**Ueber die
ungleiche Entfernung von Doppelbildern, welche
in verschiedener Höhe gesehen werden.**

Von

Dr. Albrecht Nagel.

Es ist in diesem Archiv wiederholt zur Sprache gekommen, dass Doppelbilder, welche in verschiedener Höhe gesehen werden, in ungleicher Entfernung vom Beobachter sich zu befinden scheinen. Diese Beobachtung wurde zuerst in pathologischen Fällen gemacht. Namentlich war es das bei Lähmung des oberen schiefen Augenmuskels beobachtete Näherstehen des tieferen Doppelbildes, welches die Aufmerksamkeit der Pathologen auf sich zog. v. Graefe*) giebt bei Besprechung der Symptomen-Gruppe der Trochlearislähmung eine sehr treue Schilderung der Lage der Doppelbilder, nach den Angaben seiner Kranken. Doppeltsehen tritt vorzugsweise ein, wenn der Kranke seinen Blick nach unten richtet. Alsdann tritt neben dem mit dem gesunden Auge am richtigen Orte gesehenen Bilde eines fixirten Objects ein Doppelbild

*) Archiv f. Ophthalm. Bd. I. Abth. 1, pag. 68.

desselben auf, welches etwas seitwärts, auf Seite des kranken Auges, erheblich tiefer steht und eine deutliche Schiefheit, durch Neigung nach innen zeigt. Zugleich soll dies Doppelbild deutlich näher stehen und etwas grösser erscheinen, als das andere mit dem gesunden Auge gesehene Doppelbild. Eine Erklärung dieser diplopischen Erscheinungen, welche von der v. Graefe'schen Erklärung in einem Hauptpunkt abweicht, habe ich in meinem Buche: „Das Sehen mit zwei Augen und die Lehre von den identischen Netzhautstellen, Leipzig und Heidelberg 1861“ gegeben*) und will dieselbe hier nicht wiederholen. Nur das Näherstehen des Doppelbildes soll, da es von besonderem physiologischem Interesse ist, den Gegenstand einiger Betrachtungen bilden.

Ich gehe auf dieses Thema mit einiger Ausführlichkeit ein, weil ich es als einen Prüfstein ansehe für die Richtigkeit der von mir am bezeichneten Orte aufgestellten Auffassung sämtlicher Erscheinungen des Doppeltsehens. — v. Graefe sagt zur Erläuterung der auffallenden Erscheinung: „Das scheinbare Näherstehen wird durch die pathologische Convergenz und den engeren Horopter bedingt.“ Ausser diesem etwas dunkeln Ausspruch ist mir eine weitere Erwähnung dieses Punktes in v. Graefe's Schriften nicht bekannt. Ausführlicheres findet sich jedoch bei Alfred Graefe.**) Dieser theilt mit, dass bei Trochlearislähmung constant die Wahrnehmung gemacht werde, dass das Bild des kranken Auges bei allen Lagen des Objects immer näher stehe, als das des gesunden. Durch einen Druck, welcher abwechselnd auf das kranke und auf das gesunde Auge in der Richtung von vorn nach hinten ausgeübt werde, könne das Doppelbild des erkrankten Auges noch näher gebracht

*) pag. 127.

**) Klinische Analyse der Motilitätsstörungen des Auges, Berlin 1858. pag. 106.

resp. mit dem Bilde des gesunden Auges in gleichen Abstand verlegt werden (?). Anfänglich habe v. Graefe das Phänomen aus einer Verrückung des Drehpunktes des Auges nach hinten erklären wollen, wie er einen solchen beim Aufhören der nach vorne ziehenden Wirkung des *M. obliquus superior* erwarten zu müssen glaubte, zumal dies durch jene Experimente mit künstlicher Dislocation des Augendrehpunktes bestätigt zu werden schiene. Doch habe v. Graefe diese Erklärung wieder verlassen, da sie ihm selbst nicht genügt habe.*) Eben deshalb kann ich mich in der Beleuchtung dieser Ansicht kurz fassen. — „Der Drehpunkt des Auges muss theoretisch bei der Lähmung des *Trochlearis* etwas nach hinten verrückt sein,” sagt A. v. Graefe. Weshalb? deutet A. Graefe näher an: „Die auf den *Bulbus* retrahirend wirkenden geraden Augenmuskeln wurden durch Lähmung des *Trochlearis* eines Theils ihrer antagonistischen Gegenwirkung beraubt.” Dass die beiden *Obliqui* zusammen als Antagonisten der *Recti* betrachtet werden, ist gewiss nur im Allgemeinen und Ungefähren gemeint worden, und ob sie wirklich jene antagonistische Wirkung des Nachvornziehens ausüben, ist durchaus nicht erwiesen. Theoretisch wäre es denkbar, dass beide *Obliqui* bei gemeinsamer Action neben anderem Einfluss auf die Stellung des *Bulbus* dessen Drehpunkt um ein Weniges nach vorne (und stark nach innen) zu dislociren vermöchten, allein abgesehen davon, dass andere Gründe dies unwahrscheinlich machen, scheinen mir gerade die Erscheinungen bei Paralyse des *M. Obliquus superior* nicht dafür zu sprechen. Bliebe nämlich die Wirkung des einen *Obliquus* aus, so müsste der *Bulbus* um so leichter dem gleichzeitig wirkenden Zuge des anderen *Obliquus* folgen, es müssten gleich von vorn herein bei frischer *Troch-*

*) cf. A. Graefe im Archiv f. Ophth. Bd. VII. Abth. 2 pag. 109.

leiarislähmung dieselben Symptome auftreten, wie sie in Wirklichkeit erst im weiteren Verlauf nach längerer Dauer der Paralyse stattfinden, nämlich die Symptome der Contractur des Obliquus inferior, schielende Stellung bei fast allen Augenrichtungen und über das ganze Gesichtsfeld verbreitetes Doppeltsehen mit charakteristisch geneigten Doppelbildern. Mir ist es viel wahrscheinlicher, dass die Analogie mit dem Exophthalmos paralyticus bei Oculomotoriuslähmung keine zutreffende ist, und dass eine Veränderung in der Lage des Augendrehpunktes in der Orbita bei gewöhnlicher einfacher Trochlearislähmung nicht stattfindet. Dies bestätigen übrigens auch die eigenen Beobachtungen v. Graefe's, der sich auch hier als der gewissenhafte Beobachter beweist, dessen Objectivität unter der Theorie nicht leidet. In der Regel wurde von ihm ein Zurücktreten des Bulbus bei Trochlearislähmung nicht wahrgenommen.

Uebrigens würde, auch wenn eine Veränderung in der Lage des Augendrehpunktes festgestellt wäre, dieselbe zur Erklärung des Näherstehens gewisser Doppelbilder noch keineswegs genügen. Die Entfernung des Doppelbildes ist ja überhaupt nicht abhängig von der Function eines Muskels, sondern zunächst nur die Richtung, in welcher dasselbe gesehen wird. Auch ist es bekannt, dass mit dem oft sehr starken Hervortreten des Bulbus bei Oculomotoriuslähmung ein weiteres Abstehen des Doppelbildes, wie man solches der Analogie nach erwarten musste, keineswegs Statt hat. Ich gehe indessen auf diesen Gegenstand nicht weiter ein, da v. Graefe selbst seine aus der Veränderung des Drehpunktes entnommene Erklärung für das Näherstehen der tieferen Doppelbilder nicht mehr aufrecht erhält.

Die Frage war also eine offene; es musste nach einer neuen, den Thatsachen sich besser anschliessenden Erklärung gesucht werden. Eine solche stellte Foerster

auf und ihm schloss sich A. Graefe an. Beide suchen den ungleichen Abstand der in verschiedener Höhe gesehenen Doppelbilder bei Trochlearislähmung durch analoge physiologische Erscheinungen zu erklären, so dass jenes Verhalten nicht als etwas spezifisch Pathologisches betrachtet werden müsse, das nur der Erkrankung jenes Muskels eigenthümlich sei, sondern als eine Erscheinung, die sich jedesmal wiederhole, wenn aus irgend einem Grunde Doppelbilder in verschiedener Höhe erscheinen. Wenn ich auch hierin mit beiden Autoren vollkommen übereinstimme, so doch nicht in dem Detail der Erklärung.

Foerster's Ansicht ist folgende: „Wenn wir einen Gegenstand, der sich auf einer horizontalen Fläche befindet, (schräg von oben herab) ansehen, so wird sein Bild auf die Macula lutea zu liegen kommen. Alles, was sich auf dieser Fläche zwischen uns und dem fixirten Punkte befindet, bildet sich auf der oberen Hälfte, was jenseits des fixirten Punktes liegt, auf der unteren Hälfte der Netzhaut ab. Wir sind daher gewöhnt, den Gegenstand für näher zu halten, der sich oberhalb der Macula lutea abbildet.“*)

So folgert Foerster und wendet dies auf die Lähmung des M. obliq. superior an. Da beim Blick nach unten das so erkrankte Auge nach oben und ein wenig nach innen von der Fixationsrichtung abweicht, so wird das Bild des fixirten Punktes auf die obere Hälfte der Netzhaut fallen; aus dem eben erwähnten Grunde soll das Doppelbild des erkrankten Auges näher als das Bild des gesunden Auges zu stehen scheinen. Aber auch bei gesunden Augen soll sich jene Regel bewahrheiten, wenn nämlich durch prismatische Ablenkung oder, wie A. Graefe

*) Ueber das Näherstehen der tieferen Doppilbilder bei Lähmung des Musc. obliquus superior im 37. Jahresbericht der schles. Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1859. pag. 11

ergänzt, durch mechanisches Verschieben eines Bulbus Doppelbilder von verschiedenem Höhenstande künstlich erzeugt werden.

Ehe ich zur experimentellen Prüfung der behaupteten Thatsache und zur Kritik der Foerster'schen Erklärung derselben übergehe, will ich mit wenigen Worten die Hauptsätze hervorheben, welche nach meiner Auffassung der Deutung aller Erscheinungen des Doppeltsehens zu Grunde gelegt werden müssen.*)

Man muss zwei Gattungen von Doppeltsehen unterscheiden, einmal dasjenige, welches excentrisch gelegene Schobjecte bei einfachem Erscheinen eines beiderseitig fixirten Objects betrifft, sodann dasjenige, bei dem das zu fixirende Object und mit diesem das ganze Gesichtsfeld des einen Auges verschoben erscheint. Das erstere Doppeltsehen beruht auf falscher Auffassung der Entfernung; letzteres auf falscher Auffassung der Richtung. Nur die zweite Gattung des Doppeltsehens beschäftigt uns hier und auf dieses beschränke ich meine allgemeinen Erörterungen.

Gleichgültig ob auf natürlichem Wege durch Erkrankung im oculomotorischen Apparat, ob auf künstlichem Wege durch mechanische Verschiebung eines Bulbus oder durch prismatische Ablenkung des einfallenden Lichts die Unmöglichkeit gegeben ist, die Lage des eigenen Auges richtig zu beurtheilen und somit das empfangene Bild in angemessener Richtung in die Aussenwelt zu verlegen, so hat in allen Fällen die zweite Gattung des Doppeltsehens die Eigenthümlichkeit, dass die Wahrnehmung der Entfernung dabei nur secundär gestört ist. Im Gegensatz dazu nenne ich es zum Beispiel eine primäre Störung der Wahrnehmung der richtigen Entfernung, wenn von zwei hinter einander gehaltenen Fingern abwechselnd der

*) cf. mein oben erwähntes Buch, fünftes Kapitel.

eine fixirt wird. Der nicht fixirte Finger erscheint dann doppelt in Folge davon, dass seine Entfernung unrichtig aufgefasst wird. Anders in den erwähnten Fällen, wo das Netzhautbild in falscher Richtung nach aussen projectirt wird und wo dann auch die Schätzung der Entfernung secundär lediglich desshalb beeinträchtigt wird, weil nun die beiden Netzhautbilder nicht zur Vereinigung und gegenseitigen Rectification betreffs der Abstände der einzelnen Bildpunkte benutzt werden, sondern jedes Auge gewissermaassen für sich und unabhängig von seinem Genossen sieht. Genaue und richtige Schätzung der Entfernung, wenigstens der relativen Entfernung jedes einzelnen Punktes und somit Wahrnehmung der Körperlichkeit des Objects ist das wichtigste Resultat der gemeinsamen Thätigkeit beider Augen. Das Resultat bleibt aus, wenn beide Augen nicht in normaler Weise zusammen wirken. Bei jedem Doppeltsehen ohne Unterschied wird man also Verminderung des körperlichen Eindrucks beobachten, es besteht namentlich bei nicht ganz bekannten Gesichtsobjecten die Neigung, alle Punkte des Objects in gleiche Entfernung, also in eine sphärische Fläche zu verlegen. Wie weit das ganze Sehobject resp. Doppelbild nach aussen zu verlegen sei, welcher Radius der Projectionssphäre zu geben sei, das hängt von den Bedingungen ab, die bei monocularem Sehen überhaupt gelten. Dieselben Mittel, welche wir zur Taxation der Entfernung beim Sehen mit einem Auge haben, stehen uns auch beim Doppeltsehen mit zwei Augen zu Gebote. Natürlich gelten dann die, die Wahrnehmung der Entfernung beeinflussenden Momente, im Allgemeinen für beide Doppelbilder in gleicher Weise. Die Doppelbilder beider Augen werden in der Regel, und wenn nicht besondere Gründe eine Aenderung bedingen, in gleiche Entfernung verlegt. Sphärische Flächen von gleichem Radius, deren Mittelpunkt die Kreuzungspunkte

der Projectionslinie*) in beiden Augen sind, dienen im Allgemeinen zur Localisation der Doppelbilder.

Bei der Besprechung einiger Experimente wird sich Gelegenheit bieten, diese allgemeinen Regeln anzuwenden und zu erläutern. Am geeignetsten zum Experimentiren sind die durch prismatische Gläser erzeugten Doppelbilder.

Versuch I. Man halte ein Prisma mit der Basis nach oben vor ein Auge und blicke mit beiden Augen auf einen etwas tiefer befindlichen Gegenstand herab, so dass der Blick schräg abwärts gerichtet ist. Eine Tisch-ecke bilde das Fixirobject. Man sieht dieselbe in über einander befindlichen Doppelbildern und bemerkt, dass das untere durch das Prisma gesehene Doppelbild ein wenig näher zu liegen scheint. Verträgt sich das mit obiger Annahme, dass beide Doppelbilder in gleichen Abstand verlegt werden? Ganz gewiss. Man denke sich zwei Kugelflächen durch den fixirten Punkt gelegt, deren Mittelpunkte die Kreuzungspunkte der Visirlinien beider Augen sind, oder einfacher, man denke sich diese beiden Projectionssphären, die bei grossem Radius nahezu zusammen fallen, in eine vereinigt und betrachte den in der Medianebene beider Augen liegenden, also durch den Fixirpunkt gehenden grössten Kreis. Wiewohl jeder Punkt desselben von dem Auge natürlich gleich weit entfernt ist, so sind doch dem Körper des Beobachters die Punkte um so näher, je weiter nach oben oder nach unten sie liegen, je weiter sie sich von dem horizontalen Durchmesser des Kreises entfernen. Bezieht man also bei Schätzung der Entfernung der doppelt gesehenen Tisch-ecke das Maas auf den verticalen Abstand von dem aufrecht stehenden Körper, so hat es mit obiger Beobach-

*) Projectionslinie oder Visirlinie nenne ich diejenige Gerade, welche den Objectpunkt mit seinem Netzhautbilde verbindet.

tung seine Richtigkeit; dieselbe bedarf keiner weiteren Erklärung. In der That, sieht man das Resultat des Experiments darauf an, so wird man leicht wahrnehmen, dass man wirklich in der bezeichneten Weise den Abstand der Doppelbilder abschätzt. Man nennt die Punkte gleich weit abstehend, welche in einer der Körperaxe parallelen Ebene liegen. Achtet man im obigen Falle auf den directen Abstand beider Doppelbilder vom Auge, so wird man einen Unterschied nicht constatiren können; vielmehr stimmt der Unterschied in der Entfernung der Doppelbilder, den man anfangs zu bemerken glaubte, ganz mit der Localisation der Bilder in die Projectionssphäre überein. Doch eine Bestätigung wird willkommen sein. Man lege eine Kugel auf die Tischecke. Deren Grösse in beiden Doppelbildern wird Aufschluss geben, ob beide Bilder in gleiche Entfernung projicirt worden oder nicht. Da nun beim Blick durchs Prisma wie oben die Bilder beider Kugeln genau gleich gross erscheinen, so haben wir einen Beweis, dass die Projectionssphären beider Augen gleichen Radius haben, — wofern nicht andere Versuche Zweifel dagegen erwecken.

Versuch II. Die Kugel wird mitten auf die horizontale Tischplatte gelegt und wie vorhin betrachtet, während das eine Auge mit dem das Licht nach oben ablenkenden Prisma versehen ist. Das Resultat ist jetzt entschieden ein anderes, das untere Doppelbild erscheint viel näher als das obere, auch ist es unzweifelhaft kleiner. Wird das Prisma umgekehrt, so dass die Basis nach unten sieht, so erscheinen die Doppelbilder höher als zuvor, aber der Unterschied in Betreff der Entfernung und Grösse ist der nämliche, das tiefere Doppelbild ist das nähere, kleinere. Der Unterschied in dem Abstände der Bilder ist nunmehr so bedeutend, dass er nicht mehr wie in Versuch I. erklärt werden kann, auch zeigt der Grössenunterschied der Doppelbilder deutlich genug, dass

sie in verschiedene Ferne projicirt werden, denn die Netzhautbilder haben ja in beiden Augen dieselbe Grösse. Bei öfterer Wiederholung und längerer Dauer des Experiments wird man dem Grunde des abweichenden Resultates auf die Spur kommen. Man gewahrt dann, dass die beschriebene Erscheinung keine constante ist. Von Zeit zu Zeit tritt wenigstens für Augenblicke das näher stehende Doppelbild zurück und wird an Grösse dem andern gleich, viel häufiger freilich erscheint das tiefere Bild näher und kleiner. Man bemerkt dann, das in dem durch das Prisma gesehenen Bilde die Tischplatte gewissermaassen in der Verlängerung der wirklichen Tischplatte nach dem Beobachter zu zu liegen scheint und auf dieser verlängerten Tischplatte sieht man das Doppelbild der Kugel liegen. Es ist klar, dass die Kugel alsdann eine viel weniger tiefe und zugleich eine viel nähere Stellung einnehmen muss, als in dem früher erwähnten Falle (Versuch I.). Die natürlichen, gewohnheitsgemässen Verhältnisse des Sehens, die natürliche Neigung, ähnliche Bilder beider Augen zur einheitlichen Verschmelzung zu bringen, liegt hier offenbar zu Grunde. Eine völlige Verschmelzung der von beiden Augen gesehenen Tischplatten ist nicht möglich, weil die Grenzen beider in zu verschiedener Richtung gesehen werden, aber es decken sich die beiden Platten wenigstens theilweise und dann werden die übrigen Theile in die gleiche Ebene, der eine in die Verlängerung des anderen gebracht. Dann ist es auch erklärlich, wie das Doppelbild der Kugel in gleicher Weise dislocirt erscheint. Ein Widerspruch gegen die oben aufgestellte allgemeine Regel liegt darin nicht. Die Verlegung der Doppelbilder in die Projectionssphären ist ja nur ein Nothbehelf, der dann eintritt, wenn kein anderer Anhaltspunkt für die Localisation da ist. Jedes Moment, welches, sei es berichtigend, sei es irreleitend, beim Doppeltsehen die Vorstellung von der Entfernung

beeinflusst, hebt dadurch die Verlegung in die Projectionssphären auf.

Als Beweis dafür, dass im Versuch II. wirklich das durch das Prisma gesehene Doppelbild auf die horizontale Ebene projicirt wird, wenn ein solcher noch nöthig ist und nicht vielmehr der Augenschein schon genügt, diene die Beobachtung, dass der Abstand des Doppelbildes von dem wahren (d. h. mit freiem Auge gesehenen) Bilde, auf der horizontalen Fläche gemessen, verschieden zu sein scheint, je nachdem die brechende Kante des Prismas nach oben oder unten gerichtet ist, oder, was dasselbe ist, je nachdem das durch das Prisma gesehene Doppelbild eine höhere oder tiefere Stellung inne hat. Wie sich aus beistehender Figur ergibt, wo A das Auge, $K, K_{\parallel}$ die Tischplatte, K das wahre Bild, K_1 und $K_{\parallel}$ die Doppelbilder in jenen beiden Fällen bedeuten, ist es ein bloss perspectivischer Grund, weshalb im ersten Falle jener Abstand grösser zu sein scheint; denn da $\angle KAK_{\parallel} = \angle KAK_{\parallel}$ ist, so muss $KK_{\parallel}$ grösser sein als KK_1 .

Wer noch Zweifel in die Richtigkeit der gegebenen Interpretation der Differenz in der Entfernung und Grösse der Doppelbilder setzt, beobachte bei Anstellung des Versuchs Entfernung und Grösse der umgebenden Gegen-

stände in dem durch das Prisma verschobenen Gesichtsfelde. Man wird dann erkennen, dass nicht etwa alle Gegenstände, welche tief gesehen werden, zugleich näher und kleiner erscheinen. Da sich im Allgemeinen bei andern Objecten dieser Unterschied nicht kund giebt, so muss die Erscheinung in dem einen Falle einen besonderen, ausnahmsweisen Grund haben, wie ich ihn oben klar gelegt zu haben glaube.

Es wird nun darauf ankommen, durch Modification des Experiments die Richtigkeit der Auffassung zu prüfen. Ich untersuchte das Verhalten der Doppelbilder von Gegenständen, welche sich oberhalb der horizontalen befanden, zu deren Fixirung also das Auge schräg in die Höhe gerichtet werden musste.

Versuch III. Wenn ich unter Application eines Prismas mit der Basis nach oben vor ein Auge die vorspringende obere Ecke eines Schrankes von der Seite betrachtete, so dass eine Wand den Hintergrund bildete, auf dem die Doppelbilder erscheinen, so stellte sich gerade das umgekehrte Verhalten der Doppelbilder heraus wie in Versuch I. Das tiefere Doppelbild war jetzt deutlich entfernter als das höhere, wenn man nämlich die scheinbaren senkrechten Abstände von der Körperaxe des aufrecht stehenden Beobachters verglich. Die Stellung der Doppelbilder war übrigens derart, dass sie gänzlich mit der bei Versuch I. geltend gemachten Auffassung übereinstimmte. Vom Auge aus schienen sie gleich weit entfernt, in gleicher Projectionssphäre zu liegen. Eine am Fixirpunkt angebrachte Kugel lieferte hierfür insofern eine Bestätigung, als die Doppelbilder genau die gleiche Grösse hatten.

Versuch IV. Wenn ich nun dieselbe Kugel an die Decke des Zimmers befestigte und wie in Versuch III. betrachtete, so erschien die Lage des Doppelbildes wiederum wesentlich verändert. Es trat viel weiter zurück und

schien an der Zimmerdecke befestigt zu sein, ein Resultat, welches der Analogie mit Versuch II. zufolge erwartet werden musste. Auch erschien das Doppelbild deutlich vergrössert, um so ferner und grösser, je grösser die Höhe der Zimmerdecke und je stärker das ablenkende Prisma war. Die Erklärung ist einfach. Die Doppelbilder der Zimmerdecke markiren sich durch Begrenzung so wenig, dass sie zur theilweisen Deckung gebracht werden und das falsche Bild der Kugel wird wie das wahre auf die zusammenhängende ebene Fläche projicirt. Auch hier erleidet die Verlegung in die Projectionssphäre eine Störung durch die Intervention des nach Gewohnheitsgesetzen localisirenden Verstandes.

Es war mir nun wünschenswerth, diese Verstandesthätigkeit in anderen Fällen wo möglich in abweichender Richtung thätig zu sehen. Für ein einzeln dastehendes Phänomen lassen sich ja leicht noch andere Erklärungen finden; erst die Uebereinstimmung in verschiedenen Fällen, der Zusammenhang der Thatsachen vermag die Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit, die Vermuthung zur Ueberzeugung zu erheben.

Während es in Versuch II. und IV. eine horizontale Fläche war, welche die normgemässe Projection alterirte, so lag es nahe, zu prüfen, ob eine verticale Fläche oder Linie ähnliche Wirkung äussert.

Versuch V. Zu diesem Zwecke hängte ich eine Kugel an einem Faden frei auf und erzeugte durch Bewaffnung des einen Auges mit einem Prisma Doppeltsehen mit vertical distanten Doppelbildern. Wurde die Kugel tief gehängt, so dass ich in stehender Stellung auf dieselbe herabsah, so zeigte sich sogleich in der Lage der in verschiedener Höhe gesehenen Doppelbilder eine Verschiedenheit gegen die Versuche I. und II. Das tiefere Doppelbild befand sich (gleichgültig ob die Basis des Prismas nach oben oder unten gekehrt war), wenn keine

seitliche Differenz in der Lage beider Bilder bestand, mit dem es tragenden Faden in der Verlängerung des mit dem anderen Auge direkt gesehenen Fadens. Die untere Kugel schien vertical unter der oberen zu schweben, beide an demselben Faden befestigt zu sein. Der verticale Abstand beider Kugeln von dem Körper des Beobachters schien also derselbe zu sein, der gerade Abstand vom Auge war für das untere Doppelbild entschieden grösser, ganz im Gegensatz zu Versuch II., wo das tiefere Doppelbild das nähere war. Auch war das untere Doppelbild in diesem Versuche das grössere, während es in Versuch II. das kleinere war. Zur Controle der Projectionsweise dient bei diesem Versuche wieder der Umstand, dass der Abstand des künstlich erzeugten Doppelbildes von dem wahren Bilde verschieden gross

ist, je nachdem durch die Stellung des Prismas das Doppelbild oberhalb oder unterhalb des wahren Bildes gesehen wird. In beistehender Figur bezeichnet A das Auge, K, K_{ii} die Richtung des hängenden Fadens mit dem wahren Bilde K und den beiden Doppelbildern K , und K_{ii} . Da $\angle KAK_i = \angle KAK_{ii}$ ist, so muss KK_{ii} grösser sein als KK_i .

Zu bemerken ist übrigens, dass auch bei diesem Versuche das Resultat keineswegs immer

constant ist. Es wechseln verschiedene Projectionsweisen mit einander ab, ja sie kämpfen mit einander. Es treten bisweilen Momente ein, wo beide Doppelbilder in gleicher Entfernung und von gleicher Grösse erscheinen, wo sie also in Projectionssphären von gleichem Radius verlegt

werden. Alsdann ist es auch auffällig, wie die Doppelbilder des Fadens oft nicht gerade, sondern gekrümmt erscheinen, in Richtung und Stärke der Krümmung ganz der Projectionssphäre entsprechend, die Concavität der Krümmung dem betreffenden Auge zukehrend — eine Erscheinung, die ich bei einem ähnlichen Versuche bereits erwähnt habe*) und auf deren Beweiskraft für die Localisation der Doppelbilder in eine sphärisch gekrümmte Fläche ich hier nochmals im Vorbeigehen aufmerksam mache.

Ueber solche kleinen Variationen in der Lage, Grösse und Gestalt der Doppelbilder können wir uns nicht wundern, nachdem wir die Bedingungen kennen gelernt haben, unter denen dieselben vorkommen, und die Ursachen, welche ihnen zu Grunde liegen.

Es gelang mir nun, die bisherigen Versuche gewissermaassen in einen zu combiniren, dessen Instruktivität und schlagende Beweiskraft für die aufgestellten Ansichten nichts zu wünschen übrig liess.

Versuch VI. Von zwei gleichen Kugeln legte ich die eine auf den Rand eines Tisches, die andere hängte ich vermittelst eines Fadens an die Zimmerdecke in der Weise auf, dass beide Kugeln sich, wenige Zolle von einander entfernt, in genau gleicher Höhe befanden. Während ich nun bei aufrechter Körperstellung auf beide neben einander befindlichen Kugeln hinabsah, hielt ich ein Prisma von 18 Grad vor ein Auge, die brechende Kante abwärts gerichtet. Jede Kugel wurde nun doppelt gesehen, aber merkwürdig! — die Lage der beiden tieferen Doppelbilder, die man als ganz gleich hätte erwarten mögen, war ganz verschieden. Das durch das Prisma gesehene tiefere Doppelbild der auf dem Tische liegenden Kugel schien näher als das wahre (mit freiem Auge

*) cf. meine oben erwähnte Schrift pag. 108.

gesehene) Bild, das Doppelbild der hängenden Kugel schien ferner als das zugehörige wahre Bild. Die beiden Doppelbilder befanden sich also in verschiedener Ferne und in verschiedener Höhe. Auch deutliche Grössenunterschiede fanden statt. Das Doppelbild der liegenden Kugel war kleiner, das der hängenden Kugel hingegen etwas grösser als die direct gesehenen Kugeln. Die Ursache dieser Verschiedenheit ist aus dem Vorhergehenden klar. Das Doppelbild der liegenden Kugel wurde auf die Verlängerung der Tischplatte projecirt, das Doppelbild der hängenden Kugel mit dem sie tragenden Faden in die Verlängerung dieses letzteren. Bei wiederholtem Anschauen bemerkt man manche Aenderungen. Zuweilen sieht man beide tiefere Kugeln vorne in gleichem Abstände, wo vorher nur die liegende gesehen wurde, dies namentlich beim ersten Hinblicken und wenn man auf den Aufhängungsfaden nicht Acht giebt oder seine deutliche Wahrnehmung durch ein optisches Hülfsmittel, etwa durch ein Convexglas, verhindert. Richtet man dann jedoch die Aufmerksamkeit auf den Faden, so verlässt das betreffende Doppelbild plötzlich seinen Platz, um sich lothrecht unter das direct gesehene Bild in die Verlängerung des Fadens zu begeben. Oefterer Wechsel tritt ein, ja nach längerem Hinschauen scheint es fast in der Willkür zu liegen, ob man die Kugel weiter vorne neben dem liegenden Doppelbilde, oder weiter hinten unter der hängenden Kugel sehen will. Giebt es einen sichtbareren, augenfälligeren Beweis für den Einfluss, welchen die Thätigkeit des Verstandes, oder wie man jene Seelenthätigkeit benennen mag, auf die Localisation der Doppelbilder und überhaupt auf die Objectivirung der Gesichtseindrücke ausübt?

Ehe ich diese Versuche verlasse, versäume ich nicht hinzuzufügen, dass ich, um sicher zu sein, dass es sich bei mir nicht um individuelle Eigenthümlichkeiten handle,

wie sie bei manchen Erscheinungen des binocularen Sehens bisweilen vorkommen, jeden Versuch von anderen Individuen habe wiederholen lassen, von deren Beobachtungsfähigkeit ich mich überzeugt hatte, und dass ich durchaus übereinstimmende Angaben erhielt, die von den meinen in keinem wesentlichen Punkte abwichen.

Die Resultate, welche hier gewonnen sind, beziehen sich auf das Doppeltsehen im Allgemeinen, sind unabhängig davon, welches im speciellen Falle der Grund des Doppeltsehens ist. Was für das Doppeltsehen gilt, welches durch prismatische Ablenkung der Lichtstrahlen hervorgerufen wird, gilt, wie man sich durch Wiederholung der Versuche leicht überzeugen kann, in ganz gleicher Weise auch für das Doppeltsehen, das man durch mechanische Lageveränderung des Augapfels (mittels Fingerdruck) bewirkt. Dass auch bei dem Doppeltsehen in pathologischen Fällen, bei Erkrankung der Augenmuskeln, dasselbe Verhältniss statt hat, ist schon a priori anzunehmen. Zudem hat A. Graefe es thatsächlich erwiesen und ich kann es nach eigenen Versuchen bestätigen. Bei einer Paralyse des oberen schiefen Augenmuskels constatirte A. Graefe Folgendes*): 1) Mit den Höhenunterschieden der Doppelbilder wachsen die Distanzen, um welche das eine Bild näher zu stehen scheint als das andere. 2) Gleicht man die Höhenunterschiede der Doppelbilder durch Prismen aus, so rücken beide gleichzeitig in eine und dieselbe, mit der Gesichtsfäche parallele Ebene. (Aus dieser Ausdrucksweise Graefe's mag man zugleich einen Beleg für die Richtigkeit meiner obigen Behauptung entnehmen, dass die Pathologen die

*) Archiv f. Ophthalm. VII, 2. pag. 111.

ungleiche Entfernung der Doppelbilder nach dem Heraus-treten des einen Doppelbildes aus der mit der Gesichts-fläche parallelen Ebene zu beurtheilen pflegen, — nicht nach dem direkten Abstand vom Auge.) „Kehrt man auf demselben Wege den Modus der Stellung um (durch ein starkes, mit der Basis vertical nach unten vor das kranke Auge zu legendes Prisma), so dass das Doppelbild, welches dem mit der Affection behafteten Auge zugehört, jetzt das höher stehende wird, so ist es damit zugleich das entfernter liegende geworden.“ Zum Ueberfluss hat A. Graefe ferner noch gefunden, dass für das Doppelt-sehen bei Oculomotoriuslähmung dasselbe Gesetz gilt, welches bei Trochlearisparalyse das Näherstehen des einen Bildes bestimmt, während die Theorie von der Ectopie des Drehpunktes ein entgegengesetztes Verhalten hätte erwarten lassen. Hiernach scheint es ganz klar, dass das Näherstehen der tieferen Doppelbilder nichts speci-fisch Pathologisches ist, wofür ein besonderer Grund gesucht werden müsste, denn dasselbe Verhalten der in verschiedener Höhe gesehenen Doppelbilder findet sich gerade so unter physiologischen Bedingungen. Die Re-sultate der oben erwähnten Druckexperimente v. Graefe's scheinen allein dagegen zu sprechen. Ich kann jedoch einiges Misstrauen in die Beweiskraft dieser Beobach-tungen um so weniger unterdrücken, als es mir in meh-reren Fällen nicht hat gelingen wollen, bei diesen schwer auszuführenden Versuchen den gleichen Erfolg zu er-zielen. Auch bei gesunden Augen müssten ganz analoge Resultate gewonnen werden, da ja v. Graefe den Tiefen-unterschied der Doppelbilder bei Trochlearislähmung durch Druck auf das gesunde Auge verändert zu haben be-hauptet, bei meinen eigenen Augen waren jedoch alle Bemühungen vergeblich. v. Graefe war von den An-gaben seiner Kranken abhängig und dass deren Aus-sagen in Sachen des Doppeltsehens nicht immer zuver-

lässig sind, weiss Jeder, der solche Untersuchungen angestellt hat. Auch wird man nach obigen Ausführungen über die Variabilität der Localisirung der Doppelbilder einige Inconstanz der Erscheinungen erklärlich finden. Jedenfalls werden erst erneute, mit allen Cautelen wiederholt angestellte Druckversuche erforderlich sein, um obiger Deduction mit Fug entgegengestellt werden zu können.

Um nun noch einmal auf die vorhin ausführlich gegebene Foerster'sche Erklärung zurückzukommen, so geht aus den angestellten Versuchen und den daran geknüpften Erörterungen zur Genüge hervor, dass dieselbe unrichtig ist. Aus einer Reihe eng zusammenhängender Thatsachen hat nun eine vereinzelte dazu gedient, eine Erklärung zu begründen, die auf die anderen Thatsachen nicht mehr passt. „Wir sind gewöhnt, den Gegenstand für näher zu halten, der sich oberhalb der *Macula lutea* abbildet.“ Dies schliesst Foerster daraus, dass beim Blick auf eine in bestimmter Stellung befindliche horizontale Fläche die derselben angehörigen Punkte, welche zwischen uns und dem in der Fläche liegenden Fixirpunkt liegen, uns also näher sind als dieser, sich auf der oberen Netzhauthälfte abbilden. Dass wir aber keineswegs hieran gewöhnt sind, dass jene horizontale Fläche nicht im Geringsten maassgebend für die sonstigen Verhältnisse des Sehens ist, dafür finden sich unter den obigen Versuchen mehrfache Belege. Bei Versuch IV—VI. werden Bilder, welche der oberen Netzhauthälfte angehören, ferner gesehen; auch sind die Gründe, weshalb ein Doppelbild bald näher bald ferner erscheint, als ganz andere erkannt worden.

Ebenso wenig kann eine andere Behauptung Foerster's gebilligt werden, die auf einer gleich einseitigen Schlussfolgerung beruht. „Wir sehen denselben Gegenstand mit dem oberen Theil der Netzhaut etwas kleiner,

mit dem unteren etwas grösser." Aus dem Zusammenhange scheint hervorzugehen, dass dies als ein allgemeines Gesetz gelten soll. „Dies lässt sich auch noch auf andere Weise darthun," fügt Foerster hinzu. So lange dies nicht geschehen, muss die Richtigkeit jener Behauptung durchaus in Abrede gestellt werden. Abgesehen davon, dass die wahrgenommene Grösse des Objects, da sie lediglich von der Netzhautbildgrösse und der Entfernung abhängig ist, keinem anderweiten Gesetze folgen kann, abgesehen ferner davon, dass die der Behauptung zu Grunde liegende factische Voraussetzung unrichtig ist, so ist jener Satz schon deshalb falsch, weil er mit den bisher festgestellten Thatsachen in directem Widerspruch steht.