

Ein Beitrag zur Lehre von der optischen Localisation bei Blindgeborenen.

Von

Dr. Walter Schlodtman,
Augenarzt in Lübeck.

Während die Philosophie den Weg von dem einseitigen Empirismus Locke's und Hume's zur Transcendentalphilosophie Kant's und namentlich seiner Betonung der apriorischen Momente im Erkenntnisvermögen bereits im achtzehnten Jahrhundert zurückgelegt hat, ist in der Physiologie der Sinnesorgane (speciell der Gesichtsempfindungen) ein analoger Fortschritt erst im vorigen Jahrhundert von Johannes Müller angebahnt und von Ewald Hering weiter gefördert worden. Noch ist aber die Discussion über Empirismus und Nativismus in der Lehre der Gesichtsempfindungen nicht abgeschlossen, wenn es auch den Anschein hat, als gewinne der Letztere immer mehr und mehr an Boden. Ich behalte die Schlagworte Empirismus und Nativismus bei, da sie allgemein gebräuchlich sind, obgleich in ihnen für die Physiologie kein principieller Unterschied enthalten ist, und obgleich sie das Wesentliche in den verschiedenen Auffassungen der Sinnesphysiologie nicht treffen. Schon du Bois-Reymond¹⁾ nahm eine vermittelnde Stellung ein, indem er die Leibniz'sche prästabilierte Harmonie, die uns heute mit ihrer phantastischen Monadenwelt als ein krauses Hirngespinnst der Speculation erscheint, im Lichte der Darwin'schen mechanischen Weltanschauung betrachtete und in letzterer die Entscheidung zwischen Empirismus und Nativismus erblickte, „eine Entscheidung, die zugleich eine Versöhnung wäre, da beide Theile Recht behielten. Denn indem diese

¹⁾ du Bois-Reymond, Leibniz'sche Gedanken in der neueren Naturwissenschaft. Festrede. Berlin 1871.

Anschauung die prästabilierte Harmonie für das menschliche Individuum zulässt, wie in Dingen des Instinctes für die einzelne Biene oder Ameise, lässt sie für das ganze Geschlecht die sensualistische Ansicht gelten.“ Und auch Ewald Hering steht ganz auf diesem Standpunkt. Da er allgemein als der Vorkämpfer der sog. nativistischen Lehre gilt, kann ich es mir nicht versagen, aus seiner eigenen Erklärung über seine diesbezügliche Auffassung hier einiges anzuführen¹⁾: „Zwischen ‚Nativismus‘ und ‚Empirismus‘ besteht kein grundsätzlicher, sondern nur ein gradweiser Unterschied. Wenn uns, um dies hier abermals auszusprechen, die Organe angeboren sind, so sind es bis zu einem gewissen Grade auch ihre Functionen, das müssen selbst die strengsten ‚Empiristen‘ zugeben; und andererseits hat es nie einen ‚Nativisten‘ gegeben, der den gewaltigen Einfluss geleugnet hätte, welchen Gebrauch und Uebung auf die Functionen unserer Organe und besonders der Sinnesorgane hat. Es kann sich also zwischen ‚Nativisten‘ und ‚Empiristen‘, so weit sie wirkliche Physiologen sind, nur darum handeln, ob man die Grenzen des Angeborenen weiter oder enger zu ziehen habe. Der Spiritualist freilich wird immer geneigt sein, das Gebiet des Angeborenen einzuziehen, um für den menschlichen Geist einen freien Spielraum zu gewinnen und denselben als möglichst unabhängig von seiner organischen Grundlage darstellen zu können. Daher sind die Spiritualisten mit Vorliebe auch ‚Empiristen‘.

‚Empirismus‘ und ‚Nativismus‘ sind also keine Gegensätze, so lange nur ihre Methode eine wahrhaft physiologische bleibt. Dies wird besonders einleuchtend, wenn man bedenkt, dass der nativistische Physiolog im Grunde auch Empirist ist, insofern er nämlich dasjenige, was der jetzt sog. Empirismus als einen Erwerb des individuellen Lebens ansieht, als einen Erwerb des Lebens aller jener zahllosen Wesen betrachtet, mit welchen das jetzt lebende Individuum in aufsteigender Linie verwandt ist und von welchem es das ihm Angeborene geerbt hat. Dagegen liegt zwischen der spiritualistischen und der physiologischen Methode eine tiefe Kluft.“

Endlich hat auch Donders²⁾ schon betont, dass in Darwin'schem Sinne zwischen angeborenen und erworbenen Functionen kein essentieller Unterschied bestehe, da die Vererbung im Geschlecht

¹⁾ Hering, Zur Lehre vom Lichtsinn. Wien 1878. S. 1—5.

²⁾ Donders, Ueber angeborene und erworbene Association. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. XVIII. 2. S. 159—160.

fixire, was durch Gewohnheit und Uebung im Individuum gewirkt sei. Und sein Hinweis darauf, dass sich das Verhältniss zwischen angeborenen und erworbenen Functionen im Laufe der Zeiten immer mehr zu Gunsten der ersteren verschieben muss, hat gewiss seine Berechtigung.

Wenn demnach auch der Gegensatz zwischen Empirismus und Nativismus im Lichte der Darwin'schen Lehre an Schärfe verliert, ja in seiner principiellen Bedeutung aufgehoben erscheint, so ist es für die Lösung der erkenntnisstheoretischen Probleme der Sinnesphysiologie doch von grossem Werth und Interesse, die augenblickliche Grenze festzustellen zwischen den Resultaten der Vererbung und denen der Anpassung, zwischen individuell angeborenen und individuell erworbenen Functionen. Denn natürlich wäre eine Verschiebung dieses augenblicklich bestehenden Verhältnisses nur innerhalb sehr grosser Zeiträume denkbar.

Das Gebiet, auf welchem sich der Streit über eine solche Abgrenzung vorzugsweise bewegt, ist der Raumsinn; und da die auf empiristischem Princip aufgebaute Projectionstheorie durch Autoritäten wie Nagel, Donders, Wundt — auch Helmholtz neigte dieser Anschauungsweise zu — unterstützt und populär gemacht ist, gelingt es der Lehre von den angeborenen Raumwerthen der Netzhaut nur langsam und schwer, sich die ihr zukommende Anerkennung zu verschaffen.

Ein Moment, welches mehrfach als Stütze der empiristischen Auffassung der Netzhautfunctionen herangezogen ist, bilden die Beobachtungen, welche an erfolgreich operirten Blindgeborenen gemacht sind. Die ältere Literatur über diesen Gegenstand findet sich vollständig in der Arbeit von A. v. Hippel⁽¹⁾; die seitdem erschienenen einschlägigen Publicationen habe ich, so weit sie mir bekannt geworden sind, im Anhang mitgetheilt¹⁾.

Allen Beobachtungsergebnissen an operirten Blindgeborenen ist gemeinsam, dass die betreffenden Patienten unmittelbar nach Beseitigung des optischen Hindernisses ihr erhaltenes Sehvermögen zunächst nur sehr mangelhaft zu gebrauchen vermochten, und es wird von fast allen Autoren hervorgehoben und ausführlich geschildert, dass die Operirten Gegenstände, die sie mittels ihres Gefühls an ihrer Form erkannten und benennen konnten, mit dem neuerworbenen

¹⁾ Die Arbeiten von Armaignac und Grafé waren mir leider nicht im Original zugänglich.

Gesichtssinn nicht zu beurtheilen verstanden, dass sie an hingehaltenen Gegenständen vorbeigriffen, dass sie Entfernungen falsch schätzten etc. So interessant nun die Ergebnisse dieser Versuche vom psychologischen Standpunkt aus zweifellos sind, so wenig scheint es mir berechtigt, aus ihnen den Schluss zu ziehen, dass den Netzhaut-elementen jede angeborene, a priori vorhandene Raumquantität mangle, und aus ihnen die Annahme herzuleiten, dass jede räumliche Vorstellung erst durch die Erfahrung erworben werde.

Ein Beispiel mag das veranschaulichen. Ein häufig angestellter Versuch ist der, dem erfolgreich Operirten eine Kugel und einen Würfel vorzulegen und ihn aufzufordern, er solle allein durch den Gesichtssinn entscheiden, welches die Kugel und welches der Würfel sei. Was wird damit von dem Patienten verlangt? Die beiden Gegenstände sind ihm als Tastbegriffe ganz geläufig; ihre Gesichtsbegriffe sind ihm, wie bisher überhaupt alle Gesichtsbegriffe ausser Hell und Dunkel, vollkommen unbekannt. Es ist ferner zu berücksichtigen, dass der Gesichtssinn selbst sich noch auf einer ganz unentwickelten, primitiven Stufe befindet, etwa wie bei einem Neugeborenen¹⁾, bei welchem wir auch sehen, dass es Tage dauert, bis er die ihm neuen und unbekannten Gesichtseindrücke auch nur zu binocularer Fixation zu verwerthen versteht. Nehmen wir nun selbst an, die Sehschärfe sei unmittelbar nach der Operation genügend hoch, die Refraction genügend genau corrigirt, um objectiv einigermaßen scharfe Netzhautbilder zu ermöglichen, so besteht die

¹⁾ Ohne die Grenze zwischen Ererbtem und Erlerntem näher zu präcisiren weist Eduard v. Hartmann (Philosophie des Unbewussten, Theil III, S. 182) mit Recht darauf hin, wie sich beides beim Menschen und wie es sich beim Thier zu einander verhält: „Beim Menschen scheint das Kind gar nichts mitzubringen, sondern alles erst zu lernen; in der That aber bringt es alles oder doch unendlich viel mehr als das fix und fertig aus dem Ei kriechende Thier mit, aber es bringt alles in unreifem Zustande mit, weil des zu Entwickelnden bei ihm so viel ist, dass es in den neun Monaten des Embryolebens nur erst im Keime vorgebildet sein kann. So geht nun das Reifen der Dispositionen bei fortschreitender Ausbildung des Sänglingehirns mit dem Lernen, d. h. mit dem Nachweisseln dieser Dispositionen durch Uebung, Hand in Hand und erzielt dadurch ein weit reicheres und sauberes Endresultat als die blosse Vererbung bei den Thieren vermag.“ In demselben Sinne sagt du Bois-Reymond (loc. cit. S. 33): „Während also beim Kälbchen schon während des Fötallebens eine Gehirnentwicklung geschah, vermöge deren das neugeborene Thier im Raume Bescheid weiss, seine vier Füße in richtiger Folge zu setzen und seinen Schwerpunkt zu unterstützen versteht, geht beim Kinde die entsprechende Entwicklung erst nach der Geburt, während der ersten Monate, vor sich.“

gestellte Aufgabe darin, dass der Operirte einen Vergleich anstellt zwischen den ihm ganz neuen und fremden Gesichtswahrnehmungen, welche die vor ihm befindlichen Gegenstände bei ihm erregen, einerseits und den ihm geläufigen und bekannten Tastbegriffen „Kugel“ und „Würfel“, welche ihm genannt werden, andererseits. Auf Grund des Vergleichs dieser zwei für ihn doch incommensurablen Werthe soll er entscheiden, welche der beiden unbekannten Gesichtsempfindungen sich mit dem Tastbegriff „Kugel“ und welche sich mit dem Tastbegriff „Würfel“ deckt. Es ist von vorn herein undenkbar, dass diese Aufgabe bei auch noch so hoher Entwicklung eventueller angeborener Functionen der Netzhautelemente gelöst wird. Denn abgesehen davon, dass die beiden Werthe, die mit einander verglichen werden sollen, für den Untersuchten incommensurabel sind, findet hierbei eine Prüfung der Wortassociation statt und nicht die Entscheidung der einfachen Frage, ob die erhaltenen Gesichtseindrücke optisch verschieden seien oder nicht¹⁾. Es handelt sich um einen ganz ähnlichen Fehler, wie er bei den alten Methoden der Prüfung auf Farbenblindheit gemacht wurde; auch dort wurde das Farben-Benennungsvermögen untersucht, statt dass die Herstellung subjectiver Gleichheit zwischen Lichtern veranlasst wurde, die für den „Normalen“ verschieden sind.

Nicht anders verhält es sich mit den Versuchen, bei denen der Untersuchte auf einen vor ihn gehaltenen Gegenstand zeigen oder nach ihm greifen soll. Denn hier wird wiederum eine Combination zwischem dem neuerworbenen Gesichtssinn und dem schon ausgebildeten Tastsinn (Muskelgefühl) verlangt. Was hierbei in Betracht kommt, sind wieder Associationen, und diese sind natürlich weitgehender Ausbildung und Schulung auf Grund von

¹⁾ Die oben behandelte Frage, ob ein Blindgeborener, der durch den Tastsinn eine Kugel von einem Würfel unterscheiden könne, dazu auch vermöge seines Gesichtssinnes im Stande sein werde, wenn er dieses erlangt habe, ist zuerst von Molineux rein theoretisch aufgestellt und ganz richtig dahin beantwortet worden, dass das nicht möglich sei. (Locke, Essay concerning human understanding. II. 9. § 8.) Man mag die Fragestellung sowie ihre richtige Beantwortung mit Locke scharfsinnig finden; aber ihre praktische Bestätigung selbst durch einwandfreiere Fälle als die bisher untersuchten operirten Blindgeborenen würde noch nicht den Schluss gestatten, dass dem menschlichen Auge jede angeborene Raumvorstellung mangle, sondern nur den, dass die entwickelte Vorstellung vom Tastraum und die unentwickelte Vorstellung vom Sehraum noch nicht in jene Beziehung zu einander gesetzt sind, die dem Erwachsenen mit normalem Sehvermögen geläufig ist.

Erfahrungen fähig und jedenfalls weit davon entfernt, angeboren zu sein ¹⁾).

Will man überhaupt die Beobachtungen an operirten Blindgeborenen zur Entscheidung zwischen empiristischer und nativistischer Auffassung verwerthen, so müssen sich dieselben in erster Linie auf den Gesichtssinn allein (und zwar auf Licht- und Raumsinn) beschränken, ohne seine Beziehungen zu den anderen Sinnen in Anspruch zu nehmen. Diese Forderung wird nun zwar von allen jenen Versuchen erfüllt, welche sich mit dem Schätzen von Entfernungen beschäftigen. Aber auch von ihnen ist wieder nur ein kleiner Theil verwertbar. Gab ein Patient an, ihm schiene ein mehrere Meter von ihm befindlicher Gegenstand fast sein Gesicht zu berühren, oder griff ein anderer Patient nach der Kugel auf einer Kirchthurmspitze, so handelt es sich in diesen Fällen um Unterschätzungen der absoluten Entfernung. Und auch diese wird nur auf Grund gesammelter Erfahrungen richtig beurtheilen gelernt. Für unsere Frage kommt lediglich die Schätzung relativer Entfernungen in Betracht, d. h. die blosse Beurtheilung des Relativ-vorn oder -hinten, nicht des Masswerthes der Entfernung von uns oder auch nur von einander, so dass man also schliesslich nur diejenigen Versuche gelten lassen kann, bei denen zwei gleichartige Gegenstände in verschiedener Entfernung vor den Patienten gehalten wurden, und der Patient die Aufgabe hatte zu entscheiden, welcher von beiden ihm näher und welcher ihm entfernter erschiene. Solche Versuche sind verhältnissmässig nur wenige und mit schwankenden Resultaten angestellt worden. Die Ergebnisse, und namentlich die negativen, sind aber nur mit Vorsicht zu verwerthen, wenn man berücksichtigt, dass die Sehschärfe unmittelbar nach der Operation auch bei normaler Function der Netzhaut stets noch ziemlich unvollkommen ist, dass aber derartige Augen mit angeborenen Linsentrübungen überhaupt in der Regel amblyopisch sind, dass ferner die Refraction nur höchst ungenau auscorrigirt werden kann, und endlich — und das ist die Hauptsache —, dass der binoculare Sehsact, auf den ja bei Wahrnehmung von Tiefen-

¹⁾ Hering hat bereits betont, „dass schon die Gesichtsempfindung des Neugeborenen räumliche Eigenschaften haben, deren genauere Unterscheidung derselbe allerdings ebenso erlernen muss, wie er die feineren qualitativen Verschiedenheiten der Empfindung erst allmählich zu erfahren vermag.“ (Hering, *Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges*, Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. III, 1, Theil 4, 1879, S. 365—366.)

distancen alles ankommt, sich oft noch nicht in genügender Weise hergestellt haben dürfte¹⁾. Sind doch manche dieser Versuche sogar monocular(!) angestellt worden.

Da das operative Material erwachsener Blindgeborener immer seltener wird und mir jedenfalls nicht zu Gebote stand, suchte ich nach einem anderen Weg, um mir in möglichst einfacher, unzweideutiger Weise ein Urtheil darüber zu bilden, ob den verschiedenen Elementen einer gut functionirenden Netzhaut, welche aber in Folge optischer Hindernisse noch keinerlei räumliche Erfahrungen gesammelt haben kann, dennoch thatsächlich verschiedene räumliche Vorstellungen zukommen. Aus dem reichhaltigen und vielseitigen Zöglingmaterial der Provincial-Blindenanstalt in Halle a. S., deren Director, Herr May, mich durch sein lebenswürdiges Entgegenkommen zu grossem Danke verpflichtet hat, suchte ich diejenigen Zöglinge heraus, welche nach ihren eigenen Angaben und denen ihrer Eltern von Geburt auf nur so viel Sehvermögen besessen hatten, dass sie Hell und Dunkel unterscheiden konnten. Durch wiederholte eingehende Untersuchungen wurden dann alle diejenigen ausgeschieden, welche den Ort der Lichtquelle richtig anzugeben vermochten (sog. „richtige Projection“), ferner alle diejenigen, welche in Folge theilweiser Functionsunfähigkeit der Netzhaut, wie bei Amotio retinae etc., die Lichtquelle falsch localisirten (sog. „falsche Projection“), und endlich alle jene, welche wegen zu mangelhafter Intelligenz ungenügende oder schwankende Angaben machten. Mit anderen Worten, ich wählte nur solche Individuen, aus deren Verhalten Lichteindrücken gegenüber man darauf schliessen konnte, dass die Functionsfähigkeit der Netzhaut in allen ihren Theilen erhalten, aber ihre Wahrnehmungsfähigkeit lediglich durch optische Hindernisse derart beschränkt sei, dass nur noch Hell und Dunkel unterschieden wurde, die Localisirung der Lichtquelle dagegen nicht mehr möglich war. Bei diesen Individuen war es ausgeschlossen, dass sie während ihres Lebens durch Vergleich

¹⁾ Nicht recht hierher zu gehören scheint mir der Hinweis von Ahlström (13) auf die Irrthümer, welche operirte alte Staarpatienten unmittelbar post operationem begehen, indem sie an einem vorgehaltenen Gegenstand (z. B. dem Buch mit den Leseproben) vorbeigreifen. Denn in diesen Fällen beruht die falsche Orientirung auf der durch den Refraktionsunterschied (Aphakie) veränderten Grösse der Netzhautbilder. Die Täuschung wird hervorgerufen durch den Unterschied zwischen den neuerworbenen Gesichtswerthen und alten, durch frühere Erfahrung begründeten, welche letztere dem operirten Blindgeborenen ja gar nicht zur Verfügung stehen.

ihrer Tasteindrücke mit den Gesichtseindrücken auch nur den geringsten Grad von Orientirungsvermögen erworben hätten. Ich bin demnach bei der Auswahl meiner Untersuchungsobjecte sehr viel strenger vorgegangen, als es der Mehrzahl der Beobachter von operirten Blindgeborenen nach der Lage der Dinge möglich war. Denn unter ihren Patienten besaßen die meisten die „normale Projection“, welche ja gerade der operativen Behandlung die Aussicht auf Erfolg garantirte. Man könnte bei ihren Patienten also sehr wohl annehmen, dass ein gewisser Grad von Localisationsvermögen der Netzhaut schon vor der Operation auf Grund von Vergleichen mit Tastversuchen empirisch¹⁾ erworben sei. Und trotzdem die mangelhaften Resultate bei der postoperativen Untersuchung des Raumsinnes! Ein weiterer Beweis dafür, dass die Untersuchungsmethoden für die primitive Entwicklungsstufe der Raumqualitäten theils zu complicirt, theils überhaupt unzweckmässig waren.

Unter den Zöglingen des Blindeninstitutes fand ich nun drei, welche die oben präcisirten Forderungen erfüllten. Ich lasse hier zunächst ihre subjectiven Angaben und die bei ihnen erhobenen objectiven Befunde folgen:

1. Erwin P., 11 Jahre alt, vier Tage nach der Geburt erkrankt und erblindet. Er hat niemals so viel sehen können, um zu entscheiden, wo sich die augenblickliche Beleuchtungsquelle (im Zimmer: Fenster, Lampe; im Freien: Sonne) befinde.

Rechtes Auge: Anophthalmus. Linkes Auge: Phthisis anterior. Cornea etwa auf die Hälfte verkleinert, spärlich vascularisirt. Lebhafter Nystagmus. Der sehr intelligente Knabe sieht weder bei Tageslicht das Fenster des Zimmers noch im verdunkelten Zimmer die hell brennende Lampe. Wirft man mit einem lichtstarken Spiegel Licht ins Auge, so giebt er den Lichtschein an, vermag ihn aber nicht zu localisiren („fehlende Projection“).

2. Hedwig D., 14 Jahre alt, ist angeblich unmittelbar nach der Geburt erkrankt und erblindet. Das rechte Auge ist ein Jahr vorher in der Königl. Augenklinik in Halle a. S. wegen enormer Ektasie des vorderen Bulbusabschnittes enucleirt. Das Mädchen hat nach seiner Angabe weder

¹⁾ Auf diesen Mangel macht schon Helmholtz aufmerksam, indem er sagt: „Directe Versuche über diese Frage (sc. des Empirismus oder Nativismus beim Raumsinn) an neugeborenen Kindern lassen sich natürlich nicht anstellen, und die Erfahrungen an operirten Blindgeborenen ergeben hierüber so gut wie nichts, da diese operirten sog. Blinden fast immer Staarkranke waren, welche durch ihre getrübe Linse allerdings sehr wenig zu sehen, aber doch die Richtung des stärkeren Lichtes noch zu erkennen im Stande waren, und also der Erfahrungen über die Localisation ihrer Netzhautindrücke nicht ganz entbehrten“ (Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik, 2. Aufl. S. 676.)

mit dem rechten, noch mit dem linken Auge jemals so viel gesehen, dass sie die Beleuchtungsquelle hätte richtig localisiren können.

Rechtes Auge: Anophthalmus. Linkes Auge: Cornea etwas verkleinert, vollständig leukomatös entartet und im Centrum ein wenig prominent. Nystagmus. Der Lichtschein eines Concavspiegels wird empfunden und richtig angegeben, aber die Richtung, woher der Lichtschein kommt, wird entweder gar nicht oder falsch bezeichnet.

3. Wilhelm L., 18 Jahre alt, ist unmittelbar nach der Geburt an Blennorrhoea neonatorum erkrankt. Mit dem rechten Auge hat er bis zum zwölften Lebensjahre noch ein wenig sehen können, dann ist es erblindet. Mit dem linken Auge hat er angeblich schon immer nur Hell und Dunkel unterscheiden können; jeden Lichtschein, den er empfunden, habe er nur immer vor sich gesehen, ohne zu seiner Localisirung im Stande zu sein.

Rechtes Auge: Lenkoma prominens mit mässiger Vascularisation. Nystagmus. Linkes Auge: Phthisis non dolorosa. Cornea ganz klein. Nasalwärts von ihr eine geringe sklerale Einziehung. Nystagmus. Der Schein eines lichtstarken Spiegels wird beiderseits empfunden und richtig angegeben, aber gar nicht oder falsch localisirt.

Das rechte Auge fällt hier für die Beurtheilung fort, da der junge Mann bis zum zwölften Lebensjahre Gelegenheit gehabt hat, die „richtige Projection“ zu lernen. Bezüglich des linken Auges kann bei der starken Phthisis bulbi, die nach Angabe des Untersuchten sowohl als seiner Eltern von Kindheit auf bestanden hat, annehmen, dass eine Aenderung in der Function auch nicht eingetreten ist.

Um nun möglichst einfache, unzweideutige Resultate zu erzielen, wendete ich, einer Anregung von Herrn Collegen Tschermak folgend, an Stelle der bisher bei dergleichen Untersuchungen verworthen optischen Reize bei obigen Blinden mechanische Reize an. Mit einem stumpfspitzigen Instrument (hölzernem Federhalter) wurde bei geradeaus gerichtetem Blick auf eine möglichst äquatoriale Stelle des Bulbus ein kurzer kräftiger Druck ausgeübt und der Untersuchte dann darüber befragt, von wo der gesehene Lichtschein ihm zu kommen scheine; mit anderen Worten, es wurde das bekannte Druckphosphen hervorgerufen und die subjective Localisation des Reizeffectes bestimmt.

Es war nun überraschend, mit welcher Präcision von allen jenen drei Blinden, die vorher niemals über den Ort eines empfundenen Lichteffectes etwas aussagen konnten, übereinstimmend und ohne Zögern stets die der Druckstelle gegenüber liegende Seite als der Ort der Lichtquelle angegeben wurde. So wurde bei Druck unten am Bulbus sofort ein begrenzter Lichtschein oben, bei Druck an der temporalen Bulbushälfte ein nasalwärts gelegener Lichtschein

wahrgenommen etc. Wurde der Druck gleitend, z. B. von oben nach der temporalen Seite geführt, so wurde eine entsprechend gegensinnige Bewegung des Lichtscheins von unten nach der Nase hin angegeben: Contralaterale und zwar bestimmte Localisation des Druckphosphens war das Resultat des ersten wie der späteren Versuche.

Leider war es mir aus äusseren Gründen nicht mehr möglich, meiner Absicht entsprechend, ausser diesen mechanischen Reizen auch noch elektrische in Form des constanten Stromes anzuwenden, und auch nicht, an noch weiteren Blindenanstalten grösseres Material zu sammeln. Ist somit die Zahl der untersuchten Fälle auch nur klein zu nennen, so ist kaum anzunehmen, dass andere, unter gleichen Cautelen herausgesuchte Fälle ein anderes Verhalten zeigen sollten, als die obigen. Insofern glaube ich den erhaltenen Untersuchungsergebnissen eine allgemeingültige Bedeutung für die Theorie des Raumsinnes zuschreiben zu dürfen.

Bestände die empiristische Auffassung zu Recht, so müsste die durch das Druckphosphens erregte Lichtempfindung entweder überhaupt an keiner bestimmten Stelle localisirt werden — gerade wie jene optischen Reizeffekte —, oder allenfalls an der Druckstelle selbst. Eine Erklärung der gewonnenen Resultate nach der Projectionstheorie erscheint schlechterdings unmöglich. Man kann bei den hier beobachteten functionalen Richtungswerthen, die auf keine Weise durch Erfahrung erworben sein können, doch nicht von einer „Projection“ der Lichteffecte sprechen, da eine psychische Betheiligung jedenfalls ausgeschlossen ist.

Die positiven Schlüsse, die sich aus den vorliegenden That-sachen ergeben, bedürfen kaum näherer Erläuterung. Die Art der Auswahl der Patienten bedingt, dass alle Functionen, welche sich an der Netzhaut nachweisen lassen, als angeborene, durch keinerlei empirische Momente beeinflusste betrachtet werden müssen. Im Speciellen garantirt das auch stärkeren Lichtreizen gegenüber mangelnde Localisirungsvermögen die angeborene Natur aller etwa gefundenen Raumwerthe.

Solche Raumwerthe haben sich nun mit unzweifelhafter Sicherheit nachweisen lassen. Was die Beschaffenheit derselben betrifft, so beweist die contralaterale Localisation des Reizeffectes, dass die Differenzirung jedes einzelnen Netzhautelementes bezüglich seiner Raumqualität gegensinnig ist zu der Lagerung desselben Netzhautelementes innerhalb des Netzhautmosaiks; d. h. dass eine

nasal gelegene Netzhautstelle einen temporalen Richtungswerth, eine in der oberen Hälfte der Retina gelegene Stelle einen solchen nach unten besitzt etc. Ob ebenso wie die Richtungswerthe selbst auch ihre Correspondenz angeboren sei, geht zwar aus den Beobachtungen nicht direct hervor, wird aber durch sie wahrscheinlich gemacht. Die Nothwendigkeit eines solchen Verhaltens, das zuerst von Johannes Müller vertreten wurde, hat Hering aus den anatomischen Verhältnissen hergeleitet, indem er auf die partielle Kreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma und das Vorkommen hemianopischer Gesichtsfelddefecte hinwies¹⁾. Eine directe Beweisführung aus dem functionellen Verhalten der intacten Netzhaut Blindgeborener ist kaum zu erwarten, da die exacte Bestimmung correspondirender Netzhautpunkte behufs mechanischer oder elektrischer Reizung praktisch nicht ausführbar sein dürfte.

Dass die einzelnen Netzhautstellen aber in der That „ursprünglich räumliche Eigenschaften“ d. h. angeborene functionale Raumqualitäten besitzen, glaube ich durch die geschilderten Untersuchungen an von Geburt auf blinden Individuen gezeigt zu haben.

Literaturverzeichniss.

1875. 1) v. Hippel, Beobachtungen an einem mit doppelseitiger Cataract geborenen, erfolgreich operirten Kinde. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. XXI. 2. S. 101—131.
- 2) Hirschberg, Eine Beobachtungsreihe zur empiristischen Theorie des Sehens. Ibidem. Bd. XXI. 1. S. 23—42.
1876. 3) Hirschberg, Notiz zur Theorie des Sehens. Ibidem. Bd. XXII. 4. S. 118—124.
- 4) Dufour, Guérison d'un enfant atteint de cataracte congénitale des deux yeux. Congrès international d'ophtalmologie. Session de Milan.
1881. 5) Schmidt-Rimpler, Zur empiristischen Theorie des Sehens. Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. Nr. 4. December. S. 41—48.
- 6) Dor, Guérison d'un enfant atteint de cataracte congénitale des deux yeux. Congrès international d'ophtalmologie. Session de Milan.
1884. 7) Gayet, Education du sens de la vue chez une aveugle-née opérée à seize ans. Société d'anthropologie de Lyon.

¹⁾ Mit Bezug hierauf sagt Hering (loc. cit. S. 365): „Selbst wenn man der Gesichtsempfindung jede ursprünglich räumliche Eigenschaft aberkennen und die Raumwerthe der Netzhautstellen lediglich als einen Erwerb individueller Erfahrung ansehen will, muss man auf jene Thatfachen Rücksicht nehmen und zugestehen, dass zwischen correspondirenden Stellen eine angeborene, auf anatomischer Grundlage beruhende functionelle Beziehung besteht, durch welche, möge sie nun eine sensorische oder motorische oder beides zugleich sein, der räumlichen Auslegung der von Deckstellen kommenden Empfindungen von vorn herein eine bestimmte Bahn angewiesen wird.“

1885. 8) Armaignac, De la vision chez les aveugles-nés qui recouvrent la vue. *Revue clinique d'oculist.* p. 212.
1891. 9) Rählmann, Physiologisch-psychologische Studien über die Entwicklung der Gesichtswahrnehmungen bei Kindern und bei operirten Blindgeborenen. *Zeitschr. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane.* Bd. II. S. 53—96.
- 10) Uhthoff, Untersuchungen über das Sehenlernen eines siebenjährigen Blindgeborenen. *Beiträge zur Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane.* Festschrift für Helmholtz. S. 113.
1892. 11) Grafé, Note sur un aveugle de naissance, opéré de la cataracte. *Revue scientifique.* II. p. 67.
1895. 12) Rählmann, Ueber die Rückwirkung der Gesichtsempfindungen auf das physische und psychische Leben. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol.* Bd. VIII. S. 401—422.
- 13) Ahlström, Beobachtungen über das Sehenlernen eines mit gutem Resultate operirten neunjährigen Blindgeborenen. *Skandinavisches Arch. f. Physiol.* Bd. VII. S. 113.
1897. 14) Uhthoff, Weitere Beiträge zum Sehenlernen blindgeborener und später mit Erfolg operirter Menschen, sowie zu dem gelegentlich vorkommenden Verlernen des Sehens bei jüngeren Kindern, nebst psychologischen Bemerkungen bei totaler congenitaler Amaurose. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane.* Bd. XIV. S. 197—241.
-