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

Ueber den Gang der Lichtstrahlen im Auge.

Von Fr. Burckhardt.

(Vorgetragen den 24. Januar 1855.)

Das genaue Studium des Auges bietet ganz besondere Schwierigkeiten, und doch ist es gerade dieses Organ, durch welches die mannigfaltigsten und wichtigsten Beziehungen unseres inneren Wesens zur Aussenwelt vermittelt werden, mithin ist die genaue Kenntniss desselben von besonderem Interesse. Meine schwachen Kräfte und die mir nur sehr karg zugemessene Zeit erlauben mir leider nur sehr wenig zu dieser Kenntniss beizutragen. Mögen Sie daher der kurzen Untersuchung, über welche Sie mir heute zu berichten gestatten, die den Umständen entsprechende Nachsicht angedeihen lassen. Das Interesse, das Sie meinen bescheidenen frühern Versuchen haben zu Theil werden lassen, ermuthigt mich, Ihre Güte noch einmal in Anspruch zu nehmen.

Der Gang der Lichtstrahlen im Auge ist abhängig von der Natur der Oberflächen und der Mittel, durch welche die Strahlen gehen müssen. Sie müssen für ein normales Auge so beschaffen sein, dass die auf dem empfindenden Theile der Netzhaut sich abspiegelnden Bilder, deutlich und scharf begrenzt sind; und da die Gegenstände, welche gesehen werden sollen, sich in verschiedenen Entfernungen vom Auge befinden, so ist irgend eine Vorrichtung nöthig, welche Strahlen, die aus grösserer oder geringerer Ferne in das Auge gelangen, auf der Netzhaut wieder vereinigt. Diese Anpassungsvorrichtung ist natürlich mit der Brechkraft der Medien und mit ihrer Gestaltung in dem engsten Zusammenhange.

Die Brechkraft der Medien ist aber nicht wie bei homogenen Substanzen, z. B. dem Wasser, in allen Theilen

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

der Masse gleich. So bricht der Kern der Linse stärker, als der Rand derselben, und auch der Glaskörper möchte nicht in allen seinen Theilen gleich stark brechen. Sollte man für irgend ein Auge den Gang der Lichtstrahlen ganz genau verzeichnen, so müssten alle Brechungsindices ganz genau bekannt sein. Wir kennen dieselben ungefähr für verschiedene Theile des Auges, wir kennen im Mittel aus vielen Messungen die Brechkraft so weit, dass man sich an einem idealen Auge, wie ein solches angegeben worden, den Gang der Strahlen einigermassen vergegenwärtigen kann. Sie ist für die einzelnen Medien nicht sehr verschieden und wechselt, wie die mit aller möglichen Sorgfalt angestellten Beobachtungen zur Genüge zeigen, von Auge zu Auge, indem die Verschiedenheiten, welche sich ergeben, die Grenzen der Beobachtungsfehler überschreiten.

Ein zweites Moment, offenbar von grösserer Wichtigkeit, als die verschiedene Brechkraft der Medien, ist die Form der Oberflächen, an welchen die Lichtstrahlen gebrochen werden. Die geringsten Veränderungen einzelner Krümmungen bringen grosse Veränderungen im Gange der Lichtstrahlen hervor. Hier üben aber nicht die Veränderungen aller Oberflächen die gleiche Wirkung aus, die Gestalt der Linsenflächen nicht die gleiche, wie die der Corneafläche. Denn da die Strahlen, welche aus der Luft in das Auge treten, von einem sehr schwach brechenden Medium in ein relativ stark brechendes, die Cornea gehen, so werden sie von ihrer Richtung mehr abgelenkt, als wenn sie aus der stark brechenden wässrigen Flüssigkeit in die etwas stärker brechende Linse gelangen. Geringe Formverschiedenheiten der Cornea bringen also eine Wirkung hervor, welche nur durch relativ bedeutende Veränderungen der Linsenoberfläche zu Stande kommen könnten. Im Ganzen aber ist der Gang der Lichtstrahlen abhängig von der Krümmung jeder einzelnen von den vielen Oberflächen. Es

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

ist also nöthig, die Krümmungshalbmesser genau zu kennen. Wir sind aber hier nicht besser bestellt, als in der Kenntniss der verschiedenen Brechungsindices. Wohl sind durch scharfe und scharfsinnige Methoden viele Krümmungshalbmesser bestimmt worden; der Untersuchung stehen aber bedeutende Schwierigkeiten entgegen. Es ist zu bezweifeln, dass man genaue Resultate am todten Auge wird erlangen können. Denn da das Auge im lebenden Zustande einem fortwährenden Drucke ausgesetzt ist, so muss wohl die Gestalt der Oberflächen mit dem Tode sich modificiren. Aber die meisten Messungen, welche wir besitzen, sind nicht einmal am ganzen, sondern am durchschnittenen Auge gemacht worden, und somit nur mit Vorsicht zu gebrauchen. Die Verschiedenheiten, welche sich aus der Messung der einzelnen Augen ergeben, sind verhältnissmässig so bedeutend, dass es nicht erlaubt ist, die Dimensionen eines auch noch so genau gemessenen Auges auf ein anderes zu übertragen; selbst die beiden Augen eines Paares zeigen oft nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten.

Allein wir sind mit der Mannigfaltigkeit der Schwierigkeiten noch nicht zu Ende Vielleicht hat keine einzige Oberfläche nur Einen Krümmungshalbmesser, vielleicht ist keine einzige Oberfläche in verschiedenen sonst normalen Augen nach demselben Gesetze gekrümmt. An dieser Klippe scheitert die Untersuchung am leichtesten. Ich führe als Beispiel die Beschreibung der Cornea an, wie sie von einem bedeutenden Ophthalmologen, gestützt auf die sichersten Resultate, gegeben wird, nicht gerade als Muster klarer Ausdrucksweise, sondern als Beweis, wie viel zur genauen Kenntniss dieses so wichtigen Theiles noch fehlt:

„Die beiden Oberflächen der Cornea gehören Rotationskörpern an; es sind die bezüglichen Curven noch nicht hinlänglich bekannt, nur so viel weiss man, dass die Vorderfläche das Scheitelsegment eines durch Umdrehung um

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

die kürzere Axe entstandenen Rotationsellipsoïdes, die Hinterfläche das Scheitelsegment eines Revolutionsparaboloïdes vorstelle. Die Mittelpunkte beider Krümmungen fallen über einander, doch nicht über das mathematische Centrum eines durch den Ursprung der Cornea gelegten Kreises; ihre Lage weicht nach unten und innen um einige Grade ab. Nur die rings um dieses Centrum gelegenen Theile der Corneaflächen sind regelmässig gekrümmt, die Curve wird eine um so unregelmässigere, je mehr die bezüglichen Abscissen 1''' überschreiten; überdies variiren die bestimmten Abscissen zugehörigen Ordinaten noch sehr bedeutend nach den Individuen, ohne dass sich für diese Verschiedenheit bisher ein bestimmtes Gesetz aufstellen liess; die Axe des Cornealellipsoïdes und der Parameter des Centraltheils der hinteren Fläche sind individuell verschieden."

Da diese Beschreibung auf noch nicht publicirten, mündlichen Mittheilungen beruht, so ist es nicht möglich, Zweifel dagegen geltend zu machen.

Während sich die Krümmungshalbmesser Einer Oberfläche in bestimmtem Sinne verändern, verändern sich die einer andern gerade in entgegengesetztem, und da hiedurch die Ablenkung, welche durch Eine Oberfläche hervorgebracht, durch eine andere wieder aufgehoben wird, so ist hierin die Möglichkeit einer Compensation aller Unregelmässigkeiten gegeben. Allein die vollständige Compensation darf nur als Ausnahmsfall (vielleicht als nicht vorkommend) betrachtet werden.

Sicher scheint mir daher blos, dass das ganze höchst zusammengesetzte System der Oberflächen und der Brechkräfte der Medien nach der Einen Richtung eine andere Brechung hervorbringt, als nach der anderen, und der einfachste Fall ist der, dass Maximum und Minimum der Brechung in zu einander senkrechten Ebenen stattfindet.

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

Da jedes Medium für sich allein die weissen Lichtstrahlen, welche nicht gerade in der optischen Axe einfallen, in Farben zerstreut, die Bilder aber, welche auf diese Weise auf der Retina entstünden, alle farbig gerandet, mithin undeutlich erscheinen müssten, so ist vermöge der verschiedenen Brechkraft der auf einander folgenden Medien dafür gesorgt, dass die von dem einen Medium zerstreuten Strahlen von den andern wieder gesammelt werden: das Auge ist achromatisch; doch dies nur in beschränktem Maasse. Es ist auf verschiedene Weisen und zu verschiedenen Zeiten gezeigt worden, dass das Auge kein vollkommen achromatisirendes Organ ist, obgleich vollkommener als alle künstlichen achromatisirenden Vorrichtungen. Die Zerstreuung ist nur in den meisten Fällen so gering, dass sie das gewöhnliche Sehen nicht stört.

Was entsteht nun aus der Combination der Farbenzerstreuung und der als einfachsten Fall angenommenen Brechung der Strahlen im Auge?

Man könnte sich das Resultat construiren. Allein ist dasselbe einmal construirt, so ist der Blick nicht mehr unbefangen, die Beobachtung gestört, weil man das geometrisch Gewonnene auch gerne durch das Experiment finden möchte. Es muss daher zuerst beobachtet werden, und diesen Weg habe ich eingeschlagen. Verschiedene getrennte Beobachtungen veranlassten mich den Faden zu suchen, und von demselben geleitet fortzuschreiten.

Ich werde mir daher erlauben, zuerst einige Beobachtungen, welche ich für die wichtigeren halte, mitzutheilen und die Erscheinung in ihrer allereinfachsten Gestalt zu verfolgen.

In einer früheren Mittheilung über die Irradiationserscheinungen habe ich angegeben, dass der Fundamentalversuch darauf antworten müsse, wie ein leuchtender Punkt

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

auf dunklem Grunde in verschiedenen Entfernungen vom Auge, oder bei verschiedenen Accommodationszuständen erscheine. Die Antwort habe ich in Kürze gegeben, nämlich, dass der Punkt in der Accomodationsweite in seiner wirklichen Gestalt, innerhalb derselben als leuchtende roth berandete, ausserhalb derselben als leuchtende blau berandete Scheibe sich darstelle. Ich habe dieselbe damals, doch vorsichtigerweise ohne es zu behaupten noch anzugeben, für kreisrund gehalten; doch damals schon stiessen mich oft beobachtete Unregelmässigkeiten.

Der leuchtende Punkt wird entweder durch Reflexion an einem innen geschwärzten Uhrglase oder an einer kleinen Thermometerkugel hervorgebracht, und man muss bei den Versuchen darauf sehen, dass nur zerstreutes und zwar kein grelles Licht zugleich mit den vom leuchtenden Punkte ausgehenden Strahlen in das Auge gelangt, dass ferner jedenfalls nur Ein Auge beim Versuche betheiligt ist. Da das Auftreten von Farbenrändern nur beobachtet werden kann, wenn der Punkt eine gewisse Intensität hat, diese aber mit seiner Kleinheit abnimmt, so muss man sich etwas mehr vom mathematischen Punkt entfernen, als man sonst wünschen möchte.

Wird ein solcher leuchtender Punkt dem Auge, das eine bestimmte Accommodation festzuhalten sucht, sehr genähert, so erscheint er als beleuchtete roth gerandete Scheibe und zwar für mein Auge in horizontalem Sinne mehr ausgebreitet, als in verticalem, von elliptischer Gestalt. Entfernt man denselben allmählig, so wird die Ellipse (oder ellipsenähnliche Figur) immer deutlicher und man erreicht einen Punkt, wo der obere Theil des rothen Randes verschwindet und nur die seitlichen übrig bleiben, welche bei geringer Bewegung ebenfalls verschwinden, indem bei ihrem Abnehmen der obere Rand sich blau säumt. Man sieht beide Farben zu gleicher Zeit.

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

Nun tritt allmählig der rothe Rand ganz zurück und wird durch einen blauen verdrängt. Hiebei aber hat sich die Form der beleuchteten Fläche verändert, man erhält eine Ellipse, deren grosse Axe eine Lage hat, senkrecht zur grossen Axe der roth gerandeten Figur. Entfernt sich der leuchtende Punkt immer mehr, so nähert sich die Figur immer mehr einem Kreise, dessen Grösse, wie ich früher schon bemerkt, abhängig ist von der Pupillenweite.

Es sind in dieser Reihe von Versuchen verschiedene Stadien der Beobachtung zu unterscheiden. .

1. Die Figur ist roth gerandet.
2. Sie ist in der verticalen Axe nicht mit einem Farbensaum versehen, in der horizontalen aber roth gerandet.
3. Sie ist vertical blau, horizontal roth gerandet.
4. Sie ist vertical blau gerandet.
5. Sie ist ganz blau gerandet.

In den beiden ersten Stadien ist die Figur zu beiden Seiten der horizontalen Axe erweitert, in den beiden letzten aber zu beiden Seiten der verticalen Axe. In der Mitte liegt eine Figur, welche zu beiden Seiten beider Axen erweitert ist. Es fehlt in dieser Reihe offenbar der Punkt vollkommener Accommodation und ich weiss nicht, ob ich mich irre, indem ich einen etwas hellen Punkt niemals ohne Farbenrand sehen kann. Es gäbe sonach gar keinen Punkt vollkommener Accomodation für mein Auge. Ich kenne zwar die Schwierigkeit sehr wohl, welche einer solchen Behauptung entgegensteht, allein verschiedene Gründe unterstützen dieselbe. Die Farbenränder sind äusserst unbedeutend, oft beinahe nicht wahrnehmbar, namentlich für ein etwas ungeübtes Auge. In gewöhnlichen Fällen aber wird gar kein leuchtender Punkt betrachtet, das Auge muss also, um seine Bestimmung zu erfüllen, gar nicht darauf eingerichtet sein, einen solchen ganz deutlich zu sehen, und wenn die Intensität des leuchtenden Punktes abnimmt, so ver-

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

schwinden auch die Ränder so vollkommen, dass es mir wenigstens nicht mehr möglich ist, bei einem weissen Punkte auf dunklem Grunde dann Farben wahrzunehmen, wenn ich denselben so deutlich als möglich sehe.

Dieselben Erscheinungen, wie ich sie eben beschrieben habe, lassen sich noch auf eine etwas veränderte Weise wahrnehmen. Anstatt die Entfernung des leuchtenden Punktes zu verändern und den Accomodationszustand so constant zu erhalten, als es eben möglich ist, kann man die Lichtquelle an ihrem Orte lassen und den Accomodationszustand verändern. Dies kann jedes Auge hervorbringen, indem die gegenseitige Stellung der beiden Axen sich ändert. Wird der Winkel grösser, so accommodirt sich das Auge auf einen nähern, wird er kleiner, auf einen fernern Punkt. Meine Augen können die gleiche Veränderung auch ohne Verstellung der Augenaxen hervorbringen.

Da die einzelnen Stadien ganz in der gleichen Weise beobachtet werden können, wie oben schon angegeben worden ist, so führe ich die einzelnen Beobachtungen nicht hier noch einmal auf. Die Veränderungen des Accommodationszustandes geschehen nicht so allmählig, als die Veränderungen der Entfernung bewerkstelligt werden können, und es ist daher nicht so leicht, die verschiedenen Stadien successive zu beobachten. Mit einiger Geduld indessen lässt sich die ganze Erscheinungsreihe combiniren.

Gehen wir von der Beobachtung zur Erklärung über.

Wären alle Augenmedien sphärisch gekrümmt, so wäre durchaus kein Grund vorhanden, warum die Strahlen auf gewissen Seiten der optischen Axe einen andern Verlauf nehmen sollten, als auf andern, wie die genannten Beobachtungen zur Genüge lehren. Es muss also der Hauptgrund der Erscheinung liegen in der Abweichung von der Kugelgestalt, oder allgemeiner in der Abweichung von der Form eines Körpers, dessen Oberfläche durch Rotation einer

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

Curve um die optische Axe entstanden ist. Und solcher Abweichungen, die sich, wie oben angeführt, compensiren, giebt es zur Genüge. Ist die Compensation sehr unvollkommen, so entsteht von jedem Punkte kein Brennpunkt, sondern eine Reihe von solchen, eine Linie, eine Brennstrecke. Nach vielen verschiedenen Beobachtungen ist die Existenz einer solchen Brennstrecke eine allgemeine Thatsache, und das Nichtvorhandensein als Ausnahmsfall zu betrachten. Die Kleinheit der Brennstrecke bewirkt beim ganz normalen Auge, dass deutlich gesehen werden kann.

Von dem Einfluss einer grössern Brennstrecke führe ich nur Ein Beispiel an, das auch anderweitig angeführt ist:

Airy's linkes Auge war so beschaffen, dass er mit ihm allein nicht sehen konnte. Er konnte z. B. Buchstaben nicht unterscheiden, in welche Entfernung er dieselben auch bringen mochte. Das Bild einer entfernten Kerzenflamme war in seinem Auge nicht kreisrund, sondern elliptisch. Ein biconcaves Fernrohr machte aus der Ellipse eine Linie, welche der grossen Axe entsprach. Er fand auch, dass wenn er zwei schwarze, sich rechtwinklig schneidende Linien auf Papier zog, und dieses Papier in zweckmässiger Stellung in eine gewisse Entfernung vom Auge brachte, die Eine dieser Linien sehr deutlich, die andere dagegen kaum sichtbar war. Als er das Papier dem Auge näherte, verschwand die Linie, die deutlich gewesen, und die andere wurde mit Schärfe sichtbar.

Man kennt eine Reihe von Uebergängen von der äussersten Grenze der Unvollkommenheit bis zum schärfsten Auge. Auch sind die Richtungen für die Axen der erscheinenden grössern oder kleinern Ellipse höchst verschieden, ja oft gerade der entgegengesetzt, welche sich in meinem Auge ergiebt.

Als Beispiel eines ganz vorzüglichen Auges möge das vielgeprüfte und schwergeprüfte Auge Brücke's angeführt

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

werden, welcher behauptet, er sehe von 6″ bis in unendliche Entfernung gleich deutlich; wären seine übrigen optischen Beobachtungen nicht so überaus sicher und zuverlässig, man könnte die Unbescheidenheit haben, an dieser Einen zu zweifeln.

Will man den Gang der Lichtstrahlen nach dem Vorausgeschickten für ein Auge zeichnen, so muss man sich der Einfachheit wegen das ganze System brechender Medien in Eines vereinigt denken, und zwar so, dass nach der Einen Seite hin die Brechung stärker stattfindet, als nach der andern, wobei angenommen wird, das Auge sei eine nicht ganz vollständig achromatische Vorrichtung, das Licht also werde einigermassen zerstreut. Dies wird dargestellt durch die Figur I.

Es sind in derselben natürlich nur die Randstrahlen, der rothe und der blaue angedeutet, so wie der mittlere, der ungefähr mit dem grünen zusammenfallen mag. Zwischen den einzelnen Brennpunkten liegt die Brennstrecke.

Wir wissen noch nicht bestimmt, durch was für Veränderungen die Accommodation des Auges für verschiedene Entfernungen hergestellt wird. Jedenfalls muss, wenn ich mich ohne Missverständniss so ausdrücken darf, der Schwerpunkt des ganzen Systems der einzelnen Brechkräfte sich von der Retina entfernen oder sich nähern, geschehe nun blos eine Veränderung eines Theiles oder des ganzen Augapfels. Wie gross die Veränderung ist, weiss ich nicht, jedenfalls muss man, um durch eine Figur sich deutlich zu machen, die Verhältnisse bedeutend übertreiben.

Nimmt man an, die kegelähnliche Figur, zu welcher ein Strahlencylinder oder ein Strahlenkegel mit entfernter Spitze gebrochen wird, werde successive in AB, CD, EF, GH, IK, LM, NO in der verticalen Projection, und in der horizontalen in A_1B_1, C_1D_1, E_1F_1 u. s. w. geschnitten, so

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

entstehen in den einzelnen Stadien folgende Bilder auf der schneidenden Fläche:

1. In AB, A_1B_1 eine Ellipse mit liegender grosser Axe und rothem Rande.

2. In CD, C_1D_1 eine eben solche, in welcher jedoch die elliptische Gestalt auffallender ist.

3. In EF kreuzen sich die beiden äussersten Strahlen, in E_1F_1 liegen die rothen am Rande, d. h. die Figur ist an den Enden der horizontalen Axe allein und zwar roth gerandet.

4. In GH liegen die blauen, in G_1H_1 die rothen Strahlen am Rande; die Figur ist an den Enden der verticalen blau, der horizontalen roth gerandet.

5. In IK liegen die blauen Strahlen am Rande, in I_1K_1 durchkreuzen sich roth und blau; die Figur ist daher an den Enden der verticalen blau gerandet.

6. In LM, L_1M_1 liegen die blauen Strahlen überall am Rande, es erscheint eine Ellipse mit stehender grosser Axe und blauem Rande. Diese Ellipse wird

7. in NO, N_1O_1 weiter, bleibt aber blau gerandet und würde in grösseren Entfernungen sich immer mehr einem Kreise nähern.

Sie erkennen in dieser Reihe von Figuren gewiss wieder diejenigen, welche ich Ihnen oben in der Beobachtungsreihe angeführt habe, und die ganz vollständige Uebereinstimmung spricht für die Richtigkeit der Erklärung.

Ueberträgt man die Erklärung vom Punkte auf die Linie, so wird man zwar nicht alle diese Stadien beobachten können, indessen stimmen die drei leicht wahrnehmbaren mit den genannten überein. Man sieht die Linie ungerandet in der Accommodationsweite, roth gerandet innerhalb, blau gerandet ausserhalb derselben. Und gehen wir endlich von der Linie zur Fläche über, so treten wir in das grosse, weite, vielbesprochene Gebiet der Irradiations-

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

erscheinungen. Freilich muss dabei Eines aufgegeben werden, die Intensität der Beleuchtung, und damit verschwinden auch die Farben. Die Farbenbilder, welche unter allen Umständen keine grossen Dimensionen einnehmen, gehen nun in den verwischten Rändern auf, welche um so grösser werden, je grösser die Abweichung von der Accomodationsweite ist. Diese verwischten ausgebreiteten Ränder einer schwarzen Figur auf einem weissen Grunde, und die Ränder des weissen Grundes greifen über einander, wobei natürlich die weissen dominiren, daher Vergrösserung der weissen Figur auf Kosten der schwarzen. Je nachdem aber die Ränder nach der Einen Richtung stärker verwischt sind (um mich dieses nicht ganz präcisen Ausdruckes zu bedienen), wird die Figur nach der einen oder andern Richtung hin mehr ausgebreitet erscheinen. Da wir es aber hier mit Flächen zu thun haben, so wird die Ausbreitung, welche im Verhältniss zur ganzen Figur nur sehr klein ist, auch nicht immer leicht beobachtet werden können. Indessen giebt es Erscheinungen, welche jedes Auge leicht beobachten kann, und in welchen sich deutliche Verschiedenheiten des Sehens in horizontalem und verticalem Sinne erkennen lassen. Ueber dieses, man möchte bald sagen, durch Beobachtungen erschöpfte Gebiet habe ich nichts Neues beizufügen. Einige Versuche und Resultate aber möchten hier am Platze sein.

Wenn man eine kreisförmige Scheibe, auf welcher gleich starke Durchmesser nach verschiedenen Richtungen gezogen sind, dem Auge nähert oder von demselben entfernt, so sieht man gewisse Durchmesser noch deutlich, während andere verschwinden; und zwar stehen die für die Nähe deutlichen gewöhnlich senkrecht auf denen, welche zuletzt in der Ferne undeutlich werden.

Betrachtet man einen weissen Kreis, oder einen weissen Ring auf schwarzem Grunde, so erscheint dieser, da

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

die Ausbreitung nach verschiedenen Richtungen verschieden stark ist, nicht mehr als kreisförmig, sondern elliptisch; ein Quadrat als Oblongum, ein Oblongum unter gegebenen Umständen als Quadrat.

Ein Beobachter beschreibt, er sehe von einem mehrere hundert Fuss entfernten Blitzableiter bei gewöhnlicher Augenstellung vorzüglich den horizontalen Leitungsdraht, kaum den verticalen Blitzfänger und die parallelen Träger; bei der um 90° abgeänderten Augenstellung aber erblickt er Träger und Fänger deutlich, und nimmt den Leitungsdraht kaum eben noch wahr. Er bringt sogar mit diesem und ähnlichen Versuchen in Zusammenhang den eigenthümlichen Eindruck, den uns Landschaften machen, wenn wir dieselben zwischen den Beinen oder unter einem Arme durch beobachten.

Bei einem weissen Kreuz auf dunklem Grunde erscheint den meisten Beobachtern der horizontale Streifen breiter, als der verticale. In vielen Versuchen differiren die Beobachter, trotzdem, dass Jeder mit einer Menge Individuen versucht hat; man kennt diese Art massenhafter Beobachtungen und weiss auch, was man von dem Gelingen oder Nichtgelingen derselben zu halten hat; in vielen andern aber finden sich wesentliche Verschiedenheiten, welche eben in der Natur der Sache liegen. Es ist z. B. sehr wohl möglich, dass zwei Beobachter Recht haben, wenn der Eine behauptet, ihm verschwinde eine horizontale Linie vor einer gleich entfernten verticalen, der Andere aber gerade das Gegentheil findet; wenn dem Einen ein horizontaler Streifen, dem andern ein verticaler breiter erscheint, als ein dazu senkrechter u. s. f.

Alles spricht nur dafür, dass eben unsere Augen nicht alle in der gleichen Form gegossen sind, sondern dass jedes Auge von dem andern vielfach verschieden sein kann. Da wir zur Erklärung aller Irradiationserscheinungen von der

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

Beobachtung eines leuchtenden Punktes auf dunklem Grunde ausgehen müssen, so glaube ich den Grund derselben folgendermassen am einfachsten angeben zu können:

Die Strahlen, welche von einem Punkte ausgehen, auf welchen das Auge nicht accommodirt ist, erzeugen auf der Netzhaut eine beleuchtete Fläche. Wegen der nicht vollständigen Achromasie des Auges ist die Fläche farbig gerandet, wenn die Intensität des leuchtenden Punktes die Wahrnehmung der Farben gestattet. Da aber die Augenmedien nicht Oberflächen von Rotationskörpern bilden, deren Axe die optische Axe des Auges, sondern nach verschiedenen Richtungen verschieden gekrümmt sind, so ist im Allgemeinen die im Auge entstehende beleuchtete Fläche nicht kreisförmig, sondern hat eine von den jeweiligen Krümmungen abhängige Gestalt. Mit dieser Gestalt wechselt auch die Farbe des Randes. Die Erscheinungen, wie sie an Linie und Fläche beobachtet werden, können aus der des Punktes durch Aneinanderreihung abgeleitet werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel

Jahr/Year: 1857

Band/Volume: 1_1857

Autor(en)/Author(s): Burckhardt Fritz

Artikel/Article: Ueber den Gang der Lichtstrahlen im Auge 269-282