche. Verschieben wir dagegen das Gitter auf den Sechsecken um ein Viertel der Breite der Sechsecke, so wird das Resultat ein ganz anderes. Jetzt sind die Sechsecke je in einer Reihe von den Stäben, in der anderen von den Zwischenräumen mehr bedeckt, und zwar im Verhältnisse von 7 zu 5. Also: es würde eine Reihe der Zapfen eine gleichmässige Mischung von sieben Theilen Schwarz und fünf Theilen Weiss erhalten, die nächste sieben Theile Weiss und fünf Theile Schwarz, eine dritte sich wie die erste, die vierte sich wie die zweite verhalten. Diese Reihen liegen rechtwinklig gegen die Bilder der Striche «.

»Es ist dabei zugleich fast nothwendig gegeben, dass solche Wahrnehmungen sehr flüchtig sein müssen, da eine Bewegung der Netzhautfläche um ein Viertel eines Zapfendurchmessers hinreicht, die Erscheinung wechselnd hellgrauer und dunkelgrauer Striche aus rein grauem Felde hervortreten und wieder in dasselbe verschwinden zu lassen «.

»Es ist ferner leicht einzusehen, dass eine solche Erscheinung nicht nothwendig an eine ganz bestimmte Entfernung gebunden sei. Es kann die Entfernung — oder das Verhältniss der Breite der Striche zur Breite der Sechsecke — sich etwas ändern und noch immer können hellgraue und dunkelgraue Striche gesehen werden, rechtwinklig gegen die Richtung der objectiv vorhandenen gelegen. Nur würde man,

wenn ein solches Bild überhaupt scharf genug erschiene, um so analysirt werden zu können, jeden Strich allmählich seiner Länge nach aus der einen in die andere Nüance übergehen sehen und jedesmal, wo ein Strich seine lichteste Stelle hätte, würden die benachbarten am dunkelsten sein, und umgekehrt».

BERGMANN hat einen solchen Fall l. c. S. 102 durch ein in Zahlen ausgeführtes Beispiel belegt. Die Breite der Stäbe und Zwischenräume war nicht gleich der Hälfte des Durchmesser eines Sechseckes angenommen, sondern jeder Stab (und jeder Zwischenraum) deckte $\frac{17}{32}$ eines Sechseckes, so dass also auf einer Reihe von siebzehn Sechsecken sechszehnmal Weiss und sechszehnmal Schwarz abwechselnd sich abbilden musste.

Aus der Rechnung ergab sich, dass unter den gemachten Voraussetzungen dunklere und hellere Stellen entstehen müssen, welche sowohl nach Länge als quer mit einander abwechseln.

Hiermit erscheint mir nun im Allgemeinen das Räthsel gelöst, wie die musivisch angeordneten lichtempfindenden Elemente der Zapfen- und Stäbchenschicht die primären schachbretartigen Felderchen der Lichtschattenfigur zu erzeugen im Stande sind, wenn sie durch die Spalten der rotirenden Pappscheibe im Vorübergleiten erhellt werden.

An der linearen Lichtschattengrenze der Spalten muss nämlich nothwendigerweise eine ungleichmässige Vertheilung des Lichtes in den nach BRÜCKE katoptrisch und lichtsondernd wirkenden Elementen der Zapfen- und Stäbchenschicht, nach einem bestimmten mit ihrer Anordnung zusammenhängenden Gesetze, objectiv stattfinden.

Bei dem Fortgleiten der hellen Spaltenbilder über die Retina muss sich ferner diese objective ungleichmässige Vertheilung von Hell und Dunkel über das ganze Sehfeld verbreiten; und, indem die Lichteindrücke eine messbare Zeit nachwirken, so wird endlich, je nach der Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe, der Breite und Anzahl der Spalten etc., ein Beharrungszustand erzeugt, durch welchen diese objectiven Erhellungs-differenzen subjectiv zur Wahrnehmung kommen.

Eine Anwendung der von BERGMANN erörterten Verhältnisse auf unseren Fall darf man sich um so eher erlauben, als eine mit Spalten versehene rotirende Scheibe gewissermaassen auch als ein Gitter von dunklen und hellen Streifen, deren Breite von der Breite und Anzahl der Spalten und von der Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe abhängt, betrachtet werden kann.

So wie die von BERGMANN erörterten Consequenzen nur für Gitter von ganz bestimmten relativen Dimensionen gelten, eben so treten die primären Felderchen der Lichtschattenfigur nur bei einer bestimmten Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe auf.

Ich habe gefunden, dass man eine Scheibe mit weniger Spalten im Allgemeinen schneller drehen müsse als eine solche mit mehr Spalten, um die Erscheinung zu erzeugen, und dass, wenn man eine und dieselbe Scheibe in zu schnelle und zu langsame Rotation versetzt, keine Spur derselben zu Stande kommt. Im ersten Falle erscheint das Gesichtsfeld als eine ungefleckte graue Fläche, im zweiten Falle sieht man einfach den Ortswechsel der durchbrochenen und undurchbrochenen Stellen der vor den Augen rotirenden Scheibe.

Ausser der eben gegebenen allgemeinen Erklärung, warum bei der bekannten Nachdauer des Lichteindruckes eine mit Spalten versehene, mit bestimmter Geschwindigkeit rotirende Pappscheibe, ähnlich dem feinen BERGMANN'schen Gitter aus weissen und schwarzen Stäben, eine objective, gruppenweise wechselnde Vertheilung von Hell und Dunkel in den musivisch angeordneten Elementen der Zapfen-Stäbchenschicht bedingen könne und müsse, lässt sich für jetzt wohl keine speciellere Ableitung der primären Erscheinung der Lichtschattenfigur geben.

Namentlich dürfte es bei der Unkenntniss der speciellen Anordnung und Form der lichtempfindenden Seheinheiten nicht leicht möglich sein zu deduciren, warum die primären Formen der Lichtschattenfigur gerade als viereckige Felderchen imponiren.

Gerade in dieser Richtung liegt aber für die weitere Forschung eine in anatomisch-physiologischer Beziehung wichtige und interessante Aufgabe, welche der »Lichtschattenfigur« eine unverkennbare wissenschaftliche Bedeutung sichern und dieselbe vor der Gefahr, wieder in Vergessenheit zu gerathen, schützen dürfte.

Eine genauere Ableitung des Details dieser Erscheinung scheint namentlich einige Anhaltspunkte zur Entscheidung der offenen Frage zu versprechen, ob die Zapfen allein oder zum Theil auch die Stäbchen die eigentlichen lichtempfindenden Elemente und Seheinheiten der Retina sind?

Dass aber die angedeutete objective Erklärung wesentlich richtig sei und, dass die Erscheinung nicht etwa auf einem rein subjectiven, durch den raschen bloss zeitlichen Wechsel von Erhellung und Verdunkelung der »Sehsinnssubstanz« hervorgerufenen Vorgang beruhe, wird wohl von Niemandem mehr bezweifelt werden.

Dafür spricht auch noch der Umstand, dass weder ich, noch mein Freund Prof. PIERRE und sein Assistent Herr LIPPICH eine Spur der primären Lichtschattenfigur bemerken konnten, als wir im Finstern eine mattgeschliffene Glastafel betrachteten, welche durch glänzende elektrische Funken in raschen Unterbrechungen hell erleuchtet wurde.

Freilich hat PURKYNĚ Fragmente des primären Würfelfeldes unter den verschiedensten Bedingungen — beim Druck auf's Auge, beim gehemmten Blutverlauf, in nervösen Zuständen etc. — beobachtet und ich habe an mir selbst ähnliche Erfahrungen gemacht, allein ich bin weit entfernt zu glauben, dass sich hierauf irgend ein stichhaltiger Einwand gegen den obigen Erklärungsversuch gründen lässt, indem in diesen Fällen offenbar ganz andere Bedingungen in's Spiel kommen und überdies die Erscheinung mit der Lichtschattenfigur selbst nicht vollkommen identisch ist.

Was die sogenannten secundären Gestalten der Lichtschattenfigur betrifft, so kann man dieselben mit PURKYNĚ auf die Grunderscheinung der primären Würfelfelder zurückführen. PURKYNĚ sagt l. c. S. 19: »Je nachdem nämlich verschiedene Reihen von diesen auf der einen oder der anderen, oder an beiden Seiten zugleich heller sind, bilden sie auch verschiedene Linien, die dann in ihrer Relation gegen einander die secundären Figuren geben. Jedoch sind jene zuerst beschriebenen der Achtstrahl, das Schneckenrechteck bei mir am beständigsten. Dass sie bei Anderen ganz verschieden aussehen mögen, bin ich sehr geneigt zu glauben und ich meine, dass es vorzüglich von der synthesirenden Thätigkeit des Sinnes abhängt, welche Reihen aufgefasst und zur Einheit verbunden werden, und dass wenn mehrere Reihen nach denselben räumlichen Verhältnissen öfters verbunden worden, eine Geneigtheit zurückbleibt, dieselben wieder leichter heraus zu finden.

Immerhin bleibt es fraglich, ob man nicht später vielleicht in der Anordnung der Elemente der Stäbchen-Zapfenschicht objective Anhaltspunkte zur Erklärung der secundären Figuren entdecken wird.

Für einigermaassen verschieden von den erörterten primären und secundären Gestalten der PURKYNĚ'schen Lichtschattenfigur muss ich vorläufig, wie gesagt, die von mir beschriebene Mosaik von Scheibchen erklären, welche unter ähnlichen Umständen wie jene, beiläufig im Bereiche des gelben Fleckes auftritt.

Diese Mosaik sehe ich nämlich mitunter mit einer solchen Schärfe und Bestimmtheit, dass ich mich der Vorstellung nicht erwehren kann, es handle sich dabei nicht wie dort um eine bloss unbestimmt begrenzte, gruppenweise wechselnde Vertheilung von Licht und Schatten

in den Elementen der Zapfen-Stäbchenschicht, sondern um ein treues vergrössertes Abbild der einzelnen, mosaikartig angeordneten Zapfen oder »Zapfenstäbchen« selbst.

Als objectiv vergrössert müsste man aber dieses Abbild ansehen, weil die einzelnen Scheibchen unzweifelhaft unter einem sehr merklich grösseren Gesichtswinkel erscheinen, als dem Durchmesser der Zapfen oder Zapfenstäbchen entspricht, und weil die Anzahl der Scheibchen auf der Flächeneinheit offenbar geringer ist als die wirkliche der genannten Elemente.

Hält man diese Vorstellung fest, so ist es vorläufig nicht möglich eine plausible Erklärung von der Entstehung dieser Mosaik zu geben.

Dem wenn man sich auch recht gut denken kann, dass sich unter den von BRÜCKE mit so vielem Scharfsinn aufgedeckten katoptrischen Verhältnissen der Stäbchenschicht in den stark lichtbrechenden, in eine weniger stark lichtbrechende Substanz eingebetteten Zapfenstäbchen oder Zapfen leicht eine kreisförmige, helleuchtende Caustica bilden könnte, so sieht man doch nicht recht ein, wie hierdurch ein vergrössertes mosaikartiges Abbild einer ganzen Gruppe dieser Elemente entstehen sollte.

Mag dem sein wie ihm wolle, immerhin glaube ich durch die vorliegende Mittheilung einen kleinen Beitrag zur Physiologie der Netzhaut geliefert und die besprochenen Erscheinungen der Aufmerksamkeit hinreichend empfohlen zu haben.