

# Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin.

Bd. XXXVIII. (Dritte Folge Bd. VIII.) Hft. 4.

---

## XXIII.

### Ueber die räumliche Form der Gesichtsempfindung.

Von Dr. A. Classen in Rostock.

(Fortsetzung und Schluss von S. 128.)

---

Die Berechtigung zur Annahme, dass der reinen Gesichtsempfindung schon vor ihrer Verbindung mit einem Urtheil die räumliche Form zukomme, haben wir durch die philosophischen Vorarbeiten nachgewiesen. Jetzt wollen wir diese Form selber definiren. Wir verstehen darunter nichts anderes als den Complex sämmtlicher Netzhautbilder oder das ganze Bild, in welchem die Umgebung sich nach den Gesetzen der Camera obscura, der Refraction und der Perspective auf der Netzhaut abbildet. Dieses Bild wird in räumlicher Ausdehnung, ohne welche überhaupt von einem Bilde nicht die Rede sein kann, empfunden. Dieser Empfindung ist eine gewisse Localisation von vorn herein eigen; denn niemals gibt es eine Lebensepoche, deren wir uns erinnern, oder die wir an Kindern beobachten könnten, in welcher diese Empfindung in der Netzhaut localisirt wäre. Sie liegt von vorn herein vor dem Auge im Allgemeinen und in umgekehrter Ordnung aller Contouren, entgegengesetzt ihrer Anordnung auf der Netzhaut. Diese Behauptung, welche allerdings allen bisherigen Theorien widerspricht, hat dennoch bei näherer Betrachtung gar nicht so viel Befremdendes; vielmehr bieten sich in anderen Gebieten des

Nervensystems zahlreiche Analogien. Wenn wir z. B. unsere Gliedmaassen fühlen, ein Gefühl, welches freilich durch Bewegung derselben vermehrt und verdeutlicht wird, aber doch auch ohne alle Bewegungen existiren kann, so fühlen wir dieselben nicht im Verlauf unserer sensiblen Nervenbahnen, auch nicht allein in den peripherischen Endpunkten der Nervenfasern, sondern in ihrem ganzen Umfange; wir werden uns nur ihrer äusseren Form bewusst, nicht ihrer inneren Structur. Wir fühlen hier also etwas, was über die beschränkte Grenze der Nerven selber hinausliegt, wenn auch die Nerven immer als Leiter dieses Gefühls zu betrachten sind. Noch auffallendere Beispiele für eine Empfindung, die ausserhalb der entsprechenden Nerven localisirt wird, sind die bekannten Fälle von Amputationen, in welchen die Amputirten ihre fehlenden Glieder deutlich zu fühlen glauben. Am merkwürdigsten erscheint mir jener von Professor Krause in Göttingen mitgetheilte Fall eines Mannes, welcher von Geburt an einen verstümmelten Vorderarm mit Fingerrudimenten besass und dennoch die Länge seines ausgebildeten Vorderarmes stets gleich der des gesunden empfand (Beiträge zur Neurologie der oberen Extrem. 1865. S. 38). Dass die Nervenstämme überall nichts darüber dem Gehirn überliefern, an welcher Stelle ihres Verlaufes sie gereizt werden, ist bekannt, oder höchstens darf man nach einigen zweideutigen Experimenten am Ulnaris ihnen ein sehr unvollkommenes Vermögen hierfür zugestehen. Aber man irrt auch, wenn man behauptet, dass alle Reize in den peripherischen Endigungen der Nerven empfunden würden. „An den peripherischen Enden“ wäre richtiger zu sagen; in der That sind es die Umgebungen der Nervenenden, in welchen das Gefühl localisirt wird. Wir fühlen unsere Haut als eine zusammenhängende Fläche, nicht zusammengesetzt aus einer zahllosen Menge einzelner den Nervenenden entsprechender sensibler Punkte; wir fühlen beim Tasten auf einer gradlinigen Kante, diese in ununterbrochener Continuität verlaufen, auch ohne dass wir mit der tastenden Hand darüber hinstreichen, ein blosser Druck gegen eine Hautstrecke genügt, Beweis genug, dass wir nicht in den einzelnen Nervenenden die Empfindung localisiren, sondern ausserhalb derselben in der umgebenden Hautfläche und sogar ausserhalb unseres Körpers; denn ich glaube nicht, dass irgend eine Reflexion oder psychische Action

nöthig ist, damit wir den Tasteindruck aus unseren Organen heraus in die Aussenwelt versetzen. Ebenso unmittelbar wahrgenommen wird die noch weiter hinaus localisierte Tastempfindung, wenn wir mittelst eines Stabes einen zweiten Körper berühren.

Aus allem Diesen ergibt sich, dass wir überhaupt niemals unsere Empfindung in die Nervenenden selbst localisiren, sondern dass es von der Beschaffenheit des Organes abhängt, durch welches die Nervenenden den Reiz erhalten, wohin derselbe in unserer Empfindung localisiert wird. Wie das Tastorgan uns veranlasst, die Wahrnehmung an die Oberfläche unseres Körpers zu verlegen, und eine Sonde, mit der wir fühlen, gleichsam eine Verlängerung des Tastorganes, uns veranlasst, die Empfindung an ihr entfernter Ende zu localisiren, so veranlasst uns der ganze Apparat des Auges, die Lichtempfindung stets draussen vor dem Auge zu empfinden. Sollen wir noch weiter Antwort geben auf die Frage, wie das zugeht? so müssen wir vorläufig unsere Unwissenheit eingestehen. Wir können bis jetzt nur das Factum als eine Erfahrungssache hinstellen, und es dadurch unserer Einsicht einigermaassen näher rücken, dass wir es in eine Kategorie mit vielen analogen Thatsachen in anderen Gebieten des Nervensystems setzen.

Ganz ähnlich wird es uns mit der zweiten Behauptung gehen, dass auch die Umkehr sämmtlicher Contouren in der Empfindung gegenüber dem wirklichen Netzhauthilde eine angeborene Eigenschaft sei. Diese Behauptung wird dadurch bewiesen, dass wir nie im Leben einen Zeitraum nachweisen können, in welchem wir auch nur einzelne Objecte umgekehrt gesehen hätten. Vielmehr deutet die unabänderlich feste Ordnung aller subjectiven Lichterscheinungen im Gesichtsfeld, so dass stets ein Druck auf der rechten Seite eine Lichterscheinung auf der linken, ein unten ausgeübter Druck die Lichterscheinung oben veranlasst, ganz dringend darauf hin, dass dieser Ordnung keine Complication mehrerer Empfindungen, keine psychische Reflexion, Gewohnheit oder dergl., sondern nur eine unmittelbar angeborene Einrichtung zu Grunde liegt. Niemals wird eine Störung in dieser Ordnung beobachtet, vielmehr ist in Krankheitsfällen aus der Stelle einer subjectiven Lichterscheinung im Gesichtsfelde stets eine Art von Bezeichnung auf den Sitz der Störung in der Retina zu machen.

Wären Reflexionen der Augenmuskeln, also eine erlernte gewohnheitsmässige Verbindung zwischen Augenmuskelgefühlen und Retinaeindrücken die Ursache der umgekehrten Ordnung des Gesichtsfeldes, so müssten wir erwarten, in pathologischen Fällen diese Ordnung auch einmal gestört zu finden. Dass überall diese Theorien über die Muskelgefühle zur Erklärung der räumlichen Form der Empfindung nicht zu gebrauchen sind, haben wir ausserdem oben nachgewiesen.

Wiederum kann man aber weiter fragen, worauf beruht im Einzelnen diese angeborene Einrichtung, dass die Empfindung im Gesichtsfeld umgekehrt ist wie das Netzhautbild? der bekannten Erklärung von Johannes Müller, dass es für uns ganz gleichgültig sei, in welcher Lage das Netzhautbild empfunden würde, sofern nur nicht einzelne Gesichtsobjecte, sondern alle gleichmässig umgekehrt erscheinen, kann ich nicht zustimmen. Denn es würde bei einer anderen Lage des Netzhautbildes, wenn dasselbe z. B. um die Achse gedreht quer läge und demgemäß auch im Gesichtsfeld Alles quer erschiene, was jetzt senkrecht ist, eine Disharmonie zwischen dem Tastsinn und der Gesichtsempfindung entstehen, welche sich höchst wahrscheinlich doch bemerklich machen müsste, wenn auch die Gewohnheit vieles ausgleicht. Der Tastsinn müsste, sobald er nicht unter der Controle des Auges, sondern mit verschlossenen Augen geübt würde bei der umgekehrten Lage des Netzhautbildes und seiner Empfindung zu den entgegengesetzten Resultaten wie der Gesichtssinn führen. Da diess niemals der Fall ist, so bleibt nur der eine Schluss übrig, dass die Empfindung der Netzhaut von vorn herein die umgekehrte Lage wie das Netzhautbild hat.

Man könnte nun den Grund für die Umkehr der Netzhautempfindung darin suchen, dass man den einzelnen lichtempfindenden Nervenelementen der Retina die angeborene Fähigkeit zuschreibt, die Richtung der Lichtstrahlen unmittelbar aufzufassen, welche sie treffen, oder mit Schleiden könnte man annehmen, dass die Zapfen alle Lichtreize so empfinden müssten, als wären sie durch den Kreuzungspunkt der Richtungsstrahlen gegangen (Zur Theorie des Erkennens durch den Gesichtssinn, 1861), wofür als Beispiel der Scheiner'sche Versuch zu sprechen scheint. Dann würde allerdings allein daraus, dass die Empfindung stets vor dem Auge

liegt, von selber auch die Umkehr folgen. Dieser Annahme können wir mit gewissen Restrictionen bestimmen; es wird nämlich dabei die schon oft von uns hervorgehobene Trennung zwischen der reinen Empfindung und dem wirklichen Sehen besonders wichtig. Das bewusste Sehen oder Erkennen besteht aus der Empfindung und einem hinzugesellten Urtheil, welches nicht allein auf der optischen, sondern zugleich auch noch auf damit combinirten anderen namentlich Muskelempfindungen beruht. So kann es dazu kommen — was nicht leicht ausszusprechen und dennoch meiner Ueberzeugung nach ganz richtig ist — dass die Empfindung jedes einzelnen Retinapunktes auf der hinzugehörenden Richtungs linie vor dem Auge liegt, und dennoch unser Urtheil über die Richtung des gesehenen Objectes irren kann. Die Empfindung kommt nämlich nicht so einfach in derselben Form, wie sie von der Retina erfasst wird zum Bewusstsein, sondern indem sie zum Bewusstsein kommt, wird sie combinirt mit Muskelgefühlen, welche ausser anderen Attributen unserem Urtheil auch die Wahrnehmung der Richtung der gesehenen Objecte übermitteln, soweit die Gesichtsempfindung eine räumliche Form hat und zu Raumanschauungen führen soll, muss sie zu diesem Zweck mit Muskel gefühlen combinirt und dem activen Eingreifen des Verstandes unterworfen werden. Wenn wir also den Retinazapfen die Eigenschaft zuschreiben, dass ihre Empfindung in der Richtung ihrer eignen durch den Kreuzungspunkt der Richtungsstrahlen hinaus verlängerten Achse liegt, so folgt daraus weiter nichts, als dass die Gesamtempfindung der Retina umgekehrt wie das Netzhaut bild steht. Soll aber irgend ein Object seiner räumlichen Beziehung nach von uns erkannt und localisirt werden, so genügt diese Eigenschaft der Retinaelemente nicht. Die Gesamtempfindung muss in ihren einzelnen Theilen specialisirt werden, das kann nur durch Bewegungen des ganzen Auges geschehen und zu diesen Bewegungen gibt jene Eigenschaft der Retinaelemente den Antrieb. Im Allgemeinen erfahren wir wohl durch die reine Empfindung diejenige Seite, von welcher irgend ein Lichteindruck ins Auge hineindringt; um aber speciell jeden Punkt seiner Lage nach richtig zu erkennen, welcher sich auf der Netzhaut abbildet, dazu müssen wir die Augenachsen auf ihn heften, und diese Bewegung ist es, welche durch das Muskelgefühl unser Urtheil leitet. Daher

ist es möglich, dass wir durch ein ungewohntes oder dem Zweck nicht entsprechendes Muskelgefühl über die wirkliche Lage eines Objectes getäuscht werden, während doch die reine Netzhautempfindung ein annähernd richtiges Motiv für die Localisation desselben lieferte.

Wenn wir also nach diesen Erwägungen jener Annahme, die übrigens, wie ich gern gestehe, noch schärfer zu beweisen ist, beitreten, dass die einzelnen Zapfen und Stäbchen, wenn dieselben auch Licht empfinden sollten, stets in der Richtung ihrer verlängerten Achse empfinden, so haben wir nun nachzuweisen, dass man unter der Netzhautempfindung ein zusammenhängendes Ganze, das ganze Gesichtsfeld mit allen Contouren verstehen muss. Ohne mich jetzt schon auf eine Erklärung der identischen Netzhautstellen einzulassen, muss ich doch hier des Streites gedenken, der sich in den letzten Jahren zwischen der Identitätstheorie und der Projectionstheorie erhoben hat, ohne dass eine genügende Theorie des Sehens bisher daraus resultirt wäre. Die Kämpfer auf beiden Seiten sind von einzelnen Beobachtungen und Experimenten aus an die Sache herangetreten, ohne ganz bis auf den Kern gedrungen zu sein. Die Vertheidiger der Identitätstheorie, namentlich Hering, beschäftigte sich zu einseitig mit der Netzhautempfindung, und construirte sein System allein aus den Beobachtungen über dieselbe, während er der Muskelempfindung beinah alle mitwirkende Bedeutung absprach. Dagegen die Vertreter der Projectionstheorie wie Nagel und besonders Wundt sind von Beobachtungen über den Einfluss der Muskeln auf den Sehact unter pathologischen und physiologischen Verhältnissen ausgegangen und haben, indem sie den Muskelgefühlen fast alles räumliche Erkennen zuschrieben, die Empfindung der Netzhaut zu wenig beachtet. Bei Hering erscheint alles Orientiren im Raume, die Richtung der Gesichtsobjecte, ja sogar die Beurtheilung ihrer Grösse und Entfernung hervorgegangen aus den Eigenschaften beider Netzhäute ohne Einfluss der Muskelgefühle; freilich ist der von ihm construirte Sehraum ganz erheblich verschieden von dem wirklichen Raum, mehr als früher wohl irgend ein idealistischer Philosoph geglaubt hat. Nach der strengen Projectionstheorie spielt dagegen die Netzhaut eine sehr untergeordnete Rolle beim Sehen. Sie kommt nur in sofern in Betracht, als sie eine gewisse Anzahl

lichtempfindender Punkte ohne allen räumlichen Zusammenhang enthält. Erst die Muskeln und die von ihnen ausgehenden Bewegungsgefühle bringen einen Zusammenhang zwischen diesen Punkten hervor; die Grösse einer Augenbewegung ist der einzige Maassstab für jede gesehene Raumgrösse und Entfernung. Ein unendlich complicirtes System von Lichtpunkttempfindungen mit Reflexbewegungen und deren associrten Empfindungen bewirkt jede Localisation im Gesichtsfeld, sei es Grösse, Entfernung oder Richtung eines gesehenen Objectes.

Für uns sind beide Theorien, so fein und so weit sie ins Einzelne gearbeitet sein mögen, ganz unbrauchbar, weil sie von vorn herein versäumt haben, zwischen Empfindung und Beurtheilung des Empfundenen strenge zu trennen. Beide Theile experimentiren mit gesehenen Objecten, d. h. mit Urtheilen, und führen ihre Theorien so aus, als wären diese Urtheile reine nothwendige Empfindungen. Wir können desswegen von vorn herein beide Theorien verwerfen, ohne ihre einzelnen Ausführungen weiter zu verfolgen, obwohl es leicht wäre nachzuweisen, was meistens die Gegner schon an ihren Gegnern geleistet haben, dass die Projectionstheorie der Erfahrung widerspricht, indem sie nicht die Doppelbilder genügend erklären kann, und dass die Identitätstheorie unfähig ist, die Einwirkung der Augenmuskeln in normalen und pathologischen Fällen zu deuten, welche letztere Hering bisher in auffallender Weise ignorirt hat. Wir sind weit entfernt, den zahlreichen von beiden Seiten angestellten Experimenten ihren Werth zu bestreiten, wir halten es nur für höchst gefährlich, auf Grund weniger und namentlich einseitiger Experimente bedeutende Theorien zu bauen, welche nur im Zusammenhang mit einer sehr umfangreichen Erfahrung und durch philosophisches Denken gefunden werden können.

Als reine Empfindung der Netzhaut müssen wir nun, ähnlich wie Johannes Müller es gethan und in annähernder Uebereinstimmung mit Schopenhauer aber im Widerspruch mit fast allen anderen neueren Physiologen, das ganze Gesichtsfeld mit allen darin enthaltenen Contouren auffassen, so weit dasselbe vor dem Hinzutreten irgend eines Urtheils zu denken ist. Es ist darin nicht die Rede von dem Erkennen irgend eines Objectes, denn sobald diess geschehen soll, muss sich die Netzhautempfindung

mit einem Urtheil combiniren, es ist nur gemeint das Abgrenzen aller Linien gegen einander, welches Aubert ausdrücklich schon als eine Beurtheilung des Gesehenen auffasst. Unserer Auffassung nach liegt das in der räumlichen Form der Empfindung einbegriffen, dass die Contouren aufgefasst werden. Diese Empfindung ist in einer gewissen Weise localisirt, aber nur ganz im Allgemeinen vor dem Auge. Sobald der Ort irgend eines Objectes erkannt werden soll, gesellt sich ein Urtheil hinzu, und die Netzhautempfindung bildet nur neben Muskelgefühlen ein Motiv für das Urtheil. Jeder lichtgebende Punkt wird unmittelbar in einer gewissen Richtung aufgefasst, aber nur ganz im Allgemeinen; sobald seine Richtung wirklich beurtheilt und erkannt werden soll, müssen Bewegungen des Auges eintreten, welche die Augenachse auf den Punkt richten, und jene Empfindung gibt nur das Motiv für diese Bewegung und weiterhin für das Urtheil, welches sich daran schliesst. Das Auffassen von Contouren durch reine Empfindung ohne Urtheil hat gar nicht so viel Befremdendes, als man vielleicht nach den ausserordentlichen Anstrengungen dasselbe auf Umwegen zu erklären und den häufigen rathlosen Verzweiflungsrufen der Physiologen erwarten sollte. Erinnern wir uns nur mancher That-sachen aus dem gewöhnlichen Leben. Ich will noch nicht erwähnen den Zwang der Contouren beim stereoskopischen Sehen oder bei pseudoskopischen Mustern, Ausdrücke, welche von Aubert von seinem Standpunkte aus mit Recht für ganz unverständlich erklärt werden, weil er überhaupt keine Empfindung von Contouren kennt; ich will nur daran erinnern, wie oft im Leben wir Contouren wahrnehmen, ohne gleich zu erkennen, welchem Object sie angehören. Z. B. wir betrachten unterm Mikroskop das verwickelte Bild von Gefässnetzen, Zellen und Bindegewebsgerüst; dann sind alle Contouren von vorn herein sichtbar, nirgends eine Lücke im Gesichtsfeld, aber lange dauert es, bis wir die Contouren alle auf ihre Ursachen reducirt, d. h. bis wir die Bilder richtig gedeutet haben, und wir müssen zufrieden sein, wenn uns überhaupt eine richtige Deutung gelingt. Ganz analog ist es, wenn wir Wolken am Horizont mit Bergzügen verwechseln, wenn wir den Giebel eines nahen Hauses, welches grössttentheils verdeckt ist, für die ferne Spitze eines Berges halten oder den Blick auf eine gemalte Mauer verwechseln mit der weiten Aussicht auf das

Meer. In dem Moment, wo wir unsren Irrthum gewahr werden, tritt die Analogie mit der richtigen Deutung des mikroskopischen Bildes ein.

Es kann nicht anders sein, als dass uns allgemein zugegeben werden muss, dass bei der hier vorgetragenen Auffassung der Gesichtsempfindung ausserordentlich viele Schwierigkeiten wegfallen für die Erklärung der Art und Weise, wie wir uns überhaupt im Raume orientiren. Die ganze Thätigkeit der Augenmuskeln, die man schon immer mit Recht als Vermittelungsglied zwischen der Retinaempfindung und unserem Urtheil betrachtet hat, wird jetzt erst begreiflich. So lange wie man sich denkt, dass durch die Empfindung der Augenbewegung die Gesichtsempfindung überhaupt erst eine räumliche Qualität erhält, so lange gehört nothwendig noch eine ganze Reihe weiterer Annahmen, die in der Erfahrung durch nichts gestützt sind, dazu, um überhaupt zu erklären, dass wir räumliche Anschauungen gewinnen. Da müssen sich mit jedem lichtempfindenden Retinapunkt bestimmte Bewegungsgrössen associren und zu einem Ganzen verschmelzen; die Empfindung in den willkürlichen mancherlei Störungen leicht unterworfenen Muskeln muss gerade so wie eine von unserem Willen ganz unabhängige Sinnesempfindung durch Gewohnheit und Uebung dauernde Gestalt bekommen; da aber dieselben Bewegungsgrössen für sehr verschiedene Raumgrössen angewandt werden müssen, je nachdem die Objecte näher oder ferner sind, so ist wiederum gar nicht zu begreifen, wo dennoch die Unterschiede der Tiefendimension in der Wahrnehmung herkommen; dazu müssen wieder neue Annahmen gefunden werden. Aubert sagt (l. c. p. 261): „Wie wir uns den Objecten gegenüber orientiren lernen bei der fortwährend wechselnden Lage unserer Netzhaut, von welcher selbst wir absolut nichts wissen, weiss ich mir nicht zu erklären.“ Und wenn wir bereits gelernt haben, uns zu orientiren, „sollen wir da fortwährend unbewusste Schlüsse über die Grösse unserer Bewegungen, fortwährende Reductionen der Netzhautbilder auf die Bewegungsgrössen und umgekehrt machen? So complicirt diese Thätigkeit erscheint, so können wir uns doch keine andere Art der Erklärung denken.“ In der That, diese Schwierigkeiten sind sehr gross, ja wenn man sie ganz consequent verfolgt, so sind sie unübersteiglich, denn es ist in der That ungereimt, wie wir oben

nachgewiesen haben, die räumliche Qualität der Netzhautempfindung durch die intensive Grösse von Bewegungen erklären zu wollen.

Dagegen sind wir in Stand gesetzt, sobald wir eingesehen haben, dass die durch die Netzhaut allein vermittelte Empfindung die Auffassung sämmlicher Contouren im Gesichtsfeld in ihrer bestimmten Ordnung enthält, an der Hand der Erfahrung und Selbstbeobachtung sowohl den Einfluss der Augenmuskeln auf den Sehact zu analysiren, als auch die Art, wie wir uns überhaupt orientiren lernen, zu verstehen. Vor dem Hinzutreten jeden Urtheils, haben wir gesagt, ist die Netzhautempfindung schon einigermaassen localisirt, d. h. sie liegt nur vor dem Auge ohne einen bestimmten Anhalt; sie gibt dadurch jedem auf sie zu gründenden Schlusse die Weisung, die Ursache der Empfindung vor dem Auge zu suchen. Erinnern wir uns, dass wir alle entoptischen Erscheinungen ebenso wie die Aderfigur im Allgemeinen vor dem Auge sehen, ohne dass wir einen Anhalt haben, sie irgendwohin zu localisiren, so wird es verständlicher, was wir mit jener allgemeinen Localisation der Netzhautempfindung vor dem Auge meinen. Wir können Nachbilder und alle entoptischen Erscheinungen natürlich auf reelle äussere Objecte projiciren und dadurch sie in eine bestimmte Entfernung versetzen, aber das ist nicht nöthig; wir können sie auch für sich allein ohne Vergleichung mit äusseren Objecten betrachten, z. B. im völlig finsternen Zimmer, und werden sie immer vor dem Auge in einer Entfernung sehen, die wir gar nicht genau bestimmen können. Vor dem ruhenden Auge, noch ehe es Bewegungen zu machen gelernt hat, befindet sich also das Bild der umgebenden Welt, so weit sie vom Gesichtsfeld umfasst wird, und es ist nicht die Aufgabe, den Verlauf der Contouren selber durch Bewegungen zu begleiten und dadurch erst kennen zu lernen, sondern vielmehr, die mit einem Schlage des Lides fertig sich darbietenden und empfundenen Contouren so zu deuten, dass man ihre reale Ursache erkennt. Diess lernt das Kind mit der Entwicklung des Verstandes, indem es einmal das Material der Netzhautempfindung zu immer weitergehenden Schlüssen verwerthet, dann aber auch, indem es ohne Zweifel durch die Muskelgefühle wesentlich unterstützt wird in diesen Schlüssen.

Das Material der Netzhautempfindung umfasst also das ganze Gesichtsfeld, dessen Form und Ausdehnung verschiedentlich gemessen worden ist. Dass darin unter normalen Verhältnissen die Lücke des blinden Fleckes und verschiedene kleinere Lücken vorkommen, ohne dass wir es im Sehen bemerken, ist eigentlich nicht wunderbarer, als dass wir überhaupt da nicht sehen, wo wir keine Augen haben. Ich finde gar keinen Grund, sich den Kopf darüber zu zerbrechen, wie jene Lücke von unserem Urtheil ausgefüllt wird. Sie wird ebensowenig von unserem Urtheil ausgefüllt oder überhaupt berücksichtigt, wie die hinter uns gelegenen Dinge. Die Dinge werden desswegen nicht zusammenschrumpfen, weil wir einen Theil von ihnen nicht sehen; nur wenn grade das Ende einer Linie vom blinden Fleck verdeckt wird, muss sie natürlich kürzer erscheinen. Ebenso verhält sich's in pathologischen Fällen, wenn das Gesichtsfeld ringsum oder von einer Seite her eingeschränkt ist, oder umschriebene Partien der Netzhaut unempfindlich gegen Licht geworden sind. Pathologische Vergrösserungen des blinden Fleckes gehören z. B. zu den häufigen Erscheinungen. Dabei kommt es niemals vor, dass die Patienten die Objecte verkleinert sähen; jede Mikropsie ist auf Accomodationsstörungen zu beziehen. Im Gegentheil, oft werden die Kranken, welche seit Jahren schon an Gesichtsfeldbeschränkung leiden, erst durch die Untersuchung des Arztes auf diesen Uebelstand aufmerksam, welcher ihnen selber bis dahin ganz entgangen war. Nur Theorien, welche auf dem Idealismus ruhen und die Empfindung mit dem Urtheil über dieselbe verwechseln, können dem blinden Fleck einen Einfluss auf die Beurtheilung der Grösse von Objecten und überhaupt auf den Sehact zuschreiben.

Das wichtigste Material, welches die Netzhautempfindung dem Verstände liefert, sind ohne Zweifel die Contouren, wodurch sich die Objecte von einander abgrenzen, in welchen ihre Formen ausgedrückt sind. Unbewusste Schlüsse sind allerdings sehr viele nötig, um diese Formen richtig zu deuten, aber keine, die nicht auch bewusst werden könnten. Fragen wir die Maler nur, wie sie es machen, ein Gemälde mit täuschender Wahrheit auf die Leinwand zu bringen. Sie können es nicht, wenn sie nicht jenen Schlüssen nachspüren, welche wir von Jugend auf gemacht haben,

um aus den vielfach verzogenen und mannigfaltigen Contouren die Formen der Objecte zu erkennen, d. h. vor Allem die Gesetze der Perspective. Aus ihnen geht hervor, dass wir sehr wohl auf Grund der Netzhautempfindung allein ein Urtheil über die Tiefendimension, über Grösse und Entfernung haben können ohne Rücksicht auf die Augenbewegungen. Es ist bisweilen hervorgehoben worden, dass das Wahrnehmen der Tiefe so unmittelbar sich uns aufdränge, dass wir nicht erst auf dem Umwege eines Schlusses zu dieser Wahrnehmung zu gelangen schienen. Ein gewisser Zwang zur Tiefenwahrnehmung scheint häufig in dem Material der Netzhautempfindung zu liegen, ich erinnere besonders an die stereoskopischen Effecte. Hering hat sogar Versuche angestellt, welche beweisen sollen, dass einige Theile der Retina geschickter seien, ihre Eindrücke in grössere Entfernung auszulegen als andere. Diese Versuche sind jedoch von einem falschen Gesichtspunkte aus unternommen. Die Erkenntniss der Tiefendimension ist immer ein Urtheil, denn unser Sinnesorgan ist eine Fläche, welche an sich unmöglich die Tiefe unmittelbar erfassen kann. Es gehört eine active Thätigkeit des Geistes, d. h. der urtheilende Verstand dazu, um zu unterscheiden, welche Theile der wahrgenommenen Objecte näher und welche ferner liegen. Aber sehr wohl können in der Empfindung, die an sich nur eine sehr allgemeine Localisation hat, Motive für den Verstand liegen, sobald er die Ursache der Empfindung erkennen will, den Objecten nähere oder weitere Entfernung zuzuschreiben. Diese Motive können mehr oder weniger zwingend sein, und je stärker der Zwang ist, je unmittelbarer scheint uns die Wahrnehmung der Tiefe.

Dieser Zwang liegt meistens in einer bestimmten Anordnung der Contouren, welche indessen so mannigfaltig sein kann, dass wir schwerlich in kurzen Worten eine Uebersicht über alle möglichen Fälle gewinnen können. Des Beispiels wegen führe ich die Figur einer vierseitigen Pyramide an, welche mit einfachen Linien so gezeichnet ist, dass wir schräg von oben auf ihre Spitze sehen. So lange wir diese Figur so deuten, dass die Spitze nach oben über die Fläche des Papiers hervorragt, bleibt das Bild unverändert; plötzlich aber veranlasst uns die reproductive Einbildungskraft, die Figur so zu deuten, als wenn wir auf die Grund-

fläche einer hohlen Pyramide sähen, deren Spitze unter die Fläche des Papiers vertieft erscheint. Auf das Schema einer solchen hohlen Pyramide bezogen ist die Figur wieder ebenso ruhig vor unseren Augen als vorher, bis diese Vorstellung wieder mit der ersten wechselt. Hier werden wir wieder auf den von Kant so genannten Schematismus des Verstandes geführt, der nach Kant's eigenem Ausdruck „eine verborgene Kunst in den Tiefen der menschlichen Seele ist, deren wahre Handgriffe wir der Natur schwerlich jemals abrathen und sie unverdeckt vor Augen legen werden.“ Allein diese ausserordentliche Schwierigkeit, die dem grossen Philosophen in diesem Prozess zu liegen schien, beruht vorzugsweise darauf, wie wir oben schon erwähnt haben, dass er die Schemata, auf welche der Verstand die sinnlichen Eindrücke bezieht, als etwas a priori vor aller Erfahrung im Verstande Vorhandenes betrachtet. Sehr viel leichter zu begreifen ist die Sache, wenn man sich klar macht, wie die Schemata entstehen. Das Kind lernt erst aus den Contouren im Gesichtsfeld Schlüsse machen auf die Form der Objecte, und je öfter diese Uebung stattfindet, je schneller und leichter ist der Prozess, ein gesehnes Bild auf ein Schema zu beziehen, z. B. die Linien einer Pyramide auf diese selbst. Die Schemata sind auf diese Weise nur abstrahierte Vorstellungen aus den sinnlichen Eindrücken, welche die schnelle Beurtheilung neuer Eindrücke erleichtern. Kant führt ein sehr complicirtes Beispiel an, indem er sagt: „Der Begriff vom Hunde bedeutet eine Regel, nach welcher meine Einbildungskraft die Gestalt eines vierfüssigen Thieres allgemein vorzeichnen kann.“ An einfacheren Beispielen wie an Figuren, die aus wenigen Linien zusammengesetzt sind, lernt man, dass diese im Gedächtniss erhaltenen Regeln sich keineswegs immer auf ganze Objecte beziehen, sondern oft nur Regeln sind für die Beurtheilung der Lage einzelner Linien im Raume. Die einfachsten stereoskopischen Versuche, z. B. der berühmte Wheatsstone'sche Versuch, sind Beispiele davon, wie wir durch ganz bestimmte einfache Netzhautempfindungen zu ganz bestimmten Urtheilen über die Lage einer Linie im Raum veranlasst werden; und weil eben eine fertige, sehr oft befolgte und im Gedächtniss bewahrte Regel uns über den Prozess des Schliessens so schnell hinweghilft, dass wir es völlig unbewusst vollziehen, so glauben wir, die

Wahrnehmung der Tiefendimension könne ebenso unmittelbar von uns aufgefasst werden, wie eine reine Empfindung.

Diese Regeln sind offenbar ebensowohl abstracte Grundsätze, die wir unbewusst uns angeeignet haben, als Schemata von Bildern. Einer der allerwichtigsten für die Entwicklung des Sehvermögens ist der Grundsatz, dass mit der abnehmenden Grösse des Gesichtswinkels die Entfernung des Objects zunimmt. Ich will diesen Grundsatz nicht als die einzige Quelle unserer Urtheile über Grösse und Entfernung hinstellen, denn weiter unten werden wir noch den Einfluss der Muskelgefühle in dieser Hinsicht zu berücksichtigen haben, aber doch ist er die hauptsächlichste Quelle. Fortwährende Vergleiche zwischen den Objecten des Gesichtsfeldes, zu denen uns zunächst die Empfindung der Contouren durch die Netzhaut das Motiv bietet, dann aber auch die Bewegungen des Auges sehr behülflich sind, verschaffen uns den Maassstab über die relative Grösse der Objecte, und ist ein Object seiner Grösse nach bekannt, so erscheint es stets um so ferner, je kleiner sein Netzhautbild oder sein Gesichtswinkel ist. Diese Schlüsse lernen wir mühsam als Kinder, bis sie uns so unveräusserliches Eigenthum geworden sind, dass wir sie unbewusst beständig mit grosser Schnelligkeit ausführen. Wir sind dann plötzlich staunend überrascht, wenn die altbewährten Regeln zu einer Täuschung führen. Wir schlossen z. B. nach einem ähnlichen Princip, dass ein im Nebel erscheinender Mensch sehr entfernt sei, und sein Netzhautbild in unserem Auge ist so gross wie nur das eines Riesen sein kann, wenn er sich in der von uns zu schnell geschätzten Entfernung befindet. Dessenwegen kommt uns der Mensch ungewöhnlich gross vor, bis er uns so nahe kommt, dass der Nebel auf die Klarheit seines Bildes keinen Einfluss mehr hat und wir nun zu unserer Ueberraschung finden, dass wir ihn viel zu gross geschätzt hatten.

Solche und ähnliche Täuschungen sind vorzugsweise die Wege, auf welchen wir jene allgemeinen Regeln wieder entdecken, die wir uns unbewusst bei der Entwicklung unseres Verstandes und Sehvermögens angeeignet haben. Wir finden dann, dass diese Regeln hervorgegangen sind theils aus Eigenschaften der Netzhautempfindung, theils aus dem Verstände, welcher in jener das Motiv zu seinem Urtheil gefunden hat. Der Grundsatz z. B.,

dass trübere, von Nebel bedeckte Objecte ferner sind als rein und klar erscheinende, entwickelt sich aus der häufigen Vergleichung darauf bezüglicher Empfindungen und der Uebung, sie zu beurtheilen. In diesem Sinne sind die Erscheinungen der Irradiation, der Stereoskopie und Pseudoskopie höchst instructiv.

In Bezug auf die Irradiation muss ich mir die bei den Physiologen im Ganzen sehr verpönte Erlaubniss ausbitten, mich auf einige Beobachtungen unter freiem Himmel ohne alle Hebel und Schrauben zu berufen, für die ich eine gewisse Vorliebe besitze, namentlich gegenüber den neueren Arbeiten von Volkmann und Aubert. Früher nannte man Irradiation nur das Grösserer scheinen weisser oder überhaupt sehr heller Objecte auf schwarzem Grunde, während jetzt Volkmann auch entdeckt hat, dass sehr kleine schwarze Punkte auch eine ganz geringe Vergrösserung auf weissem Grunde erleiden, also eine Irradiation von schwarz auf weiss in beschränktem Maasse auch stattfinden kann. Höchst auffallend muss ich es finden, dass man in diesen mit grossem Aufwand von Experimenten und Rechnungen ausgeführten Arbeiten die Sache genügend erklärt zu haben glaubt, wenn nachgewiesen ist, dass das Netzhautbild eines hellen Objectes theils durch physikalische Zerstreuungskreise, veranlasst durch die brechenden Medien, theils durch physiologische oder sensible Zerstreuungskreise, veranlasst durch die Lichtintensität des Objectes vergrössert werde. Dabei ist gar nicht berücksichtigt, dass das Netzhautbild allein gar nicht genügt, um unser Urtheil über die Grösse eines Objectes festzustellen. Grössenurtheile sind nie getrennt von Entfernungsurtheilen und enthalten immer die Relation zwischen Netzhautbild und Entfernung des Objectes. Nun ist eine Thatsache, dass nähere Objecte stets mehr Licht in unser Auge senden und daher auch heller erscheinen, als fernere unter der Voraussetzung, dass beide absolut die gleiche Menge Licht aussstrahlen. In der Regel trifft also die grössere Helligkeit mit einem grösseren Netzhautbilde zusammen, so dass man sich sehr gut denken kann, dass daraus ein Motiv für den Verstand wird, hellere Gegenstände verhältnissmässig grösser zu schätzen. Jenen sorgfältigen physiologischen Untersuchungen über Irradiationerscheinungen, bin ich weit entfernt, ihre Bedeutung abzusprechen, allein sie erklären nur nicht die allgemein verbreitete Erscheinung,

dass wir überall geneigt sind, hellere Objecte grösser zu schätzen als eben so grosse dunkle. Folgendes Beispiel ist für mich sehr belehrend gewesen: Ich sah nach Sonnenuntergang auf eine breite Wasserfläche, welche mir gegenüber von einem völlig gradlinigen ebenen Ufer, wie von einem schwarzen, breiten, horizontalen Streifen begrenzt wurde. Der Mond stand mir gegenüber nicht sehr hoch am Himmel, so dass sein Reflex im ruhigen Wasser eine allmählich breiter werdende hellleuchtende Brücke von meinem Standpunkt bis unmittelbar an den jenseitigen Uferrand bildete. Die Hauptlichtmasse lag dem Ufer nahe und nun konnten Alle, die es sahen, sich des Eindrucks nicht erwehren, dass an jener Stelle das Ufer eingebuchtet und verschmälert, das Wasser aber breiter und wie nach oben gewölbt erscheine. Durch ein Concavglas, durch welches ich die Sterne ohne Strahlen sehe, fasste ich nun das Ufer scharf ins Auge und verfolgte seine Linie von rechts nach links und links nach rechts und fand, dass sich dabei an keinem Punkte wirklich eine Einbuchtung zeigte, sondern dass ich sehr wohl im Stande war, die Linie auf Grund der Empfindung meiner Netzhaut für vollkommen grade zu erkennen. Aber sowie die Aufmerksamkeit sich wieder vom Ufer ab aufs Wasser wandte, gleich war dieselbe Täuschung wieder da und war nicht zu vertilgen. Ganz analog beobachtet man eine Einbuchtung am Horizont, wenn das Sonnenbild im Begriff ist, sich hinter ihn zu versenken. Hier habe ich auch bemerkt, dass die Sonne, wenn sie etwa zur Hälfte hinunter gesunken ist, nicht mehr wie der Abschnitt des Kreises, sondern breiter wie der einer querliegenden Ellipse erscheint. Das ist nicht eine Vergrösserung des Netzhautbildes durch Zerstreuungskreise, die in dem letzteren Falle namentlich gar nicht zu erklären wäre, sondern ein Hinübergreifen des Urtheils über die Grenzen der Empfindung, veranlasst durch die Intensität der Empfindung, in welcher das glänzende Bild sich so bedeutend hervorhebt neben der dunklen Umgebung. Diess Motiv, seinem Ursprung nach halb psychisch, halb physiologisch, ist ohne Zweifel überall wirksam, wo weisse Gestalten grösser erscheinen als schwarze und schliesslich auch in jenen Experimenten mit weissen und schwarzen Linien und Quadraten.

Verwandt mit diesen Fällen, in denen die Intensität der Em-

psindung das Urtheil irre leitet, sind jene Fälle, in denen die extensive Eigenschaft der Empfindung, ein bestimmter Verlauf der Contouren den Irrthum veranlasst, die sogen. Pseudoskopie. Bekannt ist das Zöllner'sche Muster, in welchem die breiten Parallellinien, die von schmalen in ab- und aufsteigender Richtung schräg durchschnitten werden, zu convergiren und divergiren scheinen. Am stärksten ist die Täuschung, wenn man die Figur so dreht, dass man die Diagonale grade vor sich hat, weniger, wenn man sie senkrecht oder horizontal ansieht, sie verschwindet, wenn man die ganze Fläche bis zu einem gewissen Winkel gegen die Visirebene neigt. Hering's und Kundt's Erklärung der Erscheinung durch die unglückliche Sehnentheorie ist durch Aubert abgesertigt. Schwierig ist es allerdings, eine genügende Erklärung zu geben, aber doch sind wir nicht gemeint, so völlig rathlos wie Aubert die Sache liegen zu lassen. Der Gesichtspunkt, von dem aus wir sie beurtheilen müssen, ist der, dass es, wie wir oben gezeigt haben, nicht unsinnig ist, von einem Zwang der Contouren in unserem Urtheil zu reden. Alle Urtheile unseres Gesichtssinnes werden durch Motive in der Empfindung bestimmt, und kommen nach gewissen Regeln und Grundsätzen zu Stande, die wir uns allmählich unbewusst angeeignet haben.

Suchen wir die Regeln im vorliegenden Falle des Zöllner'schen Musters auf, so finden wir, dass die zahlreichen schräggestellten feinen Parallellinien, welche die groben kreuzen, diese letzteren gewissermaassen in ihre eigene Lage mit hinüberziehen suchen; es ist, als wenn eine Macht von der grösseren Zahl auf die kleinere ausgeübt wird; aus dem Auffassen der zahlreichen schrägen Linien entspringt die Neigung, die wenigen, welche sich dieser Richtung widersetzen, in demselben Sinne aufzufassen, jedoch nur so lange, wie die Streifen so durcheinander gemischt sind, wie im Zöllner'schen Muster. Es ist dort bekanntlich immer ein Streifen, in welchem die schrägen Linien von links oben nach rechts unten geneigt sind, neben einen gestellt, in dem die Neigung der schrägen Linien von rechts oben nach links unten geht und nur so lange dieser Contrast existirt, dauert die Täuschung. Decken wir den zweiten, vierten und sechsten Streifen im Muster mit weissem Papier zu, so steht der Rest der Streifen, in welchem die schrägen Kreuzungslinien alle in gleichem Sinne verlau-

fen, vollkommen parallel. Daraus schliessen wir, dass jenes Zahlenverhältniss nicht genügt, um die Täuschung hervorzurufen, sondern dass der Contrast der verschiedenen Richtung der Linien eine nothwendige Bedingung ist. Der Contrast ist aber nur dann möglich, wenn man nicht nur eine Linie mit Aufmerksamkeit fixirt, sondern möglichst weithin die neben einander liegenden zugleich beachtet. Fixirt man eine der starken Linien im Muster mit voller Aufmerksamkeit, so wird man sie stets so senkrecht finden, wie sie wirklich gezeichnet ist, nur die indirect gesehenen, seitlich gelegenen erscheinen schräg und nicht in dem Maasse, als wenn man überhaupt keine einzelne scharf fixirt, sondern möglichst allen zugleich die Aufmerksamkeit zuwendet. Dabei finde ich keinen erheblichen Unterschied, ob man mit einem oder mit beiden Augen auf das Muster sieht. Der erste ganz oberflächliche Blick auf's Muster lässt uns noch nicht die Täuschung in vollem Maasse empfinden, die aufmerksame Betrachtung des ganzen, ohne dass wir eine Linie speciell fixiren, bringt die Erscheinung auf den höchsten Grad und bewirkt auch, dass wir fortwährend unruhige Bewegungen mit dem Auge über das Muster hin machen; dadurch werden fortwährend Vergleiche zwischen der Lage der verschiedenen Linien angestellt und keine fixirt. Je länger wir so fortfahren, je intensiver drängt sich die Täuschung uns auf; nur wenn wir die Aufmerksamkeit auf eine Linie concentriren, tritt eine grössere Ruhe in der Erscheinung ein. Drehen wir das ganze Muster so um die Achse, dass wir senkrecht auf die Diagonale sehen, so ist die Täuschung am stärksten; aber es wird ein neues Moment bemerklich: nur diejenigen Streifen, deren schräge Kreuzungslinien jetzt für unser Gesichtsfeld senkrecht stehen, bieten die Neigung zum Convergiren gegen ihre Nachbaren, während die anderen, deren Kreuzungslinien für unser Gesichtsfeld horizontal liegen, gar nicht oder wenig von ihrer wahren Lage abzuweichen scheinen. Diess deutet darauf, dass der Zwang, der offenbar von den zahlreichen Kreuzungslinien ausgeübt wird, am stärksten ist, wenn diese senkrecht stehen, d. h. wohl, wenn ihre Lage verhältnissmässig am leichtesten und sichersten erkannt werden kann. Denn keine Lage einer Linie scheint mir im Allgemeinen so leicht richtig erkannt werden zu können, als die senkrechte. Möglich ist es freilich, dass für mein

Auge der in geringem Grade vorhandene Astigmatismus mit in Rechnung zu ziehen ist, denn die senkrechten Linien erscheinen mir bei gewöhnlicher Schweite von 12 Zoll stets reiner und schwärzer als die horizontalen; doch dürfte dieser geringe Unterschied bei den meisten Beobachtern, namentlich bei in geringem Grade kurzsichtigen, eben so sein. Dreht man dagegen das Zöllner'sche Muster so um die Achse, dass es einen bestimmten spitzen Winkel mit unserer Visirebene bildet, so hört die Täuschung auf, und zwar von dem Augenblicke an, wo die schrägen Kreuzungslinien in der Empfindung so nahe an einander rücken, dass sie zu einem Ganzen zu verschmelzen scheinen. Diess deutet noch einmal darauf hin, dass die schrägen Kreuzungslinien theils durch ihre eigne charakteristisch ausgesprochene Lage, so lange wir sie deutlich erkennen, theils durch den Contrast mit den benachbarten jenen Zwang zur Täuschung erzeugen, d. h. sie bilden unter solchen Bedingungen ein Motiv zu einem falschen Urtheil.

Ich will nicht behaupten, dass damit die Erklärung völlig abgethan sei, aber die Erscheinung steht doch wenigstens nicht mehr isolirt da, sie ist in eine gewisse Beziehung zu analogen Erscheinungen gesetzt worden. Der Contrast zeigte sich im Gebiet der Farbenempfindung von grossem Einfluss; dort rief die lebhafte Empfindung einer Farbe auf einer umschriebenen Retinapartie die Empfindung der complementären in den benachbarten Theilen hervor. Hier ist es die Empfindung sehr charakteristisch ausgesprochener Contouren, welche in den benachbarten Theilen des Gesichtsfeldes in gewissem Sinne entgegengesetzte Contouren hervorruft oder fordert; d. h. wenn keine Contouren überhaupt in der Nachbarschaft vorhanden sind, so werden keine neuen hervorgerufen, aber die vorhandenen werden, wenn sie einigermaassen dazu geeignet sind, im Sinne der Forderung aufgefasst, und bewirken so eine Urtheilstäuschung. Hering hat noch einige andere instructive Figuren geliefert, welche in einfacheren Linien als das complicirte Zöllner'sche Muster dieselbe Erscheinung darbieten. Z. B. ein Quadrat in einen Kreis hineingezeichnet erscheint so, dass die graden Seiten in entgegengesetzter Richtung wie ihre zugehörigen Kreisbögen schwach gekrümmmt aussehen. Ich erinnere noch an die den Architekten wohlbekannte Erscheinung, welche auch auf denselben Principien beruht, dass die horizontalen Parallellinien

unter dem Giebelfelde einer antiken Tempelform stets sich in der Mitte einander zu nähern scheinen, indem die obere im entgegengesetzten Sinne des Giebelwinkels nach unten auszuweichen strebt. Es bleibt dabei immer einigermaassen dunkel, was man charakteristisch ausgesprochene Contouren nennen will, und darauf weiss ich nur die Antwort zu geben, dass es solche sind, welche durch sehr deutliche und einfache Linien die Empfindung vorzugsweise nach einer Seite hinlenken. Dem Einfluss dieser Linien gegenüber fühlt das Auge gewissermaassen ein Bedürfniss, entgegengesetzte Eindrücke zu empfinden, und drängt durch solche physische Mittel den Verstand von seinem normalen Urtheil auf eine irrthümliche Bahn.

Nachdem wir auf diese Weise den Zwang, welchen die Contouren der Empfindung auf unser Urtheil üben können, näher betrachtet haben, wird es uns nicht schwer sein, den Zwang zur doppeläugigen Stereoskopie gleichfalls daraus zu erklären. Unmittelbare Netzhautempfindung und Gesichtsfeld haben wir bisher als Synonyme gebraucht und werden es auch ferner thun, nur wo grade der Begriff der Empfindung besonders betont werden sollte, haben wir ersten Ausdruck bevorzugt. Nun haben wir eben zwei Gesichtsfelder, weil wir zwei Augen haben und doch nur einen Verstand, der aus beiden ein Urtheil gewinnen soll, ein Ich, welches durch die doppelten Gesichtsorgane eine einfache Anschauung der Welt gewinnen soll. In der Netzhautempfindung des einen Auges sind alle Contouren seines ganzen Gesichtsfeldes enthalten, aus denen der Verstand die Motive zum Erkennen der Objecte nehmen soll. Wenn nun das andere Auge nach einer anderen Richtung sähe und völlig andere Bilder auffasste, so würde der Verstand entweder nur die Bilder des einen Auges berücksichtigen und die des anderen vernachlässigen müssen, oder er müsste zu gleicher Zeit zwei verschiedene Eindrücke durch zwei Organe, die nichts mit einander zu thun haben, verarbeiten, d. h. zwei Urtheile fällen müssen. Letzteres ist erfahrungsmässig unmöglich, das Perceptionsvermögen kann nur eine Wahrnehmung zur Zeit bewältigen. Dafür spricht am schlagendsten die berühmte astronomische Beobachtung, dass niemand in demselben Momente einen Gesichts- und Gehörs-Eindruck zugleich auffassen kann; außerdem können wir dasselbe durch tägliche Selbstbeobachtung constatiren. Folglich ist nur ein Weg übrig, auf welchem dennoch beide Augen ver-

werthet werden können: sie müssen beide in der Weise nach der selben Richtung sehen, dass ihre Gesichtsfelder in allen Einzelheiten auf einander passen. Die Natur vollzieht ohne unser Zuthun eine mathematische Operation, indem sie die angeschaute Welt sich nach bestimmten Gesetzen auf unserer Netzhaut projiciren lässt, so dass wir sie als einen Complex von Bildern im Gesichtsfeld empfinden. Soll nun das Empfindungsmaterial aus beiden Augen zu einem einzigen Urtheil verwerthet werden, so müssen natürlich alle jene Bilder des einen Gesichtsfeldes mit denen des anderen congruent sein, sonst würde bei der Gewalt, welche überhaupt die Contouren auf das Urtheil ausüben, nothwendig eine grosse Verwirrung entstehen müssen. Wir müssen uns stets erinnern, dass wir es in der Empfindung nicht mit einzelnen Objecten zu thun haben, auf die sich grade die Aufmerksamkeit richtet, sondern mit ganzen Gesichtsfeldern, in denen die einzelnen Objecte einen bestimmten Platz unter vielen anderen benachbarten einnehmen. Wenn also die geometrische Projection des einen Gesichtsfeldes nicht mit der des anderen congruent ist, so kann nicht ein einziges Object als solches richtig beurtheilt werden, es sei denn, dass der Verstand den Eindruck des einen Auges ganz vernachlässigt. Nun tritt der wichtige Umstand ein, dass beide Augen durch ihre natürliche Lage eine in geringem Grade von einander verschiedene perspectivische Ansicht ihrer Objecte erhalten. Demgemäß werden die Gesichtsfelder beider Augen wenigstens in Bezug auf die mittleren Objecte in geringem Grade mit einander incongruent. Das eine Auge sieht von diesen Objecten ein wenig mehr von der einen, das andere ein wenig mehr von der anderen Seite. Aber der Verstand findet in diesem Umstand ein vorzügliches Mittel, um die Tiefendimension, die Körperlichkeit der Objecte zu erkennen. Wenn ein Object so beschaffen ist, dass das eine Auge eine recht bedeutend andere Ansicht von ihm erhält wie das andere, so ist das durch seine Ausdehnung in der Tiefendimension zu erklären; es muss körperlich gegen uns vorragen, damit jenes der Fall sein kann. Dass der Verstand dieses sehr plausible Hülfsmittel wirklich benutzt, um die Tiefendimension zu erkennen, wird durch die Täuschung bewiesen, welche die Stereoskopie uns bietet. Sie ist der experimentelle Beweis für jene Behauptung. Wenn jedem Auge eins von zwei völlig congruenten

Bildern dargeboten wird, so dass es womöglich das ganze Gesichtsfeld ausfüllt, so ist es ziemlich gleichgültig, nach welcher Richtung die Augen sehen; die Bilder werden in eine Anschauung verschmolzen, und von der Stellung der Augen verspüren wir höchstens den weiter unten zu behandelnden Einfluss, welchen die Muskelgefühle ausüben können; die gemeinsame Anschauung ist nicht wesentlich verschieden von der, die wir durch ein Auge erhalten können. Wenn aber beide Bilder eine leichte Incongruenz zeigen, dass jedes in dem Sinne perspectivisch verschoben erscheint, wie es in Wirklichkeit dem einen Auge erscheinen würde, so tritt in der gemeinsamen Anschauung die sehr bemerkenswerthe Wirkung hervor, dass ein Zwang darin herrscht, die Objecte alle körperlich aufzufassen, viel entschiedener, als wenn nur ein einzelnes Bild betrachtet würde. Je stärker jene seitliche perspectivische Verschiebung, desto stärker der Eindruck des Reliefs, eine Thatsache, welche besonders schlagend durch das Telestereoskop von Helmholtz bewiesen wird.

Um stereoskopische Versuche zu machen, muss man jedem Auge ein besonderes Bild bieten, so dass also die Sehachsen, welche sonst in der Regel auf einen Punkt convergiren, einander annähernd parallel werden. Von dieser ungewöhnlichen Stellung könnte man wohl einen Einfluss auf die Beurtheilung des Bildes erwarten, zumal da man im Allgemeinen sehr geneigt ist, den Augenmuskeln und Gefühlen einen unbestimmt grossen Einfluss auf den Sehact zuzuschreiben. Nachdem wir nun aber der Netzhautempfindung schon die räumliche Form zugesprochen, und aus ihr allein bereits die Urtheile über Grösse und Entfernung abgeleitet haben, nachdem wir den mächtigen Einfluss der Contouren des Gesichtsfeldes auf die Beurtheilung der Formen anerkannt haben, was bleibt da noch übrig für die Thätigkeit der Muskeln? Doch bleibt ihr noch ein geräumiges Feld, wenn auch nicht so gross, wie die moderne Projectionstheorie ihr gewährt. Wollen wir die Richtung erkennen, in welcher ein Object liegt, dessen Contouren wir empfinden, so müssen wir es mit den Sehachsen fixiren, und das Muskelgefühl der Augenmuskeln in Harmonie mit dem des ganzen Körpers gibt uns das Motiv, um ein richtiges Urtheil zu bilden. Wir sagten schon, dass in der Netzhaut die Fähigkeit liegt, im Allgemeinen die Richtung der empfangenen

Lichteindrücke aufzufassen; dadurch erklärt sich die umgekehrte Lage der Empfindung gegenüber dem wirklichen Netzhautbilde. Aber diese Fähigkeit dient nur dazu, den Augenmuskeln den Impuls zu geben, dass sie die Stelle des deutlichsten Sehens auf das zu erkennende Object zu richten im Stande sind. Halten wir ein Auge zu, so werden wir beim raschen Vorstoss mit dem Finger jedesmal ein fixirtes Object verfehlten, weil die Fixation mit einem Auge allein uns nicht so sicher im Raum orientirt als die mit beiden, besonders wenn plötzlich diese Gewohnheit unterbrochen wird. Jedoch fehlen wir nicht sehr weit und können beim langsamem Vorstrecken des Fingers immer ganz sicher den gesehenen Raum durchmessend das Object treffen. Dabei leitet uns augenscheinlich mehr die Wahrnehmung der Contouren des Gesichtsfeldes als das gestörte Muskelgefühl. Nichtsdestoweniger ist es leicht begreiflich, wie das feste Erkennen der Richtungen aller Gesichtsobjecte ausserordentlich zu unserer Orientirung beitragen muss. Dass aber wirklich die Augenmuskeln dieses leisten, das beweisen dem Arzte die zahlreichsten Beispiele aus der Pathologie derselben. Wenn z. B. ein Augenmuskel plötzlich gelähmt ist, so äussert sich der Muskelschwindel dadurch, dass alle Gesichtsobjecte nach Seite des gelähmten Muskels verschoben erscheinen. Ist der Abducens der rechten Seite gelähmt, so erscheint das ganze Gesichtsfeld nach rechts verschoben, und wenn das gesunde Auge geschlossen wird, so wird der Kranke jedesmal nach rechts am fixirten Objecte vorbeistossen. Sein Muskelgefühl ist in der Weise alterirt, dass er weit nach rechts zu sehen glaubt, während er in der That nur gradeaus sieht. Das Gefühl des Impulses auf den gelähmten rechten Abducens ist sehr stark, während der Effect desselben unverhältnissmässig gering ist. Kommt aber das gesunde Auge dem kranken zu Hilfe, dann gleicht sich die Störung wenigstens in so weit aus, als beide Augen ein gemeinsames Gesichtsfeld haben. Der Zwang der congruenten Gesichtsfelder ist doch stärker als der des gestörten und selbst krankhaft gesteigerten Muskelgefühls. So lange richtig mit beiden Augen fixirt wird, ist keine Täuschung bemerklich, aber sowie beim Blick nach rechts convergirendes Schielen eintritt, da tritt die alte Täuschung wieder ein; die Bilder des rechten Auges erscheinen zu weit nach rechts als gleichnamige Doppelbilder.

Man kann derartige Beispiele nicht treuer und lebhafter schildern, als von Gräfe es (im Archiv für Ophthalmologie I., 1) in den Beiträgen zur Physiologie und Pathologie der schiefen Augenmuskeln gethan hat.

Will man den Einfluss der Muskelgefühle auf die Erkenntniss der Richtung in einen Ausdruck zusammen fassen, so kann man sagen: sie veranlassen die richtige Projection des Gesichtsfeldes. Der Sinn des Wortes ist hier aber ein ganz anderer als in der eigentlichen Projectionstheorie. Diese kennt gar keinen durch die Netzhaut allein vermittelten Zusammenhang des ganzen Gesichtsfeldes, und behauptet, dass das Bild jedes einzelnen Objectes vermöge der Muskelgefühle nach den Richtungslinien hinaus an den Ort versetzt wird, welcher ihm zukommt. Um dabei das Auftreten von physiologischen oder pathologischen Doppelbildern zu erklären, muss sie zu der höchst willkürlichen Annahme greifen, dass in solchen Fällen die Netzhautbilder auf den Richtungslinien nicht weit genug oder zu weit hinausprojicirt werden, wofür gar keine weiteren Anhaltspunkte in der Erfahrung gegeben sind, und was sogar nachweislich nicht der Fall ist, wie besonders Hering nachgewiesen hat (Beitr. zur Physiologie 1862). Wir müssen uns überhaupt dagegen verwahren, dass man das Wort Projection zu wörtlich verstehe. Es soll nicht im Sinne irgend welchen Hinaustragens der Netzhautbilder verstanden werden. Die Netzhautempfindung liegt auch ohne Muskelgefühle stets vor dem Auge und der Verstand erkennt die Entfernung auch schon auf Grund der Gesetze der Perspective und der stereoskopischen Anschauung. Aber das Urtheil über die Richtung des fixirten Objectes und damit über dessen wirklichen Ort im Raume wird erst sicher durch die Muskelgefühle, welche die Fixation begleiten. Die Harmonie zwischen dem Gefühl in den Augenmuskeln und denen des Kopfes und ganzen Körpers ist nothwendig, um diess Urtheil zu befestigen. Mit diesem Urtheil über das fixirte Object ist aber noch weit mehr verbunden; es ist in Folge der festen zusammenhängenden Ordnung aller Contouren im Gesichtsfeld ein Anhaltspunkt zur richtigen Localisirung aller anderen Objecte gewonnen. Wir sagten desswegen mit Absicht, dass nicht das fixirte Object richtig projicirt wird, sondern zugleich das ganze Gesichtsfeld. Es kann sich bei den seitlich gelegenen Dingen wohl noch um

einen Irrthum in Bezug auf Grösse und Entfernung, aber nicht um einen wesentlichen Irrthum in Bezug auf ihre Richtung, in der wir sie sehen, handeln. Die Begriffe rechts und links und oben und unten sind durch die feste Beurtheilung des fixirten Objectes in die ganze Anschauung hineingebracht; sie gehören von dem Moment der Fixation an der sinnlichen Anschauung an, wenn sie auch noch nicht sogleich als abstracte Begriffe erkannt werden. Die ausserordentliche Bevorzugung der Macula lutea in der Sehschärfe vor den peripherischen Netzhauttheilen wird auf diese Weise ausser zum schärferen Erkennen auch noch zu dem bedeutenden Zwecke verwerthet, einen festen Anhalt für die Orientirung im Raum zu gewähren.

Noch ein unentbehrlicher Vortheil für die Anschauung wird durch das Gefühl der Fixation in seiner Harmonie mit den übrigen Körpermuskeln erreicht, nehmlich die Fähigkeit, bewegte Objecte von ruhenden zu unterscheiden. Freilich bewegen sich die Contouren im Gesichtsfeld neben einander und gegen einander, aber so lange wir nicht das bestimmte Gefühl haben, dass unsere Netzhaut und wir selber fest stehen, muss uns manche Bewegung unerkennbar bleiben. Erst durch die feste Fixation kann auch über die Bewegungen der Objecte unser Urtheil sicher werden, und den experimentellen Beweis hierfür liefern uns zahlreiche Selbstbeobachtungen im gewöhnlichen Leben, und die Gegenprobe gleichsam ist es, wenn wir ruhende Objecte wie in Bewegung begriffene auffassen, weil unsere Fixation und Körperhaltung uns nicht davon unterrichten, dass wir gegen unseren Willen uns selbst bewegen oder bewegt werden. Diess ist der Fall beim langsamen geräuschlosen Fahren auf der Eisenbahn oder auf dem Wasser. Ich will auch nicht unterlassen, auf den schon öfter discutirten Fall von Disharmonie zwischen dem Gefühl unserer Augenmuskeln und den Körpermuskeln hinzuweisen, in welchem trotz fester Fixation die Empfindung entsteht, als bewegten sich die ruhenden Objecte. Diess ist der Fall, wenn wir eine Zeit lang ruhig auf die gleichmässig fortgesetzte Bewegung irgend welcher Objecte von einer Seite zur anderen gesehen haben, z. B. nach der Betrachtung des fliessenden Wassers oder einer langen Reihe vorüberziehender Thiere u. dgl. Alsdann scheinen, sobald wir den Blick plötzlich auf ruhende Gegenstände richten, diese sich nach

der entgegengesetzten Seite zu bewegen. Allen anderen Erklärungen dieser Erscheinung gegenüber mache ich darauf aufmerksam, dass die Betrachtung der bewegten Objecte in der That einen fortwährenden Reiz zur Ablenkung der Augen nach der Seite, um die Bewegung zu verfolgen, liefert, dass diesem Reize sehr häufig nachgegeben wird und die directe Fixation sehr oft durch kleine Bewegungen wieder hergestellt werden muss, oder dass, wenn man sich bewusster Weise controllirt, und jenem Reize absichtlich durch eine feste Fixation widersteht, dann doch die seitlichen Augenmuskeln auf der Seite, von wo die Bewegung herkommt, die grössere Anstrengung haben, während beim Fixiren ruhender Objecte die Arbeit auf die beiderseitigen Augenmuskeln gleichmässig vertheilt ist. Die Muskeln werden also bei der Wendung des Blicks auf ruhende Dinge in einer lange geübten, d. h. gewohnten Thätigkeit unterbrochen, und das so entstandene Gefühl des Muskelschwindels zeigt sich, wie diess immer bei Augenmuskeln der Fall ist, in der abnormen Projection des Gesichtsfeldes. Ich sehe in dieser Erscheinung einen neuen Beweis für den ungemeinen Einfluss des Muskelgefühls auf die Projection des Gesichtsfeldes. Umgekehrt kann ich mich dazu nicht entschliessen, in der reinen Empfindung der Netzhaut eine Gewohnheit zu suchen. Eine Empfindung mag noch so lange gedauert haben, sobald der Reiz aufhört, nimmt sie auch wenigstens in einer bestimmten Frist ihr Ende. Nachbilder können nicht als die Folge der Gewohnheit aufgefasst werden, und in diesem Falle kann schon desswegen nicht von Nachbildern die Rede sein, weil erstens die wirkliche gesehene Bewegung in entgegengesetzter Richtung wie die Scheinbewegung erfolgte, und zweitens, weil man nicht die früher fixirten, sondern wirklich die ruhenden Objecte, auf welche der Blick sich später richtet, in Bewegung sieht. Wir werden noch weiter unten Gelegenheit haben, nachzuweisen, dass sich die Störungen der Augenmuskeln immer im Gesichtsfeld reflectiren.

Die Projection des Gesichtsfeldes durch die Fixirung eines Objectes ist besonders desswegen von so grosser Bedeutung für den Sehact, weil in der Empfindung allein kein genügender Anhalt liegt, einen Punkt als Mittelpunkt und Ausgang der Orientierung zu wählen. Die Sehschärfe ist allerdings in der Macula lu-

tea sehr viel bedeutender als in den anderen Theilen, aber der gewöhnliche Mensch weiss nichts davon. Die Objecte erscheinen in der ganzen Ausdehnung des Gesichtsfeldes wenigstens für den gemeinen Verstand in derselben Helligkeit; derjenige, der zum ersten Male durch Prüfung des exzentrischen Sehens den Unterschied zwischen dem Centrum und der Peripherie gewahr wird, wird stets sehr überrascht sein: zudem ist nach Förster's zahlreichen Messungen das wirkliche Centrum des Gesichtsfeldes nicht der Punkt des deutlichsten Sehens, sondern der blinde Fleck. So muss denn erst die Muskelthätigkeit hinzutreten und den Punkt des deutlichsten Sehens zum Fixirpunkt machen, und so erst den ersten festen Punkt schaffen, von dem aus die ganze Ordnung des Gesichtsfeldes richtig beurtheilt werden kann.

Viel untergeordneter, obwohl auch deutlich nachweisbar, ist der Einfluss der Muskeln auf die Beurtheilung der Grösse und Entfernung. Hier findet sich schon in der Empfindung allein ein grösserer Anhalt in den Gesetzen der Perspective und der Fähigkeit, die verschiedenen Objecte des Gesichtsfeldes leicht und schnell mit einander zu vergleichen. Allerdings kommen für diese Vergleiche die Bewegungen dem Urtheil sehr zu Hilfe. Wer weiss nicht, dass sich die Grösse eines ausgedehnten Objectes mit Hilfe mannigfachen Auf- und Niedergleitens der Sehachsen besser beurtheilen lässt als mit fixirtem Blicke! Die Empfindung erweckt das Bedürfniss, die Objecte in weiter Ferne aufzusuchen, und die Muskeln geben beiden Augen solche Stellung, dass sie die fernsten Objecte fixiren. Diese Bewegung des Fixirens in Nähe und Ferne hat man nicht unpassend die äussere Accommodation genannt. Dasselbe Bedürfniss nach dem Erkennen naher oder ferner Objecte ruft die Veränderungen der inneren Accommodation hervor, welche ihm eben so unbewusst nachgibt wie die äussere. Da nun alle öfter geübten Bewegungen in ihren Muskeln eine Gewohnheit hervorrufen, welche sich im Muskelgefühl ausdrückt, so erkennen wir auch in der inneren und äusseren Accommodation das Gewohnheitsmässige, sobald wie die Bewegungen ihrem Zweck nicht entsprechen und nicht in Harmonie mit der Gesichtsempfindung stehen. Wenn wir aus dem Gesichtsfelde alle anderen Anhaltspunkte entfernen ausser einem einzigen kleinen Fixationsobjecte, also z. B. einen Faden vor einer leeren weissen Wand auf-

hängen, so können wir aus dem Gefühle unserer äusseren und inneren Accommodation doch mit einiger Sicherheit die Entfernung und Grösse desselben schätzen, doch sind die möglichen Irrthümer dabei nicht unbedeutend. Das sagt also, dass ein gewisser Zustand der Accommodationsmuskeln das Urtheil dahin bestimmt, dass es ungefähr die Grösse und Entfernung des Objectes erschliesst, welcher jene Stellung sich auch unter anderen Verhältnissen anpassen würde. Mit jedem hinzutretenden Object in dem Gesichtsfeld wird unser Urtheil aber sicherer, weil immer mehr Anhaltspunkte in der Empfindung gewonnen werden. Wenn wir uns aber im völlig dunklen Raume befinden und ein Nachbild das Einzige ist, was im Gesichtsfelde erscheint, so ist sehr deutlich wahrzunehmen, dass mit der Accommodation für die Ferne das Nachbild grösser und ferner zu werden scheint, mit der Accommodation für die Nähe aber kleiner und näher. Diess ist nur von Hering geleugnet worden, doch völlig mit Unrecht, wie ihm schon von verschiedenen Seiten nachgewiesen ist. Es beweist die Beobachtung, dass die verschiedenen Accommodationsstellungen Motive für's Urtheil sind, die ihnen entsprechende Entfernung und Grösse zu schätzen. Beim Nachbild, welches ohne Beziehungen zur wirklichen Umgebung im Finstern betrachtet wird, ist freilich der Einbildungskraft ein ziemlich freier Spielraum gelassen. Beim objectiven Sehen macht sich die Beobachtung etwas anders, doch völlig analog. Wenn wir irgend ein nahe gelegenes Object gegen die natürliche Gewohnheit vermittelst einer Augenstellung betrachten, welche sonst nur für ferne Dinge angemessen ist, so erscheint dasselbe, abgesehen davon, dass es in Doppelbildern auftritt, die wir weiter unten erklären wollen, allemal grösser, als wenn wir es normaler Weise fixiren. Das Muskelgefühl für die Fernstellung ist ein Motiv, das Object ferner zu localisiren, als es liegt; da aber der Gesichtswinkel unverändert geblieben ist, so ist er grösser als wie er bei der dem Muskelgefühl entsprechenden Entfernung des Objectes sein würde: da unser Grössenurtheil aber immer secundär dem Entfernungsurtheil sich anschliesst, die Entfernung in unserem Falle aber kleiner ist, als das Muskelgefühl verlangt, so erscheint uns das Object verhältnissmässig zu gross, d. h. grösser als bei richtiger Fixation. Diess könnte nicht so sein, wenn im strengen Sinne der Projectionstheorie das Netz-

hautbild in der That durch das Muskelgefühl in den Raum hinausgetragen würde. Eine Consequenz, die sich von dieser Vorstellung nicht trennen lässt, ist, dass alsdann bei dem Hinausprojiciren in grössere Entfernung auch der Gesichtswinkel verkleinert würde, welcher ja, wie die Vertheidiger dieser Theorie nicht leugnen können, nur erst durch eine Combination von Netzhautempfindung mit Muskelgefühlen wahrgenommen werden soll. Es würde dann nothwendig durch die Anpassung des Muskelgefühls für eine grössere Ferne das Bild eines nahen Objectes in eine grössere Ferne hinausgetragen, und dem entsprechend würde sich auch sein Gesichtswinkel verkleinern. Es würde keine Discordanz zwischen Muskelgefühl und Gesichtswinkel; d. h. zwischen Entfernungs- und Grössenurtheil entstehen, und wir würden das Object ferner und kleiner sehen als bei normaler Fixation. Wie dabei freilich Doppelbilder entstehen sollen, indem die Bilder wieder nicht ganz weit genug hinausgetragen werden, ist völlig unklar, und so auch von Hering bereits als eine unmögliche Erklärungsweise charakterisirt. Eine wirkliche Täuschung über die Entfernung des Objectes findet in unserem Beispiele nicht statt, wie sich jeder leicht durch die einfachsten Versuche überzeugen kann, höchstens dann, wenn man mit Nachbildern experimentirt oder die Versuche so einrichtet, dass man nichts weiter als das eine Object, mit welchem man experimentirt, im Gesichtsfeld lässt. Dann fehlt das Motiv, durch welches wir die Entfernung richtig schätzen können, nehmlich der Zusammenhang aller übrigen Netzhautbilder mit dem beobachteten Object. Es ist nur das Muskelgefühl, welches eine grössere Entfernung fordert, die Netzhautempfindung aber lässt es nicht dazu kommen, und die Folge dieses Widerspruches ist die Täuschung über die Grösse des Objectes. Die Störung in den Muskeln reflectirt sich im Gesichtsfeld.

Ganz dem entsprechend ist die Erscheinung, wenn ein ferneres Object vermittelst einer Stellung der Sehachsen betrachtet wird, welche für eine grössere Nähe passend wäre. Abgesehen von den Doppelbildern erscheint das Object dann kleiner, weil der Gesichtswinkel zu klein ist für die durch das Muskelgefühl geforderte geringe Entfernung. Wir sehen also, dass die Muskelgefühle eine keineswegs unbedeutende Rolle im Sehact spielen, wenn wir

ihnen auch den alles umfassenden Einfluss unmöglich zugestehen können, den sie nach der Projectionstheorie besitzen. Die Netzhautempfindung ist in ihrer räumlichen Form eine selbständige Empfindung, welche zu ihrem Zustandekommen gar keiner Muskeln bedarf. Damit aber in unser wesentlich auf der Netzhautempfindung beruhendes Urtheil Ordnung hineinkomme, damit es uns möglich werde, die Richtung der empfangenen Lichteindrücke zu erkennen und die Begriffe von rechts, links, oben und unten in der Anschauung zu befestigen, damit ferner unser Urtheil über Entfernung und Grösse erleichtert werde, dazu müssen die Muskelgefühle die Netzhautempfindung begleiten.

Hiermit kommen wir an den Gegenstand, welcher, wie wir gerne gestehen, für uns der Ausgangspunkt der ganzen Untersuchung gewesen ist, nämlich die Frage: was bedeutet die Congruenz der Netzhäute und wie ist sie zu erklären? Es kann niemand leugnen, dass noch immer ein geheimnissvolles Dunkel über dieser Frage schwebt, obgleich seit einer Reihe von Jahren sich zahlreiche Kräfte in Deutschland und auch in Frankreich ihr zugewandt und sie zum Ausgangspunkt verschiedener Theorien über den Prozess des Sehens überhaupt gemacht haben. Ebenso wenig wie jene Frage mit befriedigender Klarheit gelöst ist, ebenso wenig kann eine der neu erstandenen Theorien sich allgemeiner Anerkennung erfreuen. Der Tadel, den Meissner (Jahresbericht etc. von 1865) über die meisten hierauf bezüglichen neueren Arbeiten ausspricht, dass sie mit einer gewissen überstürzenden Hast zum Ziel zu gelangen suchten, ist nicht unbegründet, aber die Forderung, die er hinzufügt, und die von verschiedenen Seiten ausgesprochen worden ist, dass neue Experimente sehr sorgfältig ange stellt werden müssten, um die streitigen Fragen klarer zu entscheiden, diese Forderung mag noch so sehr im Geist der modernen Physiologie sein, sie ist dennoch überflüssig. Wenn man alle angestellten Experimente über das Sehen mit beiden Augen, über die Identität der Netzhäute, über den Einfluss der Muskelgefühle übersicht und dann noch die pathologischen Erfahrungen beim Schielen hinzunimmt, so sind in dieser Fülle von einzelnen Thatsachen die Einzelheiten das wenigste was man entbehrt. Aber es fehlt am richtigen Denken, d. h. an der umsichtigen Combination aller verschiedenen Thatsachen und der Theorie auf möglichst

breiter Grundlage. Die Induction, durch welche allein die Theorie gefunden werden kann, ist immer auf Experimente basirt worden, aber auf zu wenige, auf eine einseitig beschränkte enge Grundlage. Die Identitätstheorie, wie sie von Hering besonders scharf ausgebildet ist, basirt ursprünglich allein auf Experimenten über Doppelbilder. Diese sind vortrefflich angestellt mit der grössten Sorgfalt, so dass ich nicht weiss, wie man noch neue Experimente in dieser Richtung wünschen kann. Sie beweisen aber unendlich viel weniger, als was sie nach Hering beweisen sollen. Wenn man auf sie ohne Weiteres den Schluss gründet, dass je zwei identische Netzhautstellen durch untrennbare Verbindung zusammengehören, und hierauf wieder schliesst, dass beide Augen ihre Eindrücke grade in solcher Weise vereinigen, als hätten wir nur ein Auge über der Nase wie die Cyklopen, und wären folglich gar nicht im Stande, die Richtung, in der wir irgend ein Object sehen, jemals richtig zu erkennen, dann ist das eine Theorie, welche auf zu schmäler Basis errichtet ist. Es sind unberücksichtigt geblieben die zahlreichen Experimente über den Einfluss der Augenmuskeln auf das Erkennen der Richtung, Entfernung und Grösse, oder sie sind durch ungenügende Gegenexperimente und Raisonnements escamotirt worden. Ferner sind sämmtliche Erfahrungen vernachlässigt, in denen sich wie beim stereoskopischen Sehen, der Vortheil geltend macht, dass die Augen ihren Gegenstand von zwei Seiten gleichsam fassen und sich gegenseitig unterstützen können, wodurch sie eben documentiren, dass sie nicht ganz identische Wesen sind. Endlich sind geradezu ignorirt die pathologischen Erfahrungen über Fälle von Incongruenz der Netzhäute, welche doch ein sehr entschiedenes Recht auf Berücksichtigung haben. Auf der anderen Seite beruht die neuausgearbeitete Projectionstheorie auf wenigstens ebenso zahlreichen Experimenten. Aber wenn die sorgfältigsten Versuche beweisen, dass wir unter geeigneten Umständen auf Grund unseres Muskelgefühls und des Accommodationszustandes einen annähernd richtigen Schluss auf die Entfernung und Grösse eines Objectes machen können, so beweist diess eben weiter noch nichts. Es ist übereilt, darauf die Theorie zu gründen, dass alle Urtheile über Grösse und Entfernung allein auf dem Muskelgefühl beruhen. Etwas tiefere Gedanken liegen allerdings der Projectionstheorie zu Grunde, als der Identitäts-

theorie. Denn diese stützt sich allein auf eine beschränkte Anzahl von Experimenten, während jene von der Kantischen Philosophie ausgegangen ist und leider grade das Dogma weiter entwickelt hat, dass die Empfindung eine intensive Grösse sei, weshalb dann den Muskeln die ganze Aufgabe zufällt, räumliche Ausdehnung in die Anschauung hineinzubringen. Dessenwegen war es nothwendig, um das consequente System der Projectionstheorie an der Quelle anzugreifen, von welcher der erste Irrthum entspringt, unsere ganze Untersuchung mit philosophischen Studien zu beginnen. Dadurch ist es uns aber in der That möglich geworden, das Problem in einem neuen Lichte zu erfassen, und eine solche Einsicht in die Sache zu gewinnen, dass alle That-sachen von einem Grunde aus sich erklären, und keine in Widerspruch damit gerathen. Die Lösung liegt darin, dass wir durch alle Experimente und Thatsachen hindurch sorgfältig scheiden zwischen Empfindung und Urtheil, welches auf Grund der Empfindung zum Erkennen führt, und ferner, dass wir der Empfindung der Netzhaut die räumliche Form und damit eine gewisse Selbstständigkeit gegenüber dem Urtheil zugestehen.

Eine Reihe von gewichtigen Gründen veranlassen uns zunächst, die Identitätstheorie in dem Sinne, dass je zwei identische Netzhautstellen durch organische Verbindung so zusammengehören, dass sie ihre Eindrücke in einen verschmelzen müssen, zu verwerfen. Es würde uns diese Einrichtung von vorn herein als eine Verschwendug der Natur vorkommen, welche das, was sich ebenso gut mit einem Organ hätte erreichen lassen, durch zwei identische ausgeführt hätte. Schon dadurch würden einige Zweifel gegen die Annahme in uns rege werden. Dann aber gibt es auch Erfahrungen, welche einer solchen Annahme entschieden widersprechen. Wenn man in den verschiedensten Augenstellungen und mit Benutzung möglichst geeigneter Objecte seine Gesichtsfelder durchmustert und wenn man alle stereoskopischen Experimente übersieht, so sieht man allerdings ein, dass die correspondirenden Stellen der Gesichtsfelder zusammenfallen, und kann schliessen, dass die denselben entsprechenden Retinastellen ihre Eindrücke vereinigen. Grade die stereoskopischen Versuche mit den einfachsten Linien beweisen, dass nicht nur die streng symmetrisch gelegenen Punkte, sondern auch die in der nächsten Umgebung sol-

cher Punkte gelegenen Retinatheile des einen Auges mit jenen Punkten des anderen Auges gemeinschaftlich einfache Eindrücke haben können, oder dass es mit Panum, Volkmann und Aubert zu reden, stereoidentische Punkte gibt, welche ihre Eindrücke zu einem Bilde vereinigen, dass also mit nahezu identischen Stellen einfach gesehen werden kann. Hering beschränkt die Breite der nahezu identischen Stellen noch etwas mehr als die genannten Forscher, weil er ausserordentlich aufmerksam auf alle Täuschungen gewesen ist, welche möglicherweise ein einfaches Bild für beide Augen erscheinen lassen, ohne dass wirklich beide Augen benutzt sind, da das Bild des einen leicht unterdrückt werden kann. Aber er gibt auf der anderen Seite zu — was ich nur als eine grosse Inconsequenz ansehen kann — dass die Eindrücke identischer Stellen sich oft nicht einfach mit einander verbinden, namentlich niemals, wenn sie verschiedene Farben haben, sondern dass das Bild der einen in einer verschiedenen Entfernung wie das der anderen erscheinen kann, so dass das eine gleichsam durch das andere hindurch gesehen werden kann. Die genaue Beschreibung solcher Fälle ist ein Verdienst Hering's, aber sie stehen geradezu im Widerspruch mit seiner Theorie, nach welcher die identischen Stellen sich nicht anders als wie eine einzige sensible Stelle verhalten dürfen. Der idealistische Standpunkt lässt den Eindruck einer Netzhautstelle mit dem Begriff Sehen verwechseln und construirt eine Theorie, in welcher das Einfachsehen und Doppelsehen allein von der Eigenthümlichkeit der Netzhautelemente abgeleitet wird; glücklicher Weise verhindert aber dieser Standpunkt nicht das vorurtheilsfreie Experimentiren, welches ganz klar ergibt, dass die Eigenthümlichkeit sogenannter identischer Netzhautelemente die ist, ihre Eindrücke nicht unbedingt und immer verschmelzen zu müssen. Alle Versuche, welche ferner Hering anführt, um zu beweisen, dass die beiden Gesichtsfelder eigentlich nur eins seien und ganz wie ein einziges grösseres Gesichtsfeld betrachtet werden müssten, bieten nicht einen einzigen Fall, welcher nicht durch die Combination zweier Gesichtsfelder mit Hülfe des Verstandes ebenso gut erklärt werden könnte. Jetzt lassen sich aber noch viele Erfahrungen anführen, welche beweisen, dass die Eindrücke beider Augen in der That von einander getrennt aufgefasst und beurtheilt werden können. Z. B. kön-

nen wir sehr gut beurtheilen, ob ein Nachbild nur in einem Auge oder in beiden sich befindet; ebenso alle subjectiven Licht- oder Schattenerscheinungen schweben niemals im gemeinschaftlichen Gesichtsfeld vor beiden Augen, wenn sie nicht in beiden Augen ihre Ursache haben; im Gegentheil sind wir sehr wohl im Stande das Auge zu bezeichnen, vor welchem sie schweben. Diese Erfahrung wiederholt sich bei Kranken regelmässig. Wenn man ferner nur die Consequenzen ziehen will aus der Erscheinung von Doppelbildern, so beweisen eben diese, dass die correspondirenden Stellen der Netzhäute nicht identisch sein können. Freilich Experimente, in denen es sich immer nur um das Sehen eines einzigen Objectes handelt, während der Vorsicht halber wo möglich alles Andere aus dem Gesichtsfeld künstlich ausgeschlossen ist, können nicht auf jene Schlussfolgerung hinführen. Sie ergibt sich vielmehr, wenn man möglichst zahlreiche Bilder im Gesichtsfeld betrachtet und nun durch Schielen sämmtliche Objecte, soweit die Aufmerksamkeit sie überhaupt erfassen kann, doppelt sieht. Es wird in der That nicht das einzelne fixirte Object wie in jenen vorsichtig angestellten Experimenten doppelt gesehen, sondern die ganzen Gesichtsfelder beider Augen schieben sich an einander vorbei, so dass überall auf allen Retinastellen doppelt gesehen wird. Jedenfalls vermag die Aufmerksamkeit eine bedeutende Zahl von Doppelbildern zu erfassen. Daraus ergibt sich ganz bestimmt, dass mit identischen Stellen verschiedene Eindrücke aufgefasst werden. Jedes Gesichtsfeld ist ein zusammenhängendes Ganze; die Objecte sollen aber doppelt erscheinen, weil sie auf nichtidentischen Stellen sich abbilden. Dann wird also die Stelle einer Retina, welche mit einer anderen der anderen Retina identisch ist, nicht dasselbe Bild bekommen wie jene, wohl aber ein im Gesichtsfeld benachbart liegendes Bild. Diess Bild wird im anderen Auge auf eine nicht identische Stelle treffen u. s. f., und dieses Missverhältniss ist der Grund, weshalb alle Bilder doppelt erscheinen; folglich muss jede Retinastelle ganz ohne Rücksicht auf ihre identische im anderen Auge ihr Bild zum Bewusstsein bringen, also die identischen bringen verschiedene Bilder zum Bewusstsein, sonst würden keine Doppelbilder erscheinen. Wenn aber mit der einen Stelle gleichzeitig ein anderes Bild gesehen werden kann, wie mit der anderen, dann können diese beiden Stellen jedenfalls nicht in

dem Sinne identisch sein, dass sie ihre Eindrücke immer zu einem vereinigen. Dass eine solche Vereinigung der Eindrücke beider Augen im Sinne der Identitätstheorie auch nicht in Bezug auf die Helligkeit der ganzen Gesichtsfelder stattfindet, beweist der sogenannte paradoxe Versuch F a c h n e r 's, welcher zeigt, dass die Helligkeit nicht vermehrt oder vermindert wird, wenn man zwei oder nur ein Auge öffnet. Eine einfache Summirung der Licht-eindrücke findet jedenfalls nicht statt, wie auch A u b e r t zugibt. Dass ferner verschiedene Farben, die den verschiedenen Augen geboten werden, nie in eine verschmelzen, sondern sich im bekannten Wettstreit der Sehfelder bekämpfen, gibt selbst die Identitätstheorie zu, obwohl hierin auch eine Inconsequenz liegt. Will man das Wort identisch für die correspondirenden Netzhautstellen gebrauchen, so brauche man es auch in der vollen Consequenz seiner wirklichen Bedeutung. Im Sinne des Wortes liegt es, dass es ganz gleich sein soll, ob die eine oder die andere von zwei identischen Netzhautstellen einen Eindruck empfängt. Sobald aber der Verstand auch nur ausnahmsweise im Stande ist, die Eindrücke beider Stellen gesondert aufzufassen und von einander zu unterscheiden, so sind sie eben nicht identisch im strengen Sinne des Wortes. Die Eindrücke können dann immer noch zusammenfallen und verschmolzen werden zu einem, aber für die Erklärung dieses Verhaltens müssen wir uns nach anderen Gründen umsehen; die Identitätstheorie genügt nicht mehr. Das geht aus den Experimenten selber hervor, welche die Vertheidiger der Identitätstheorie in ihrem Sinne angestellt haben.

Es liegt nun zunächst nahe, nachdem wir die Annahme der organischen Verbindung haben aufgeben müssen, die Gewohnheit des gemeinsamen Zusammenwirkens zweier correspondirender Stellen als den Grund anzusehen, weshalb sie in der Regel ihre Eindrücke vereinigen und Veranlassung zu Doppelbildern geben, wenn sie mit nicht correspondirenden Stellen das Bild desselben Objec tes erhalten. Hierfür sind in der letzten Zeit ziemlich viele Stimmen aufgetreten. Wäre die Gewohnheit der Grund der Vereinigung der Bilder von correspondirenden Stellen, so liesse sich auch erklären, dass jene seltenen Fälle bei Schielenden beobachtet werden, in denen die gewöhnlichen Verhältnisse der Zusammengehörigkeit der Netzhautstellen pervertirt erscheinen. Können wir uns

aber mit dieser Erklärung wirklich beruhigen? Gibt es überhaupt die Möglichkeit einer Gewohnheit in rein sensiblen Nerven? Als analoges Beispiel ist angeführt worden das Doppelterscheinen einer Kugel, die man mit zwei gekreuzten Fingern betastet. Ich leugne auch nicht, dass eine gewisse Analogie dieser Erscheinung mit der Erscheinung von Doppelbildern vorhanden ist. Aber man übersehe nur nicht, dass in jenem Falle die Fingerhaltung durch eine ungewöhnliche Bewegung hervorgerufen ist, welche sich jedenfalls durchs Muskelgefühl auch in unserer Wahrnehmung geltend macht. Man kann nicht sagen, dass jene Erscheinung allein durch das ungewohnte Zusammenwirken zweier Hautflächen, welche gewöhnlich zwei verschiedenen Objecten zugekehrt sind, hervorgerufen werde; die gewohnte Haltung der ganzen Finger ist auch unterbrochen, und verlangt zur Erklärung der Sache wenigstens mitberücksichtigt zu werden. Ueberall, wo eine active Thätigkeit von uns ausgeht, sei es im Bewegen der Muskeln, sei es in Urtheilen des Verstandes, da ist eine Gewohnheit durch Uebung leicht ausgebildet. Aber wo wir passiv sind wie in den reinen Empfindungen unserer sensiblen Nerven, da ist eine Gewohnheit des Empfindens sehr schwer oder gar nicht zu denken. Ein lange währender Eindruck oder eine Reihe wiederholter Eindrücke, deren Wirkung sich cumulirt, kann in den Nerven wohl eine Zeitlang nachwirken, nachdem er schon aufgehört hat einzuwirken; das ist die Natur unserer Sinnesnerven, dass sie eine gewisse Zeit bedürfen, um nach empfangenen Eindrücken wieder völlig zur Ruhe zu kommen; das zeigen anschaulich die Nachbilder. Aber dass wir wirklich etwas empfinden sollen, was nicht durch einen äusseren Reiz veranlasst ist, nur aus Gewohnheit einer sensiblen Stelle sich mit einer anderen zu combiniren, dafür gibt es gar keine weiteren Beispiele. Man könnte das noch etwas dunkle Kapitel der irradirten oder Mitempfindungen als Analogie heranziehen; aber wo diese vorkommen, muss man doch eine organische Verbindung der Nerven annehmen, nicht eine Gewohnheit des Mitempfindens; und die organische Verbindung sollte ja bei den Netzhäuten ausgeschlossen sein. Es kommt auch wiederum derselbe Einwurf, den wir der Identitätstheorie gemacht haben, hier in Betracht, dass beim Doppelerscheinen ganzer Gesichtsfelder mit vielen Objecten, wie es besonders dann vorkommt, wenn beide

Sehachsen sich nicht in irgend einem Object treffen, nicht das Zusammenwirken der correspondirenden Netzhautstellen, sondern das Sehen verschiedener Objecte mit correspondirenden Stellen die Doppelbilder hervorruft. Da ist mit einem Mal die Erklärung ganz unzulänglich. Sie verlangt nicht eine Gewohnheit der zusammengehörigen Stellen, ihre Eindrücke zu vereinigen, sondern eine Gewohnheit nicht zusammengehöriger Stellen, welche in der Regel nicht zusammenwirken, ihre ganz gleichen Eindrücke getrennt aufzufassen; die verschiedenen Eindrücke, die auf zusammengehörige Stellen fallen, würden aber auch trotz der Gewohnheit dieser Stellen, zusammenzuwirken, gesondert aufgefasst. In die Verwickelung dieser Erscheinungen ist die Annahme einer blossen Gewohnheit in den Netzhäuten nicht im Stande Licht zu bringen. Wir haben uns desswegen getrieben gefühlt, nach einer anderen Erklärung zu suchen.

Zunächst lässt sich experimentell feststellen, wo man die Doppelbilder in der Anschauung zu localisiren hat. Ich habe mich früher dahin ausgedrückt, dass Doppelbilder am richtigen Ort im Raum lägen, nur von zwei Seiten in so verschiedener Ordnung gesehen, dass kein einfaches Urtheil daraus entstehen könnte. Dieser etwas mystische Ausdruck bedarf der Erläuterung und Verbesserung. Es ist zwar richtig, dass, wenn man langsam mit einem Finger nach einem der Doppelbilder tastet, man jedesmal das richtige einfache Object unter Leitung eines der beiden Augen treffen wird. Indessen das sehen wir auch, wenn ein Auge zugehalten wird, und ein rasches Vorstossen des Fingers uns klar macht, dass wir über die Richtung der Objecte uns dennoch täuschen oder wenigstens nicht ganz sicher urtheilen. Eine Täuschung über die Richtung der Gesichtsobjecte ist desswegen doch sehr wohl möglich. Es ist zwar auch richtig, dass wenn innerhalb des parallactischen Winkels mehrere Objecte hintereinander liegen, jedes Auge dieselben in entgegengesetzter Ordnung und Verhältniss zum Fixirpunkte auffasst, und diese nicht zusammenpassenden Netzhautbilder werden sich nicht in eine Anschauung vereinigen lassen; aber damit ist noch nicht erklärt, dass sie sich um bestimmte messbare Abstände an einander seitlich verschieben. Es ist ja überall die Erscheinung von Doppelbildern nicht das normale Sehen. Ein für unsere Anschauung genügendes Ur-

theil erhalten wir erst dann, wenn wir alle zufälligen Doppelbilder beseitigt, und eine möglichst der Wirklichkeit entsprechende Anschauung gewonnen haben. Jedes Auftreten von Doppelbildern gegen unseren Willen setzt uns in Verwirrung und kann in pathologischen Fällen den Gebrauch der Augen fast illusorisch machen. Beobachten wir Doppelbilder im Experiment, so beobachten wir unsere Empfindung nicht zum Zweck des Erkennens der vor uns befindlichen Objecte, sondern um die Eigenthümlichkeiten unserer Empfindung zu studiren.

Wir trennen also das Sehen, welches in einer Vereinigung von Empfindung und Urtheil besteht, indem wir von dem Urtheil ganz abstrahiren und nur die Empfindung beibehalten. Die Erkenntniss der Richtung, in welcher Objecte gesehen werden, ist aber, wie wir uns erinnern, Sache des Urtheils, welches dazu nicht allein die Netzhautempfindung, sondern zugleich das Muskelgefühl aus der Fixationsstellung der Augen, der Kopf- und Körperhaltung als Motiv benutzt. In der einzelnen Empfindung, sei es der Netzhaut, sei es dem Muskelgefühl, finden wir also nur Motive zu einem Urtheil, nicht das fertige Urtheil; und diese Motive ist es instructiv aufzusuchen auf experimentellen Wege. Das Sehen von Objecten im Raume mit allen Hülfsmitteln, die uns zu Gebote stehen, das sogen. Einfachsehen, ist also gar nicht ohne Weiteres auf eine Linie zu stellen mit Doppelsehen, denn es ist wesentlich etwas anderes. Nur der Idealismus kann und muss sogar beides mit einander verwechseln, weil er nie eine genügende Unterscheidung zwischen Empfinden und Beurtheilung des Empfundenen gemacht hat. Doppelbilder sind Empfindungen, bei welchen eine richtige Beurtheilung der Richtung des Lichtindruckes, d. h. des Ortes im Raum nicht stattfindet, sei es, dass wir freiwillig im Experiment hierauf verzichten, sei es, dass äussere Umstände, wie z. B. Anomalien in den Muskeln es uns unmöglich machen.

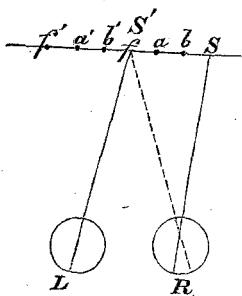
Dass nicht, wie die Projectionstheorie behauptet, die Doppelbilder dadurch entstehen, dass die Netzhautbilder nicht weit genug oder zu weit in den Raum hinausprojicirt werden, das ist auf experimentellem Wege von verschiedenen Seiten, besonders von Hering ganz genügend nachgewiesen, da eine irgend erhebliche Täuschung über die Entfernung der Objecte gar nicht dabei

vorkommt. Grade der Umstand, dass eine Täuschung über die Grösse bei vielen Doppelbildern vorkommt, beweist, dass wir sie nicht in der Entfernung sehen, welche der Muskelaction angemessen wäre. Diese fordert das Hinaustragen in eine grössere Entfernung, und dadurch, dass diess wirklich nicht geschieht, entsteht die Disharmonie zwischen dem Gesichtswinkel und dem Muskelgefühl, welche die Täuschung über die Grösse veranlasst.

Die Quintessenz sehr zahlreicher Experimente über Doppelbilder ist Folgendes:

Wenn die beiden Augen L und R ein Object in f fixiren, darauf aber die Sehachse des Auges R eine Auswärtsdrehung macht, so dass dieses Auge S fixirt, während für L der Fixirpunkt in f bleibt, so erscheinen alle Objecte zwischen f und S im gemeinschaftlichen Gesichtsfelde links von f, so dass S und f zusammenfallen, b in b', a in a' und f nach f' versetzt scheinen, alle Objecte in der beobachteten Strecke erscheinen doppelt, die Bilder f' bis S' entsprechen dem rechten Auge, die Bilder f bis S dem linken; die Bilder des rechten

Fig. 1.



Auges sind ungefähr um denselben Winkel seitwärts links von f gerückt, in welchem die verlängerte Sehachse an f vorbeischiesst. Dass der Winkel eben so gross sein muss, geht daraus hervor, dass S' und f zusammenfallen und der Gesichtswinkel aller Objecte gleich gross geblieben ist. Die beiden Gesichtsfelder sind gleichsam an einander vorbeigeschoben und zeigen gekreuzte Doppelbilder. Diess ist der Fall beim einseitigen divergirenden Schielen.

Ganz entsprechend ist der Fall des einseitigen convergirenden Schielen, immer vorausgesetzt, dass wir es noch mit normalen Augen zu thun haben. Wenn die Sehachse von L am Fixierpunkte f so vorbeischiesst, dass S fixirt wird, so erscheint das Gesichtsfeld des linken Auges um einen solchen Winkel nach links verschoben, dass S' mit f zusammenfällt, und f' eben soweit von f erscheint wie f von S für das rechte Auge liegt. Es sind gleichnamige Doppelbilder, nur soweit aus einander stehend,

wie die Fixirpunkte beider Augen. Diess Resultat ergibt sich constant bei allen normalen Augen und bei der unendlichen Mehrzahl der gewohnheitsmässig Schielenden nach der Operation, so lange noch die Integrität der Netzhaut des schiegenden Auges einigermaassen erhalten ist.

Fig. 2.

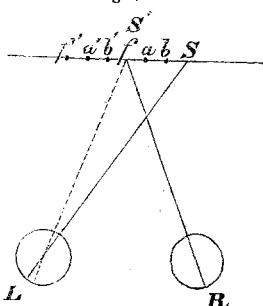
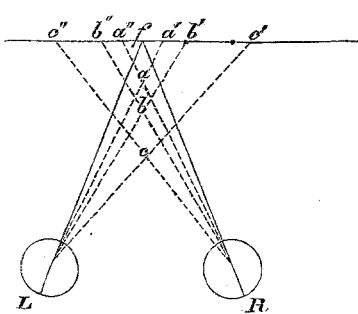


Fig. 3.



Wenn wir aber die Doppelbilder im sogen. parallactischen Winkel beobachten, so ist die Erscheinung dieselbe als wenn beide Augen schielen, d. h. am beobachteten Object vorbeischiessen. f wird von beiden Augen

fixirt und erscheint einfach, a b c erscheinen in Doppelbildern und zwar für das rechte Auge links von f, für das linke rechts von f, so dass wenn man sie sich auf die Ebene von f projicirt denkt, was sie aber in Wirklichkeit nicht sind, sie in a'b'c' und a''b''c'' erscheinen würden. Eine Täuschung über die Entfernung

ist nicht da, wohl aber erscheinen die Theile beider Gesichtsfelder bis f hinaus so an einander verschoben, dass Alles was dem linken Auge rechts von f erscheint, vom rechten links von demselben Punkte empfunden wird. Die Objecte im parallactischen Winkel jenseits f werden ganz nach demselben Princip in gleichnamigen Doppelbildern erscheinen.

Immer ist es der fixirte Punkt, um welchen sich die Verschiebung der Gesichtsfelder dreht, und wenn von jedem Auge ein anderer Punkt fixirt wird, so fallen diese beiden in der Empfindung zusammen und von dort aus breitet sich die Erscheinung der Doppelbilder nach beiden Seiten aus. Wenn man zwei sehr ähnliche Objecte, z. B. zwei Bleifedern parallel und senkrecht auf der Visirebene sich vorhält, so erscheinen sie in 4 Doppelbildern, sobald eine Sehachse vorbeischiesst. Die 4 Doppelbilder

verschmelzen aber zu dreien, sobald mit jeder Sehachse eine Bleifeder fixirt wird. Bei diesen Experimenten wird nebenbei auch das unmittelbar bewiesen, dass die Doppelbilder reine Empfindungen sind und als solche sich von dem wirklichen urtheilskräftigen Sehen unterscheiden; denn sie bewegen sich grade wie die Nachbilder mit den Bewegungen beider Augen gegen einander oder auseinander, während wirklich gesehene Objecte ruhend erscheinen, mögen sich die Augen auch noch so sehr willkürlich bewegen. Kurz ausgedrückt: das Erscheinen von Doppelbildern beruht auf einer Verschiebung der Gesichtsfelder beider Augen an einander; wenn ein Punkt gemeinschaftlich fixirt wird, so ist er der Ruhepunkt, von welchem die Verschiebung ausgeht; die Doppelbilder erscheinen um denselben Winkel seitlich vom Fixirpunkt verschoben, den sie mit der Sehachse ihres Auges bilden. Wenn kein Object gemeinschaftlich fixirt wird, so fallen die Bilder beider Netzhautzentren doch zusammen, und die Doppelbilder erscheinen so weit von einander entfernt, wie die beiden getrennten Fixirpunkte.

Was ist nun der Grund der ganzen Erscheinung? Wir haben die Gewohnheit, jedes betrachtete Object zum Mittelpunkte unseres Gesichtsfeldes zu machen. Das hat natürlich seine im Organ selbst gelegenen Ursachen, die hervorragende Feinheit der Empfindung in der Macula lutea und die leichte Action der Augenmuskeln zu diesem Zweck, so lange sie normal sind. Aber es bleibt doch immer eine Gewohnheit, kein durchaus nothwendiger Zwang. Dagegen haben wir unabhängig von unserem Willen in der Retina ein sehr feines Gefühl für alle Formen durchs ganze Gesichtsfeld hindurch.

Haben wir einmal die Orientirung von einem Punkte, z. B. dem Punkte des deutlichsten Sehens aus begonnen, so ist es unmöglich, dass wir uns darüber täuschen, ob eine gesehene Form seitlich, oben oder unten vom Mittelpunkt des Gesichtsfeldes liegt. Wir können sogar mit auffallender Sicherheit beurtheilen, ob eine Linie senkrecht auf der anderen, oder ob zwei parallel sind, um so sicherer je näher ihre Beziehung zum Mittelpunkte des Gesichtsfeldes ist. Diese Feinheit der Netzhautempfindung kann vielleicht durch Uebung namentlich für gewisse Klassen von Objecten erhöht werden, ist aber, einmal erworben, etwas von unserem

Willen ganz Unabhängiges. Der gemeinschaftliche Gebrauch beider Augen kommt nun dadurch zu Stande, dass zunächst ein Object gemeinschaftlich fixirt wird. Durch das Muskelgefühl, welches diese Action begleitet in Harmonie mit Kopf- und Körperhaltung, gewinnen wir dabei ein Urtheil über die Richtung, in welcher das Object vor uns liegt, sowie einen Anlass, um auch seine Grösse und Entfernung zu schätzen.

Die Form prägt sich aber aus in beiden Gesichtsfeldern; wenn das Object nicht zu fern ist, so werden die Bilder beider Gesichtsfelder nicht ganz congruent sein; diess aber erleichtert grade die Erkenntniss der Tiefendimension des Objectes. Nun liegen viele andere Objecte rings umher im Raume und erscheinen als sehr bestimmte Formen in beiden Gesichtsfeldern. Die Richtung, in welcher jedes Object zu suchen ist, ist für jedes Auge dadurch bestimmt, dass die Richtung des fixirten Objectes erkannt ist, die Empfindung der Netzhaut, d. h. die Ordnung aller Contouren im Gesichtsfeld ist unabhängig von unserem Willen, abhängig von ihrem Verhältniss zum fixirten Object, welches auf diese Weise das Centrum beider Gesichtsfelder und damit der Ausgangspunkt für die Orientirung geworden ist. Da wird es nun selbstverständlich sehr wichtig sein, ob die Contouren beider Gesichtsfelder genau auf einander fallen oder nicht. Da wo sie völlig congruent zusammenfallen, ist keine Schwierigkeit für's Urtheil gegeben, das einfache Object als die Ursache beider Bilder zu erkennen, ebensowenig wie für die zusammenfallenden Bilder des Centrums. Aber es wird der Erfahrung gemäss auch ein mässiger Grad von Incongruenz in den peripherischen Theilen der Gesichtsfelder ertragen, ohne dass irgend eine erhebliche Schwierigkeit im Erkennen veranlasst wird. Im gewöhnlichen Leben kann auch ausser bei der Beschäftigung mit sehr nahen und in schräger Richtung betrachteten Objecten eine bedeutende Incongruenz beider Gesichtsfelder gar nicht vorkommen. Daher sehen wir, dass von solchen Verwirrungen, wie sie durch erhebliche Incongruenzen der Formen beider Gesichtsfelder vorkommen können, dem gemeinen Verstande gar nichts bekannt ist. Künstlich kann man sie in jedem Grade hervorrufen, indem man die gemeinschaftliche Fixation aufhebt und jedem Auge ein besonderes Bild bietet. In solchen Versuchen sieht man ein, dass beide Gesichtsfelder, auch

wenn sie erheblich verschieden sind, sich doch so lange zu einem Ganzen vereinigen, wie nur noch irgend ein vernünftiger Sinn darin liegt. Ganz verschiedene Formen indessen können nicht verschmolzen werden und bekämpfen sich gegenseitig in einem ähnlichen Streit der Gesichtsfelder wie die verschiedenen Farben, die jedem Auge geboten werden.

Der so·geübte Prozess der Orientirung im Raume ist aber ein anderer, wenn wir gegen unsere Gewohnheit unsere Aufmerksamkeit einem nicht fixirten Objecte zuwenden. Die Gewohnheit ist unterbrochen, allein es bleibt wie bei jeder plötzlich unterbrochenen Gewohnheit eine Nachwirkung, welche bestimmend auf unser Urtheil einwirkt. Das Muskelgefühl fordert unserer Gewohnheit gemäss seine Rolle zu spielen bei der Orientirung, es wird dennoch nicht dazu benutzt und der dadurch entstandene abnorme Zustand reflectirt sich im Gesichtsfeld, wie alle Störungen der Augenmuskeln sich dort bemerklich machen. Wenn also ein Object betrachtet wird, d. h. wenn wir die Absicht haben, es seiner Lage im Raume nach zu beurtheilen, und doch nur das Centrum eines Gesichtsfeldes darauf gerichtet ist, während das andere Centrum einem anderen oder vielleicht gar keinem, jedenfalls keinem betrachteten Object gegenübersteht, so wird das betrachtete Object immer der Ausgangspunkt unserer Orientirung. Aber nun liegt es nur im Centrum des einen Gesichtsfeldes, nicht in dem des anderen, sondern seitlich von demselben entfernt. Dennoch fordert die Gewohnheit, diess Centrum zum Ausgangspunkt der Orientirung auch für diess Gesichtsfeld zu machen; Alles, was rechts, links, oben oder unten von diesem Centrum liegt, muss diesem Auge ebenso vom Ausgangspunkte der Orientirung erscheinen. Dieser ist aber jetzt das betrachtete Object, daher erscheint das Bild desselben dem schielenden Auge ebensoweiit seitlich verschoben, wie es vom Centrum seines Gesichtsfeldes seitlich liegt, folglich erscheint es im gemeinsamen Sehfeld zweimal neben einander. Ganz dasselbe ist der Fall mit allen benachbarten Bildern, welche aus denselben Gründen doppelt erscheinen.

Wenn dagegen beide Sehachsen an dem Object vorbeischiesen, d. h. wenn wir die Objecte innerhalb des sogenannten parallactischen Winkels betrachten, so sind es dieselben Gründe, durch welche sie doppelt erscheinen, es ist nur der Unterschied,

dass nicht die ganzen Gesichtsfelder an einander verschoben sind, sondern nur der sonst sehr wenig benutzte Theil derselben grade vor und jenseits des fixirten Punktes. Sie müssen desswegen doppelt erscheinen, weil sie in einem Gesichtsfeld rechts, im anderen links vom Centrum des Gesichtsfeldes liegen, d. h. von dem geforderten Ausgangspunkte der Orientirung, während sie selbst der wirkliche Ausgangspunkt sind.

Es muss also jedesmal eine Gewohnheit unterbrochen werden, wenn wir Doppelbilder sehen sollen. Desswegen kommt diese Erscheinung den meisten Menschen überhaupt nicht vor, und möglich ist es bei bestimmten Veranlassungen von Seiten der physischen Verhältnisse in Netzhaut und Muskeln, dass die Gewohnheit eine andere werden kann, als in der Norm. Nach unserer Erklärung gibt es also keine weiteren identischen Netzhautstellen im eigentlichen Sinne des Wortes, als nur die beiden centralen Netzhautgruben, und diese vereinigen ihre Eindrücke desswegen, weil wir gewohnheitsmässig sie immer zum Mittelpunkte der Orientirung machen. Sie sollten daher lieber nicht identisch, sondern nur mit einander correspondirende Stellen genannt werden. Alle anderen Stellen der einen Netzhaut sind nur dadurch zu den entsprechenden Stellen der anderen Netzhaut in eine gewisse Beziehung gesetzt, dass sie eine gleiche Lage in Rücksicht auf das Centrum ihrer Netzhaut haben. Weil jede Netzhaut die Contouren des Gesichtsfeldes sehr genau und fein empfindet, darum ist es zur schnellen und sicheren Vereinigung beider Gesichtsfelder vortheilhaft, wenn die von einem Object Herrührenden Contouren auf correspondirend gelegene Netzhautstellen fallen. Denn nur dadurch kann sich ein schnelles Urtheil über die Zusammengehörigkeit beider Bilder zu einem Objecte bilden. Im entgegengesetzten Falle würde offenbar ein Hinderniss für ein einfaches und klares Urtheil über die räumlichen Verhältnisse liegen. Von diesem Gesichtspunkte aus lässt sich auch die praktische Bedeutung einer Berechnung des Horopters vollkommen würdigen, freilich nur in der Weise, wie Helmholtz sie geliefert hat (Archiv für Ophth. X., 1.), nicht in dem Sinne, dass dadurch die Identitätstheorie befestigt würde, Helmholtz's Beschreibung der Augenbewegungen, welche dem Princip der leichtesten Orientirung folgen, sind ebenso in der besten Harmonie mit unseren An-

schauungen. Ferner jene, auf den ersten Blick sehr sonderbare Erscheinung, dass die Doppelbilder gegen einander convergiren und in den verschiedensten Richtungen schief stehen können, während doch nach dem Schluss des einen Auges das übrigbleibende Bild ganz vertical zu stehen scheint, ist zu begreifen dadurch, dass die Doppelbilder nur empfunden sind von der Netzhaut, nicht aber zu einem vollendeten Urtheil über ihre wirkliche Lage im Raume uns gelangen lassen. Ebenso ist es begreiflich, dass es für das Erscheinen von Doppelbildern gleichgültig ist, ob wir gewaltsam die Gewohnheit unserer normalen Augen unterbrechen, ob wir absichtlich schielen und die innere Accommodation von der äusseren trennen, oder ob wir durch äussere Zufälligkeiten, durch Muskelanomalien oder passive Ableitung der Sehachse vom betrachteten Object ihr Auftreten veranlassen. Denn nicht der von Heinrich Böhmer (Sinneswahrnehmung 1863) sogenannte distrahirte Blick, in welchem wir die innere von der äusseren Accommodation trennen, ist die Ursache der Erscheinung; dieselbe tritt ebenso gut bei Staaroperirten und solchen mit gelähmter Accommodation, und jedenfalls oft genug ganz unwillkürlich auf, aber in allen diesen Fällen ist es immer wieder dieselbe Forderung der Gewohnheit, welche in der Netzhautempfindung sich bemerklich macht.

Wenn nun ganz besondere Veranlassungen den Augen von früher Jugend auf eine ganz abnorme Stellung anweisen, so dass sie gehindert sind, jemals die Netzhautgruben zu einem Objecte als Mittelpunkt der Orientirung zu vereinigen, dann liegt es begreiflicher Weise im Bereiche der Möglichkeit, dass eine andere Stelle der Netzhaut als Centralstelle des Gesichtsfeldes gleichsam eingeübt wird. Wenn dann auf operativem Wege das alte Hinderniss einer richtigen Einstellung beseitigt ist, so können trotz richtiger Fixation nachher doch Doppelbilder erscheinen, indem noch die früher benutzte peripherische Netzhautstelle des einen Auges aus alter Gewohnheit als Ausgangspunkt für die Orientirung gefordert wird. Auch das ist begreiflich, dass wenn die Operation eine recht glückliche freie Bewegung der Augenmuskeln von Neuem möglich gemacht hat, jene alte Gewohnheit in der Orientirung nach und nach sich verliert und einer normalen Platz macht. Das bedeuten die verschiedenen merkwürdigen, von A. v.

Gräfe und Alfred Gräfe veröffentlichten Fälle von Incongruenz der Netzhäute und abnormer Projection der Netzhautbilder, welche übrigens jetzt gewiss schon zahlreiche Analoga in der Praxis der meisten Augenärzte gefunden haben.

Die Gewohnheit besteht darin, den Punkt des deutlichsten Sehens zum Ausgangspunkte der Orientirung zu machen, d. h. alle anderen Bilder des Gesichtsfeldes als um ihn als den Mittelpunkt herum gruppiert zu betrachten. Diese Gewohnheit ist erworben durch Muskelthätigkeit, wie sie zur Fixation nöthig ist. Wird sie unterbrochen, so ereignet sich die dadurch hervorgerufene Störung im Gesichtsfeld; der Abstand der Doppelbilder wird regulirt durch den Abstand des betrachteten Objectes vom gewohnten Mittelpunkt beider Gesichtsfelder, gleichgültig, ob die Störung in den Muskeln mehr oder weniger empfunden wird. Denn überall ist das Muskelgefühl nur ein untergeordnetes Hülfsmittel für die Raumanschauung und gibt nie so bestimmte und scharf begrenzte Motive fürs Urtheil wie die Netzhautempfindung in ihrer räumlichen Form. Daher kommt es, dass wenn das Muskelgefühl nur auf einem Auge gestört ist, z. B. bei der Lähmung eines Augenmuskels, die dadurch hervorgerufene Störung im Gesichtsfelde durch den Einfluss des normalen Zusammenwirkens beider Gesichtsfelder beseitigt werden kann. Daher erscheint, wenn z. B. der Abducens des einen Auges gelähmt ist, bei Verschluss des gesunden Auges das ganze Gesichtsfeld nach der gelähmten Seite verschoben, wie die Disharmonie mit dem Tastsinn und dem Gefühl der Körperhaltung beweist. Wenn aber beide Augen zusammen wirken, so ist doch nirgend Doppelzehen, so lange beide Sehachsen richtig fixiren; dasselbe tritt erst in dem Augenblicke ein, wenn bei der Wendung des Blickes nach der gelähmten Seite die eine Sehachse am Fixationsobject vorbeischiesst. Aus demselben Grunde können niemals die doppelseitigen Nachbilder, welche man von einem Objecte in jedem Auge erhalten hat, durch eine nachträgliche Veränderung der Augenstellung in Doppelnachbilder zerfallen; die Partien beider Netzhäute, welche einmal ein gemeinsames Bild empfangen haben, würden dasselbe nur dann wieder auseinander trennen, wenn ihre Lage zum Centrum des Gesichtsfeldes sich veränderte, also wenn etwa plötzlich eine Netzhautablösung eintrate. So lange sie aber ihre

Lage mit Beziehung auf das Centrum ihrer eigenen Netzhaut beibehalten, können sie den gemeinsam erhaltenen Eindruck nicht in zwei zerlegen, denn in erster Linie wird die Anschauung von der räumlichen Form der Netzhautempfindung bestimmt, in secundärer Weise erst durch die Muskeln. Hering hat desswegen gegen Wundt Recht behalten, dass er jene Trennung doppelseitiger Nachbilder auf correspondirenden Netzhautstellen in der Wahrnehmung für Täuschung erklärte. Sie ist theoretisch und praktisch nach unserer Erklärung unmöglich. Doppelbilder sind nur dann möglich, wenn gleiche Bilder auf nicht correspondirende Netzhautstellen fallen. Nothwendig werden sie freilich erst durch die Unterbrechung jener mit Hilfe des Muskelgefühls erworbenen Gewohnheit, die Stelle des deutlichsten Sehens zum Mittelpunkte des Gesichtsfeldes zu machen.

Alle Thatsachen und alle Gedanken, die wir in vorliegendem Aufsatze mit einander verknüpft haben, finden sich zerstreut überall bei den verschiedensten Autoren. Aber sie sind bisher mehr oder weniger einseitig benutzt und Theorien auf sie gegründet worden, welche gegnerischen Einwürfen stets schwache Seiten darboten. Inconsequenzen finden sich in jeder Theorie, die nicht in möglichst weitem Umfange alle bekannten Thatsachen berücksichtigt.

Der Unterschied zwischen Empfinden und Beurtheilen des Empfundenen ist von allen Physiologen anerkannt, aber so lange man nicht einsah, dass der Empfindung räumliche Form zukommen muss, konnte man keine richtige Grenze zwischen beiden aufstellen. Bei Aubert heisst es (l. c. p. 9): „Es muss als eine glückliche Eigenschaft unserer Sprache erscheinen, dass dieselbe zwei Worte hat für die von uns unterschiedenen Vorgänge: sie bezeichnet die Affection unserer Netzhaut durch Licht als Empfindung, die Verwerthung derselben durch Leistungen unserer psychischen Organe dagegen als Wahrnehmung, Helligkeitsgrade, Farben sind Empfindungen; Begrenzung der Lichteindrücke, Formen sind Wahrnehmungen. Die erstenen finden statt durch blosse Thätigkeit des Empfindungsorgans, die zweiten nur durch eine Verbindung der Thätigkeit des Empfindungsorgans mit psychischen Thätigkeiten.“ Diese Definition lässt sich nicht aufrecht erhalten, denn die Sprache bezeichnet mit dem Worte Wahrnehmen

nichts anderes als eine Beteiligung des Bewusstseins an den Vorgängen der Empfindung. Nun gibt es aber keine Empfindung ohne Beteiligung des Bewusstseins, also kann man nicht die Leistungen eines Sinnesorgans gradezu der psychischen Thätigkeit gegenüberstellen. Wahrnehmen ist nur ein etwas allgemeinerer und umfassenderer Ausdruck als Empfinden, aber kein Gegensatz dazu. Man kann damit die Empfindung ebensowohl wie das vollendete Erkennen bezeichnen. Letzteres steht aber allerdings in einem Gegensatze zum Empfinden; es bedeutet die Beurtheilung der Ursache einer Empfindung und bezeichnet somit denjenigen Prozess, welcher uns vom Subjectiven zum Objectiven hinüberleitet, das, was bisher der Idealismus eben nicht leisten konnte. Begrenzung der Lichteindrücke, Formen sind zunächst Eigenschaften der reinen Empfindung; wird die Ursache dieser Formen in den Objecten erkannt, so ist diess eine Leistung psychischer Organe, d. h. des urtheilenden Verstandes und der Erfahrung.

So glauben wir denn nicht auf speculativem, sondern auf inductivem Wege einen Standpunkt gefunden zu haben, von welchem aus sich alle bis jetzt bekannten Erscheinungen des Gesichtssinnes harmonisch begreifen lassen. Es liegt hier nicht in meiner Aufgabe, dieselben bis in alle Einzelheiten zu verfolgen, sondern nur die Kategorien von Erscheinungen, die sich am meisten zu widersprechen scheinen, und auf welche die entgegengesetztesten Theorien gegründet wurden, wie die Erscheinungen der Congruenz der Netzhäute, der Pseudoskopie und des Muskeleinflusses auf die Wahrnehmung, in Uebereinstimmung zu bringen.

---