

Monoculares und binoculares Blickfeld eines Myopischen.

Von

Dr. med. Willie Asher,
Augenarzt in Leipzig.

Mit 1 Figur im Text.

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Leipzig.)

I. Einleitung.

Bestimmungen der Grenzen der dem Einzelauge möglichen Bewegungen, also der sogen. Blickfeldgrenzen, sind bereits von verschiedenen Seiten vorgenommen worden, wiewohl die Zahl derselben in Anbetracht der Wichtigkeit des Gegenstandes immer noch als eine kleine bezeichnet werden darf. Die bezüglichlichen Untersuchungen waren theils aus rein physiologischem Interesse entsprungen, theils war beabsichtigt, wie von einigen direct ausgesprochen wurde, der Prognose und Therapie zu dienen. In letzterer Beziehung und insofern sie die Grundlage für die Erkenntniss der Abweichungen vom normalen Verhalten bilden, sind sie für den Kliniker, sei er Augen- oder Nervenarzt, von unbestreitbarem Werthe.

Auch für den Physiologen ist die Kenntniss der Grenzen des monocularen Blickfeldes insbesondere deshalb von Bedeutung, weil sich aus der Vergleichung mit den Grenzen des binocularen Blickfeldes wichtige Schlüsse auf die In-

nervation und die Leistungen der einzelnen Muskeln ziehen lassen. Doch ist gerade der binocularen Untersuchung der Blickfeldgrenzen bisher mit wenigen Ausnahmen nicht die nöthige Aufmerksamkeit zugewandt worden.

Dass man, wenn es sich um Fragen der räumlichen Wahrnehmung handelt, binocular untersuchen müsse, ist eine Forderung, die keineswegs einer Theorie zu Liebe gestellt zu werden braucht. Bedenkt man, dass normaler Weise jeder beim Sehen beide Augen gebraucht, und dass das Zukneifen eines Auges ein ganz unnatürlicher Zustand ist, so versteht sich jene Forderung eigentlich von selbst. Wenn man sich trotzdem vielfach auf eine monoculare Untersuchung der Augenbewegungen beschränkt hat, so lag das wohl an der Auffassung, dass die beiden Augen „zwei gesonderte und nur durch die gleiche Bestimmung verbundene Organe seien“. Diesem Standpunkte ist Hering in seiner „Lehre vom binocularen Sehen“ (1868) entgegengetreten und hat darauf aufmerksam gemacht, „dass die Stellungen und Bewegungen des Einzelauges nach vielen Seiten hin garnicht verständlich sein können, wenn man nicht fortwährend seine Beziehungen zum anderen Auge berücksichtigt, und dass die beiden Augen so zu sagen als zwei Hälften eines Organes anzusehen sind“¹⁾. Eine grosse Zahl von dort niedergelegten Beobachtungen lehren die Richtigkeit dieser Behauptung und bringen die vorher vielfach vermisste Klarheit in die Frage, wie unsere räumlichen Wahrnehmungen normaler Weise sich unter dem Einflusse der binocularen Innervation und Muskelthätigkeit gestalten.

In dem genannten Werke ist auch zum ersten Male das hier speciell interessirende Thema, der Blickraum des Doppelauges, also die Gesammtheit der Punkte, die

¹⁾ L. c. S. 1 u. 2.

bei feststehendem Kopfe binocular fixirt werden können, berücksichtigt¹⁾). Allerdings hatte schon vorher v. Helmholtz²⁾ für jedes seiner beiden Augen, also monocular, die Blickfeldgrenzen bestimmt und zwar für die Ferne. Dabei ergab sich ein Gebiet, innerhalb dessen jede der beiden Gesichtslinien für sich eingestellt werden konnte. Dies nennt v. Helmholtz das gemeinsame Blickfeld seiner beiden Augen bei Parallelstellung und fügt die erläuternde Figur bei. Aus dem Wortlaut der dort befindlichen Ausführungen geht mit aller Deutlichkeit hervor, dass v. Helmholtz das genannte gemeinsame Blickfeld zugleich als das binoculare betrachtet, und es findet sich keine Andeutung darüber, dass er binocular nachuntersucht habe. Er erwähnt nur, dass Parallelstellungen im unteren Theile des Blickfeldes entschieden schwerer herzustellen sind als im oberen, und dass die Convergenz nach oben nicht so weit getrieben werden kann wie nach unten. Demgegenüber kam Hering, indem er sowohl binocular als monocular untersuchte, zu folgendem Ergebniss.

Es zeigte sich, dass sein binoculares Blickfeld im Vergleich zu dem gemeinsamen Gebiete beider monocularen Sehfelder beträchtlich eingeschränkt war. Diese Einschränkung betraf die untere und die seitlichen Parthieen des gemeinsamen Blickfeldes. Beim Blick in die Ferne trat eine mit wachsender Senkung der Blickebene zunehmende unwillkürliche und sehr bald nicht zu überwindende Convergenz ein, welche es unmöglich machte, beide Gesichtslinien gleichzeitig auf gewisse seitliche Parthieen des Sehfeldes einzustellen, die gleichwohl jeder Gesichtslinie für sich ganz leicht zugänglich waren. Hering erklärt diese Beschränktheit seines binocularen Blickfeldes beim Fernsehen nach unten folgendermassen:

¹⁾ L. c. S. 43—47.

²⁾ Phys. Opt. 2. Aufl. S. 642. (1. Aufl. S. 484—85).

„Senken wir die parallel gestellten Gesichtslinien, so beginnen sie unwillkürlich und aus rein mechanischen Gründen ¹⁾ zu convergiren. So lange diese Convergenz sehr gering ist, können wir sie durch die uns mögliche schwache Innervation der Abductorengruppe wieder corrigiren; bei zunehmender Senkung der Blickebene reicht aber diese Innervation bald nicht mehr hin, und dann ist eben der Parallelismus der Gesichtslinien nicht mehr möglich.“ Die relative Beschränktheit beim Fernsehen nach rechts und links begründet er mit Folgendem: „Wende ich das fernsehende Doppelauge durch Innervation der Seitenwender nach rechts oder links, so erhalten zwar je ein Internus und ein Externus eine gleich starke Innervation, aber bei stärkerer Seitenwendung bleibt trotzdem die Leistung des Externus hinter der des Internus zurück, entweder mehr deshalb, weil er grössere Widerstände zu überwinden hat oder mehr deshalb, weil er ein schwächerer Muskel ist als der Internus. Das nach aussen gewandte Auge bleibt also hinter dem nach innen gewandten zurück, sobald die mir mögliche Innervation der Abductorengruppe nicht mehr zur Correction der Abweichung hinreicht.“

Diese Beobachtungen sind, soweit die Literatur zu schliessen erlaubt, von keiner Seite wiederholt worden, so dass wir in der Kenntniss der individuellen Schwankungen dieser Gesetze keine Fortschritte gemacht haben. Ich selbst konnte meiner Myopie wegen die Versuche Hering's nicht wiederholen, mich aber gleichwohl auch von der beim Fernsehen mit gesenkter Blickebene unwillkürlich eintretenden Convergenz überzeugen. Denn bei einer Myopie, die noch das Erkennen von grossen weit entfernten Objecten zulässt, ist eine von Hering angegebene Methode mit Erfolg zu benutzen, die dazu dient, über den unteren Theil des binocularen Blickraumes für die Ferne aufzuklären ²⁾.

Ein Planspiegel, der nahezu horizontal auf dem Fensterbrett lag, liess die Esse eines gegenüberliegenden Hauses sich tief unter mir spiegeln. Während Oberkörper und Kopf streng auf-

¹⁾ Diese Gründe findet man angegeben l. c. S. 41—42.

²⁾ Hermann's Handbuch d. Physiologie. Bd. III. S. 445—446.

recht erhalten wurden, blickte ich mit dem linken Auge nach einem Punkte der Esse und markirte die Stelle, wo die Gesichtslinie den Spiegel durchschneidet. In gleicher Weise wurde der Durchschnittspunkt der rechten Gesichtslinie mit der Spiegelebene markirt. Blickte ich nun mit beiden Augen zugleich nach der Esse, so verschmolzen die markirten Punkte nicht binocular, und die Esse erschien mir in gleichseitigen Doppelbildern, deren Distanz bald zunahm, ein Beweis, dass die Convergenz der Gesichtslinien sich steigerte. Jede der beiden Marken für sich konnte binocular fixirt werden; es konnte also jede Gesichtslinie auf jeden der beiden Punkte eingestellt werden, wenn die andere mit ihr convergirte, nicht aber, wenn dieselbe mit ihr parallel war.

Auch über den Blickraum beim Nahesehen hat Hering Mittheilungen gemacht. Man brauche nur ein kleines Object nahe vor dem Gesichte umher zu bewegen und es mit dem Blicke zu verfolgen, so werde man es bei gewissen Lagen schon doppelt sehen, wenn jedes einzelne Auge für sich es noch bequem fixiren könne. Ein bei gehobener Blickebene in der Medianebene den Augen sehr nahe gelegenes Object, dessen binoculare Fixation schon Mühe mache, könne gleichwohl von jeder einzelnen Gesichtslinie ohne Anstrengung (monocular) fixirt werden. Werde das Object noch mehr genähert, so zerfalle es in ungleichseitige Doppelbilder, obwohl auch jetzt noch die Gesichtslinie jedes einzelnen Auges auf dasselbe eingestellt werden könne, sobald das andere Auge geschlossen werde. Die hinzugefügte Erklärung bleibe für den Schluss der Arbeit vorbehalten.

Diese Beobachtungen beziehen sich also auf den binocularen Blickraum, nicht bloss auf ein bestimmtes binoculares Blickfeld, da Punkte berücksichtigt werden, die verschiedene Tiefenlage haben. Seit dieser Anregung hat Schneller¹⁾ als einziger Autor dem Gegenstande Aufmerksamkeit zugewendet. Er untersuchte in mittlerer Seh-

¹⁾ v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XXI. 3. 1875.

weite und kam zu dem Schlusse, dass das gemeinsame Blickfeld, welches er „Deckblickfeld“ nennt und das binoculare Blickfeld zusammenfallen. Auf seine Methode und seine Einwürfe kann erst am Schlusse eingegangen werden.

Da also von einer Seite die oben erwähnten Angaben bestritten worden und weitere Untersuchungen auf diesem Gebiete nach zuverlässigen Methoden wünschenswerth sind, um die individuellen oder von Refractionsanomalieen abhängigen Schwankungen dieser auf allgemeingiltigen Ursachen beruhenden Gesetze kennen zu lernen, folgte ich gern der Anregung des Herrn Geheimrath Hering, das monoculare und binoculare Blickfeld meiner myopischen Augen beim Nahesehen zu bestimmen und insbesondere festzustellen, ob das binoculare Feld und der gemeinsame Theil der beiden monocularen Felder sich decken oder merklich verschieden sind. Für diese Anregung sowie für das stetige Interesse an dem Fortgange der Untersuchung und die vielfache Belehrung, die mir zu Theil wurde, sei es mir vergönnt, ihm auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen. Es sei hier schon darauf hingewiesen, dass ein ganz einzelner Fall des Nahesehen gewählt wurde, nämlich die Entfernung, welche beiläufig der meines Fernpunktes entspricht. Die Untersuchung auf den ganzen Blickraum auszudehnen, hätte viel mehr Zeit erfordert, als mir zur Verfügung stand. Für die freundliche Unterstützung, die Herr Dr. Tschermak mir bei meinen Versuchen gewährte, bin ich ihm zu herzlichem Danke verpflichtet.

II. Monoculares Blickfeld.

Da ich mir lediglich die Aufgabe gestellt hatte, zu untersuchen, ob bei entspannter Accommodation der gemeinsame Theil der beiden monocularen Blickfelder dem binocularen gleich ist oder nicht, so war es weniger wichtig, Umstände zu berücksichtigen, die bei der Untersuchung der Leistungen

der einzelnen Muskeln in Betracht kommen. So konnte in diesem Falle insbesondere der störende Einfluss der Nase als gleichgiltig angesehen werden, den Schneller z. B. durch Anwendung von Prismen, Hornemann¹⁾ durch Einschieben eines Spiegels zwischen Nase und Auge zu beseitigen suchte.

Sieht man sich in der Literatur über Blickfeldmessungen um, so findet man schon eine Anzahl Methoden vor. Abgesehen von der z. B. von Fick benutzten Methode, Object und Auge zu fixiren, dagegen dem Kopfe verschiedene Lagen zu ertheilen, die wohl allgemein verlassen worden ist, beruhen die übrigen mehr oder weniger auf dem Princip, den Kopf zu fixiren und dem Auge allein die Bewegung zu überlassen. So berichten Snellen und Landolt²⁾ von der Anwendung des ursprünglich für die Messung des Gesichtsfeldes bestimmten Perimeters; auf diesem werden Schriftproben vom Centrum nach der Peripherie so lange verschoben, bis das denselben folgende Auge dieselben nicht mehr zu entziffern vermag, wobei die centrale Fixation des Auges durch die Anwendung kleinster Schrift gesichert werden soll. Hering³⁾ hatte bereits darauf hingewiesen, dass man sich sehr täuschen könne, wenn man sich auf das Erkennen von Aussenobjecten verlasse, indem man indirekt gesehene Gegenstände central zu fixiren glaube. Er räth daher, sich durch feste Fixation eines Scheibchens ein Nachbild zu erzeugen und zu beobachten, bis zu welchem Punkte man das letztere durch Bewegung des Auges zu bringen vermag; dadurch sei man sicher vor den erwähnten Täuschungen bewahrt. Ausserdem benutzte er einen besonderen Apparat, durch welchen er den Kopf und die Augen in der Primärstellung fixirt erhielt⁴⁾; auf diese wurden dann die Bewegungen des Auges bezogen. Sie geschahen, nachdem durch entsprechende Kopfhaltung die primäre Blickene horizontal gestellt worden war, entlang einer entfernten Wand, und es wurden die Stellen, wo je eine Gesichts-

¹⁾ Zur Kenntniss der Blickfeldbestimmung. Inaug.-Dissertat. Halle 1891.

²⁾ Handb. d. Augenheilkunde v. Graefe-Saemisch. Bd. III. 1. 1887. S. 232.

³⁾ Loc. cit.

⁴⁾ Loc. cit. §. 16.

linie in ihrer jedesmaligen Endlage eine der Verbindungslinie der Knotenpunkte parallele verticale Glastafel schnitt, auf dieser markirt. Es ist dieser Nachbildmethode der Vorwurf gemacht worden, dass sie die Blickfeldgrenzen zu klein ausfallen lasse, weil bei forcirten Stellungen des Auges das Nachbild ausserordentlich an Schärfe verliere¹⁾. Abgesehen davon, dass hierbei die Uebung eine grosse Rolle spielt, kommt der Einwand bei meiner Untersuchung deshalb nicht in Betracht, weil bei wirklich forcirten Bewegungen mein Auge bald zurückwich, und nur die äusserste Stellung des Auges, bei welcher dies nicht mehr eintrat, als der normalen maximalen Excursion entsprechend angesehen wurde. Uebrigens muss nachträglich Hornemann in seiner von Alfr. Graefe und Braunschweig geleiteten Disser-tation seiner eigenen Methode mit Verschiebung von Schriftproben einen analogen Vorwurf machen und findet die von Schneller²⁾ gegebene Erklärung für die Erscheinung wohl annehmbar: „Es entsteht offenbar nahe der Grenze des Blickfeldes eine Asthenopie, die es unmöglich macht, feinste Schrift zu erkennen etc.“ Der von Donders-Schuurmann³⁾ angewandte Apparat, eine Verbindung von Perimeter und Ophthalmometer, lässt einmal Kopfbewegungen zu und misst andererseits die Excursionen mittelst Reflexbildchen, wodurch der störende Einfluss der Nase behoben werden soll. Schneller⁴⁾ benutzte ausser dem Perimeter, welchen er mit einer für ein Zahnbrettchen bestimmten Vorrichtung versah, die gewöhnliche schwarze senkrecht hängende Tafel, die von der Mitte aus durch radiäre Striche in Zwischenräume von zehn zu zehn Grad getheilt war; vor dieser sass der Untersuchte, während der Kopf durch eine Zahnbrettvorrichtung fixirt war, so, dass die Mitte der Verbindungslinie der Drehpunkte dem Mittelpunkte der Tafel gegenüber lag. Auf beiden Apparaten wurden Schriftproben verschoben.

Aus dieser Uebersicht der verschiedenen Methoden geht hervor, dass für die hier beabsichtigte Untersuchung die Hering'sche als die am meisten zweckentsprechende er-

¹⁾ Hornemann, l. c. S. 13.

²⁾ Beiträge zur Lehre vom Schielen. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. XXVIII. 2. 1882.

³⁾ Vergelijkend onderzoek der bewegingen van het oog. Utrecht 1863 cit. nach Snellen, Landolt lc.

⁴⁾ v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. XXI. 3. S. 138.

schien. Es ist selbstverständlich, dass man monoculare Blickfeldbestimmungen auch am Perimeter ausführen kann, wenn man nur dafür sorgt, dass das erzeugte Nachbild sich deutlich an der Innenfläche desselben bemerkbar macht. Insofern als der Perimeterbogen einen Kreisbogen darstellt, würde er für mich als Myopen wegen der für jede Wendung des Auges gleichen Entfernung des Objectes sehr geeignet sein, wenn sein Radius meinem Fernpunktabstande (19 cm) gleich wäre. In Ermangelung eines so kleinen Perimeters bediente ich mich einer 19 cm vom Drehpunkte meines Auges entfernten zur Primärstellung senkrechten Tafel. Dass dabei die excentrischen Theile der Tafel über meinen Fernpunkt hinauslagen, war bei der Nachbildmethode unwesentlich.

Bei der Abgrenzung eines Blickfeldes geht man zweckmässiger Weise von der Primärstellung der Gesichtslinie aus. Die genaue Bestimmung dieser Stellung nach der von v. Helmholtz angegebenen Methode war mir jedoch in Folge meiner Myopie (etwas über fünf Dioptrien) nicht möglich und zu der von Hering benutzten Methode fehlte mir die nöthige lange Uebung. Deshalb begnügte ich mich, diejenige Lage meiner Augen in der Orbita als Primärstellung anzunehmen, in welcher sich dieselben beim Stehen mit zwangloser aufrechter Kopfhaltung und horizontal parallel geradeaus gerichteter Gesichtslinie befinden. Eine erhebliche Abweichung dieser Stellung von der primären war nach den vorliegenden Erfahrungen nicht wahrscheinlich. Da jedoch die Bestimmung des Blickfeldes beim Sitzen vorgenommen werden sollte, und es dabei zwar leicht ist, die horizontale Lage der Gesichtslinien zu sichern, der Kopf aber meist eine andere Neigung zur Verticalen annimmt, als beim Stehen, so galt es dafür zu sorgen, dass beim Sitzen der Kopf wieder genau dieselbe Lage zur Verticalen hatte, wie während der Bestimmung der Primärstellung im Stehen.

Ich stellte mich daher an das eine Ende eines 15 m langen Ganges, an dessen anderem Ende in der verlängerten Medianebene meines Kopfes und in gleicher Höhe mit meinen Augen ein Licht brannte, nahm sodann ein nach Art des v. Helmholtz'schen Visirbrettchens¹⁾ hergestellte und bereits mit dem Abdrucke meiner beiden Zahnreihen versehene Visirvorrichtung zwischen die Zähne und stellte das in seiner Länge meiner Pupillendistanz entsprechende verschiebbare Visirzeichen (trapezförmiger Cartonstreifen) so ein, dass beim Fixiren der Flamme für das linke Auge die linke, für das rechte die rechte Spitze des Visirzeichens sich mit der Flamme deckte und also jede Spitze in meine Gesichtslinie zu liegen kam. Ein nach Berthold's²⁾ Angabe an der Visirvorrichtung angebrachtes, an einer Kreistheilung spielendes Pendel, dessen Lage zur Theilung jetzt abgelesen wurde, gestattete dann, auch beim Sitzen dem Kopfe wieder genau dieselbe Lage zur Verticalen zu geben.

Nachdem so die als die primäre angenommene Augenstellung festgesetzt war, wurde die aus dem Munde genommene Visirvorrichtung an einem horizontalen Eisenstabe festgeschraubt, dessen Enden in Achsenlagern ruhten, welche von zwei soliden, am Rande eines Tisches festgeschraubten verticalen Eisenstangen getragen wurden und in beliebiger Höhe an letzteren fixirt werden konnten. Somit war die Visirvorrichtung um den Horizontalstab als Achse drehbar. Sie war an demselben so befestigt, dass das Visirzeichen mit dem Stabe parallel lag. Setzte ich mich nun so vor die Visirvorrichtung, dass sich dieselbe wieder bei bequemer Kopfhaltung zwischen die Zähne nehmen liess, so konnte ich meinen Kopf, der nunmehr mittelst der Visirvorrichtung mit dem Horizontalstabe fest verbunden war, soweit um letzteren als Achse vor- oder zurückdrehen, bis das Pendel wieder auf denselben Grad der Theilung zeigte. Sobald dies der Fall war, wurde der Horizontalstab mittelst starker Schrauben in seinen Achsenlagern festgestellt. Jetzt lag also auch jede Gesichtslinie, wenn ich sie auf die bezügliche Spitze des Visirzeichens einstellte, wieder horizontal, und das Auge befand sich dabei in der Primärstellung, und ich war nach jeder Unterbrechung meiner Beobachtungen sicher, sofort dieselbe Kopf- und Augenstellung wieder zu finden, wenn ich die Visirvorrichtung wieder zwischen die Zähne nahm.

¹⁾ Physiol. Optik. 2. Aufl. S. 657. (1. Aufl. S. 517.)

²⁾ S. Hering, Binoculares Sehen. S. 83.

Eine grosse, mit weissem Papier bedeckte verticale Tafel war vor dem Gesichte parallel zur Verbindungslinie der Drehpunkte meiner Augen in einem Abstände von 19 cm, gemessen vom äusseren Augenwinkel, auf den Tisch gestellt, und auf derselben waren die beiden primären Punkte markirt, in welchen die Gesichtslinien bei ihrer Primärstellung die Tafel durchschnitten. Jeder dieser Punkte deckte sich also, sobald die bezügliche Gesichtslinie auf die entsprechende Spitze des Visirzeichens eingestellt war, mit der letzteren, und eine in solchem Punkte genau rechtwinklig zur Tafelfläche angebrachte Nadel musste dem entsprechenden Auge bei Fixirung ihrer Spitze in totaler Verkürzung erscheinen. Letzteres Hilfsmittel wurde benutzt, um nochmals sicher zu stellen, dass die in der Primärstellung befindliche Gesichtslinie zugleich auch senkrecht zur weissen Fläche lag.

Durch die beiden primären Punkte war eine horizontale schwarze Linie über die ganze Tafel gezogen und durch jeden dieser Punkte eine Verticale. Jeder der so beiderseits entstandenen Quadranten wurde für meine ersten Versuche überdies durch drei schräge Linien in vier gleiche Theile zerlegt, so dass jeder primäre Punkt den Mittelpunkt eines 16strahligen Sternes bildete. Auf jeden dieser beiden Punkte wurde endlich eine kleine rothe Scheibe von 6 mm Durchmesser angebracht, deren Mittelpunkt schwarz markirt war.

Sollte nun z. B. das Blickfeld des rechten Auges abgegrenzt werden, so wurde mit diesem oder mit beiden Augen die auf dem rechten primären Punkte liegende Scheibe etwa 20" lang fest fixirt und sodann bei Verschluss des linken Auges auf einem der durch die schwarzen Linien vertretenen Halbmeridiane des Blickfeldes der am weitesten vom primären abliegende Punkt bestimmt, bis zu welchem das grüne Nachbild der Scheibe verschoben werden konnte, und diese Bestimmung für jeden der 16 Halbmeridiane durchgeführt.

Die gefundenen Grenzlagen des Nachbildes kann man entweder mit einem Bleistift, dessen Spitze das Nachbild decken muss, unmittelbar anmerken, oder man versieht jeden Halbmeridian von vornherein in der Gegend, wo zu Folge einer vorläufigen Bestimmung die Blickfeldgrenze ihn durchschneidet, mit schwarzen Punkten, die um je einen Centimeter voneinander abliegen und mit je einer Zahl versehen sind, welche den Abstand jedes Punktes vom primären Punkte angiebt. Man kann dann nach jeder Einzelbeobachtung die Zahl notiren, bis zu welcher sich das Nachbild bringen liess. Hat man indessen genügende

Uebung in dieser Art der Abgrenzung der Blickfeldgrenzen erlangt, so kann man auf das Hilfsmittel der Meridiane etwa mit Ausnahme des horizontalen und des verticalen verzichten; man lässt dann das Auge in beliebiger Richtung über die weisse Tafelfläche vom primären Punkte aus gleiten und bezeichnet die so gefundene Grenzlage des Nachbildes mit dem Bleistift. Auf diese Weise ist das Blickfeld entstanden, welches der beigegebenen Figur zu Grunde liegt.

Ehe man die Grenzlagen zu bestimmen beginnt, ist es zweckmässig, die Nasengrenze für jedes Auge durch Visiren zu suchen und aufzuzeichnen. An diesen Grenzen kann man auch, falls es nöthig werden sollte, die Kopfhaltung controliren und sich überzeugen, dass sich am Apparate nichts geändert hat. Werfende Bewegungen sind zu vermeiden, besonders wenn der Kopf nicht absolut fest sitzen sollte; auch kann man die Excursion nicht als gültig ansehen, welche man momentan durch eine derartige Wendung zu Stande bringt, aber doch nicht längere Zeit festhalten kann. Da Ermüdung die Ergebnisse beeinträchtigen könnte, so schützt man sich bis zu einem gewissen Grade vor derselben, indem man öfter mit den Augen abwechselt; in dieser Beziehung bietet die hier verwendete Tafel einen wesentlichen Vortheil gegenüber dem Perimeter.

III. Binoculares Blickfeld.

Auf derselben Tafel, auf welcher die beiden monocularen Blickfelder verzeichnet waren, bestimmte ich auch das binoculare, d. h. die Grenze des Feldes, innerhalb dessen ich jeden Punkt binocular zu fixiren vermochte. Als Kriterium dafür, dass sich auf dem bezüglichen Punkte wirklich beide Gesichtslinien kreuzten, diente hier lediglich das Einfachsehen eines auf diesen Punkt gebrachten kleinen Objectes, welches zu fixiren war. Diese Art der Bestimmung schliesst zwei Fehlerquellen ein. Die eine, weniger wesentliche liegt darin, dass die beiden Netzhautbilder eines Objectes auch dann eine einfache Wahrnehmung geben können, wenn sie nicht genau correspondirend, sondern innerhalb gewisser Grenzen disparat gelegen sind. Die zweite, wichtigere Fehlerquelle ist darin begründet, dass

aus dem Einfachsehen eines kleinen Objectes auch dann, wenn es sich streng correspondirend abbildet, noch nicht folgt, dass es wirklich central gesehen wird. Denn gesetzt, die Gesichtslinien würden sich nicht auf dem Objecte selbst, sondern in einem der Mitte des Blickfeldes näheren Punkte des letzteren durchkreuzen, und das Object also mit beiden Augen etwas indirect gesehen werden, so könnte es sich doch dabei auf correspondirenden Stellen abbilden und deshalb streng einfach erscheinen. Dies war hier besonders leicht möglich, weil das zu fixirende kleine Object um so weiter über meinen Fernpunkt hinausrückte, je mehr es sich der Grenze des ebenen Blickfeldes näherte, daher ich nicht, wie dies sonst möglich ist, in der maximalen Deutlichkeit des Objectes ein Kriterium dafür hatte, dass ich es wirklich central fixirte.

Beide Fehlerquellen kamen aber für meine Untersuchung deshalb nicht in Betracht, weil ich lediglich feststellen wollte, ob wirklich mein binoculares Blickfeld erheblich kleiner ist, als der gemeinsame Theil der beiden monocularen Blickfelder. Da nämlich beide Fehlerquellen nur in dem Sinne wirken können, dass sie das binoculare Blickfeld grösser erscheinen lassen, als es wirklich ist, sich aber gleichwohl dieses Feld bei der genannten Untersuchungsmethode viel kleiner herausstellte, als der gemeinsame Theil der monocularen Blickfelder, so ist der Beweis für die relative Einschränkung des binocularen Feldes nur um so entschiedener geliefert.

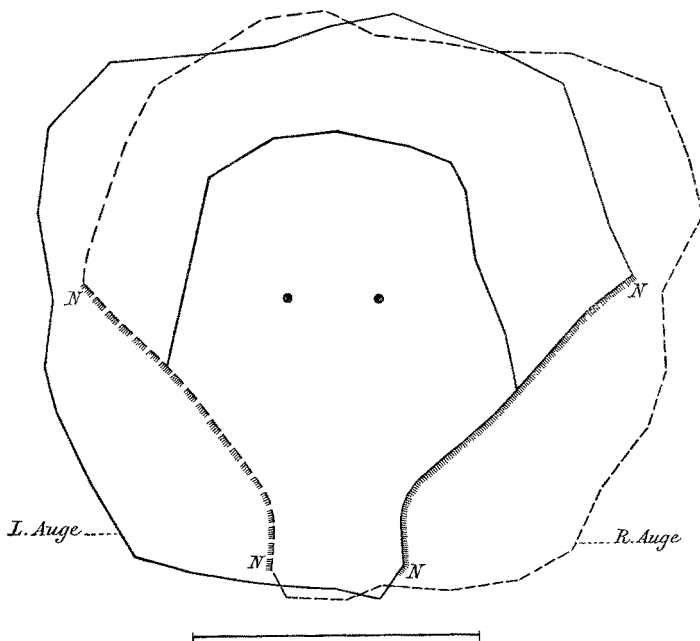
Als Fixirungsobject diente mir entweder eine kleine, von einem feinen Drahte gehaltene schwarze Scheibe oder das Ende eines schwarzen, immer in verticaler Lage an die weisse Fläche gehaltenen Drahtes, welches für die oberen Theile des Blickfeldes von oben her, für die unteren von unten her, für die seitlichen Theile von rechts oder links der Mitte des Blickfeldes so lange genähert wurde, bis es gelang, den Draht wenigstens an diesem Ende einfach zu sehen.

Es fragt sich, ob man den zu fixirenden Gegenstand selbst

bewegen oder dies von einem Gehilfen besorgen lassen soll. Für letzteren ist es eine sehr grosse Mühe, den Wünschen des Untersuchers gemäss das Fixirungsobject eventuell millimeterweise und in dem passenden Zeitmaasse zu verschieben. Ist das letztere ein zu rasches, so wird flüchtige Fixation begünstigt, sind die Verschiebungen zu grosse, so können die Grenzen zu ungenau ausfallen. Deshalb unterzieht man sich besser selbst der Aufgabe, das Fixationsobject seinem Bedürfnisse gemäss zu bewegen, wenn gleich dies besonders von oben her recht beschwerlich ist und, falls man nicht absolut fest sitzt, zu Veränderung der Lage führen kann. Man setzt am besten etwa an der Grenze des gemeinsamen Theils der unocularen Blickfelder an und sucht das Object fest zu fixiren, dann kehrt man in die Mittellage zurück, ruht seine Augen aus, wendet sie dann wieder auf den etwas näher gerückten Gegenstand und setzt dieses Spiel so lange fort, bis es gelingt, ihn längere Zeit bequem festzuhalten, d. h. einfach zu sehen; nahe dieser Grenze muss man, um sie möglichst genau festzustellen, nur kleine Verschiebungen vornehmen; aber man darf nicht erwarten, dass man die Grenze immer auf Millimeter genau trifft, da die Innervationsstärke von der Stimmung abhängig und die Ermüdung der Muskeln ein schwer zu berechnender Factor ist.

Suchte ich die Spitze des Objectes in der beschriebenen Weise zu fixiren, so war ich, abgesehen von den unteren Parthieen des gemeinsamen Theiles der monocularen Blickfelder und von einem Gebiet, welches erheblich kleiner ist als das erstere, nicht im Stande, einfach zu sehen, sondern es waren gekreuzte Doppelbilder des Gegenstandes bemerkbar. Die Distanz derselben ward nahe den Grenzen des binocularen Blickfeldes geringer, dann folgte ein Bereich, in welchem momentan Einfachsehen möglich war, aber bald ein Zerfallen in Doppelbilder stattfand, bis ich endlich auf die Dauer bequem einfach sah. In dem Bezirk, in welchem mir das Einfachsehen nicht möglich war, besonders in den seitlichen Abschnitten des gemeinsamen Theiles der monocularen Felder machte sich mir ein eigenthümliches nicht näher zu beschreibendes Binnengefühl bemerkbar, das erst bei bequemem Einfachsehen

wich. Wie sich die Einschränkung des binocularen Blickfeldes für die gewählte Entfernung bei mir im Vergleich zum gemeinsamen Theil der unocularen Blickfelder verhält, ist aus der beigegebenen Abbildung ersichtlich. Zusammengefasst ergibt sich also aus den beiden Untersuchungen:



Der gemeinsame Theil der beiden monocularen Blickfelder deckt sich für die gewählte Entfernung, welche einer Nahstellung ohne Accommodation der kurzsichtigen Augen entspricht, nicht mit dem binocularen Blickfelde. Vielmehr ist das letztere nach oben, zu beiden Seiten und etwas nach unten seitlich in auffälliger Weise relativ eingeschränkt (s. Figur).

Bei der ersten Bestimmung meiner Blickfelder war ich von einer Augenstellung ausgegangen, welche von der

Primärstellung erheblich abwich. Die dabei gewonnene Uebung benutzte ich sodann zu einer zweiten Bestimmung, nachdem ich zuvor die Primärstellung in der oben beschriebenen Weise möglichst gesichert hatte. Die auf der Beobachtungstafel abgesteckten Grenzen der Blickfelder sind in der Abbildung im Verhältnisse 5:1 verkleinert wiedergegeben. Die schraffirten Theile *NN* entsprechen den beiden Projectionen der Nase, der unter der Figur befindliche Horizontalstrich dem Abstände der Augen von der Tafel (19 cm). Der den beiden primären Punkten nächstliegende Contour umschliesst das binoculare Blickfeld.

In Winkel umgerechnet entsprechen den maximalen Ablenkungen der Gesichtslinie aus der Primärstellung in den vier Hauptrichtungen folgende abgerundete Werthe:

	Linkes monoculares Blickfeld	Rechtes monoculares Blickfeld
nach oben	41°	42°
nach unten	45	45
nach aussen	39	45
nach innen	48 (Nasengrenze)	44 (Nasengrenze)
Binoculares Blickfeld		
nach oben	28	28
nach unten	45	45
nach aussen	20	21
nach innen	35	34

IV. Schlussbemerkungen.

Bei den geschilderten Excursionen des Doppelauges sind nicht bloss diejenigen Muskelgruppen betheilig, welche die Bewegung des binocularen Blickpunktes nach den Dimensionen der Höhe und Breite besorgen, sondern auch die Adductorengruppe des Doppelauges, welche die Nahstellung des Blickpunktes bewerkstelligt. Demnach lehren die obigen Ergebnisse Folgendes: Hebe ich mein auf die

Nähe eingestelltes Doppelauge gerade nach oben oder schräg nach oben, lenke ich es gerade nach rechts oder links oder etwas seitlich und nach unten, so versagt die Convergenz, sobald eine gewisse Grenze überschritten ist, nämlich die Grenze des binocularen Blickfeldes, obwohl das Einzelaug noch weiter nach innen oder aussen abgelenkt werden kann, wie aus dem Vergleich zwischen dem monocularen und binocularen Blickfeld hervorgeht. Dieses Verhalten stimmt, was die obere Grenze des binocularen Blickfeldes betrifft, mit den Erfahrungen überein, die man in normalen, noch mehr aber in pathologischen Fällen gewonnen hat. So ist es eine bekannte Thatsache, dass Hebung der Blickebene die Divergenz der Gesichtslinien begünstigt, was v. Helmholtz von der Gewohnheit ableitet, weil fernegelegene Gegenstände gerade im oberen Theile des Blickraumes vorzukommen pflegen. Die pathologischen Divergenzen können hier mit aufgeführt werden, weil, falls es sich herausstellt, dass auch bei ihnen eine Zunahme bei gehobener Blickebene stattfindet, angenommen werden muss, dass sich diese Erscheinung schon physiologisch, wenn auch in geringerem Maasse, vorgebildet findet, und dass es sich daher um ein allgemein gültiges Gesetz handelt. In der That ist es nicht bloss eine alte Erfahrung, dass jede pathologische Divergenz nach oben zunimmt, sondern die Prüfungen mit den abwärts brechenden Prismen nach v. Graefe bei den Bestimmungen der Insufficienz haben eine Divergenz beim Aufwärtssehen ganz allgemein beobachten lassen. Für die Einschränkung des binocularen Blickfeldes nach den Seiten sind mir keine Analogieen bekannt. Wir dürfen vielleicht aber aus dem physiologischen Verhalten schliessen, dass bei geeigneter Untersuchungsmethodik eine Zunahme der pathologischen Divergenzen sich auch in dieser Richtung nachweisen lassen wird.

So deutlich nun die Erscheinungen der Einschränkung des binocularen Blickfeldes dem Untersuchenden sich auf-

drängen, ist es doch nicht möglich, eine sichere Erklärung für dieselben zu geben. Hering¹⁾ hat, wie einleitend nur angedeutet wurde, folgende Möglichkeiten der Erklärung für den Umstand aufgestellt, dass wir durch die Innervation zur Seitenwendung das Einzelauge stärker nach innen zu wenden vermögen als durch die auf Nahestellung des Blickpunktes zielende Innervation. Entweder, meint er, kann letztere Innervation nicht mit derselben Stärke wie die erstere aufgebracht werden, oder es stehen der Innenwendung im einen Falle grössere Widerstände entgegen, als im anderen, was nicht undenkbar ist, weil bei einer und derselben Ablenkung der Gesichtslinie nach innen das Auge unter dem Einflusse anderer Muskelwirkungen steht, wenn in die Ferne, als wenn in die Nähe gesehen wird. Um die letztere Bemerkung zu verstehen, ist es nöthig, die Verschiedenheit der Orientirungsgesetze für das Fern- und das Nahesehen in Betracht zu ziehen. Für die Ferne ist bekanntlich das Listing'sche Gesetz fast streng gültig, und es lässt sich aus demselben für jede Stellung der Gesichtslinie die Lage des Auges in der Orbita ableiten. Wäre dieses Gesetz auch bei Convergenzstellungen gültig, so dürften zunächst bei beliebiger Convergenz in der primären Blickebene — dies ist der einfachste Fall — die verticalen Trennungslinien ihre Neigung zur Blickebene nicht verändern; denn die Bedeutung der primären Blickebene für die Fernstellungen ist gerade die, dass die Gesichtslinien innerhalb derselben in eine beliebige Secundärstellung ohne gleichzeitige Rollung des Auges um die Gesichtslinie übergeführt werden können. Nun hat aber Hering²⁾, nachdem bereits von anderer Seite auf Abweichungen vom Listing'schen Gesetze bei Nahstellungen hingewiesen war, durch eingehende Untersuchungen gezeigt, dass das Listing'sche Gesetz für die Nahstellungen überhaupt nicht an-

¹⁾ Binoculares Sehen. S. 47.

²⁾ Binoculares Sehen. § 18.

wendbar ist, „dass im Allgemeinen die verticalen Trennungslinien bei den symmetrischen Convergenzstellungen mit dem oberen Ende weiter nach aussen, beziehentlich weniger nach innen geneigt sind, als das Listing'sche Gesetz fordern würde, und dass diese Abweichung sehr rasch einerseits mit der Zunahme des Convergenzwinkels, andererseits mit der Senkung der Blickebene wächst.“

Hieraus und aus den übrigen Befunden ergibt sich, dass trotz gleicher Lage der Gesichtslinie relativ zum Kopfe eine Verschiedenheit zwischen den Innervationen für die Ferne und denen für die Nähe besteht.

Gegen die Beobachtungen, welche Hering zuerst über das binoculare Blickfeld gemacht hat, und mit welchen die meinigen im Einklang sind, wurden, wie gesagt, von Schneller¹⁾ Bedenken erhoben. Er meint, die Methode der Nachbilder disponire vielleicht sehr zum Auseinanderfallen der Doppelbilder; es ist aber diese Methode von Hering nur zur Bestimmung des Bewegungsfeldes je einer Gesichtslinie angewandt worden, während zur Prüfung des binocularen Blickfeldes das Einfach- bzw. Doppeltsehen kleiner Objecte benutzt wurde. Auch hat Schneller, soweit seine Perimeter- oder Tafelmethode für mittlere Sehweite zu schliessen erlaubt, die Blickfeldgrenzen nur für Nahstellungen untersucht. Seine Einwürfe sind folgende: „er (Hering) hat innerhalb des Deckblickfeldes Doppelbilder; also hat er entweder — nach meinen (Schneller's) Beobachtungen — nicht ganz normal wirkende Augenmuskeln, oder die Methode der Nachbilder disponirt sehr zum Auseinanderfallen der Doppelbilder. Denn für mich und andere normale Augen fallen das Deckblickfeld und das gemeinsame Blickfeld zusammen.“ Weiter unten bemerkt er: „Innerhalb des Deckblickfeldes (wo also die Blickfelder beider Augen übereinander fallen) wurde von

¹⁾ v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. XXI. 3.

mir und allen Normalsichtigen mit gesunden Muskeln, die nicht ermüdet waren, einfach gesehen. An den Grenzen des Deckblickfeldes traten bei längerer Prüfung mit gefärbtem Glas mitunter Doppelbilder ein, sie konnten aber immer, wenn die Ermüdung nicht zu gross war, wieder vereinigt werden. Das Deckblickfeld ist somit bei dieser Methode der Prüfung für normale Augen das gemeinsame.“ Auf die Einwürfe Schneller's hat Hering¹⁾ bereits geantwortet:

„Wenn man das Excursionsvermögen der Gesichtslinien auf einem in mittlerer Blick- oder Sehweite (12“) befindlichen, der Frontalebene ungefähr parallelen Gesichtsfelde bestimmt, indem man auf demselben, wie dies Schneller that, kleine Druckschrift aus der primären Lage bis dahin verschiebt, wo eben noch die Buchstaben derselben erkannt werden, so findet man bei Emmetropen, dass das binoculare Blickfeld dem gemeinsamen Theile der beiden monocularen Blickfelder nahezu entspricht. Es ist dies deshalb von vornherein zu erwarten, weil die Innervationen, welche nothwendig sind, um die benutzten Buchstaben direct und scharf zu sehen, beim einäugigen Sehen dieselben sind wie beim doppeläugigen, so dass also jeder Grund für die relative Einschränkung des binocularen Blickfeldes wegfällt. Aus der Unkenntniss dieses Umstandes erklären sich einige Einwürfe, welche gegen die Angaben Hering's über die relative Grösse des binocularen Blickraumes erhoben worden sind.“

Unter wesentlich anderen Versuchsbedingungen als Schneller habe ich untersucht. Das jeweils fixirte Object befand sich stets zum mindesten im Fernpunktstand vom Auge (19 cm). Für mich lag also bei der Bestimmung der monocularen Blickfelder nicht nur kein Zwang zur Convergence, sondern auch kein solcher zur Accommodation vor, und es brauchte daher auch nicht die zur letzteren nöthige Innervation aufgebracht zu werden, welche bekanntlich immer zugleich die Adductoren betrifft. Gegenüber dem im Fernpunktstande meiner Augen, bezw. in den excentrischen Theilen darüber hinausliegenden Blickfelde, ver-

¹⁾ Hermann's Handbuch d. Physiol. Bd. III. 1. S. 447.

hielten sich bei monocularem Sehen meine Augen ganz analog, wie die Augen des Emmetropen gegenüber einem sehr fernen Blickfelde bei monocularem Sehen. Also auch zwischen meinen und Schneller's Ergebnissen scheint mir ein Widerspruch gar nicht vorzuliegen.

Ob mein Auge bei unveränderter Stellung der Gesichtslinie (relativ zum Kopf) eine etwas verschiedene Lage in der Orbita hat, je nachdem ich ein in meinem Fernpunktabstande liegendes Object nur monocular oder zugleich auch mit dem anderen Auge fixire, habe ich nicht untersucht; doch ist es mir auf Grund der von Hering gefundenen Thatsachen nicht unwahrscheinlich. Jedenfalls ist zu wünschen, dass auch andre Myopen ihre Blickfelder bei Fernpunktabstand im monocularen und binocularen Sehen untersuchen und dabei zugleich die jeweilige Orientirung der Augen in der Orbita feststellen möchten.

Die vorliegende Arbeit ist nur ein geringer Beitrag zur Beantwortung der hier erörterten Fragen, aber ihr Werth würde erhöht werden, wenn sie die Anregung zu einer grösseren Zahl weiterer Untersuchungen geben würde. Erst auf Grund eines grösseren Beobachtungsmateriales wird sich das nur Individuelle von dem allgemein Gültigen sondern, und ein fester Boden für die Erklärung der festgestellten Thatsachen gewinnen lassen.
