Bemerkungen zur Hemianopsie.

Von
Prof. Dr. F. Best
in Dresden.

In letzter Zeit sind kurz nacheinander zwei Abhandlungen über hemianopische Störungen erschienen, von Behr¹⁾ und von Lenz²⁾. Sie geben mir den Anstoss zu folgender Veröffentlichung.

Bei Hemianopsie ist bekanntlich in einem Teil der Fälle die Grenzlinie zwischen erhaltenem und zerstörtem Gesichtsfeld eine vertikale, in andern besteht eine Ausbuchtung entsprechend dem Maculagebiet. Dieses Verhalten des Gesichtsfeldes scheint zu beweisen, dass in verschiedenen Teilen der Sehbahn die Fasern entsprechend verschieden verlaufen; und zwar wird angenommen, dass im Anfangsteil der Bahn, im Tractus, die Fasern jeder Hälfte exakt getrennt sind, so dass bei Leitungsunterbrechung an dieser Stelle die Trennungslinie im Gesichtsfeld geradlinig verläuft. Später findet eine Teilung derjenigen Fasern statt, die das Maculagebiet versorgen, und von da ab bis zur Hirnrinde kann ein Herd nicht mehr die eine Gesichtsfeldhälfte vollständig zerstören; es bleibt eine makulare Aussparung bestehen. Wenn dem so ist, so liesse sich aus dem Verhalten der vertikalen Grenzlinie des Gesichtsfeldes ein diagnostisches Merkmal ableiten, das für eine Lokalisation der Störung zu verwerten wäre. Dieser Ansicht ist Lenz. Dagegen ist die Sache nach Behr keineswegs als bewiesen anzusehen; er kommt bei seiner Kritik der bisher veröffentlichten Fälle zu dem Schluss, dass kein einwandfreier Befund bei dauernder Unterbrechung des einen Tractus vorliege. — Der Fall, auf den ich unten aufmerksam machen möchte, spricht entschieden dafür, dass bei Zerstörung eines Tractus die Trennungslinie durch den Fixierpunkt geht.

¹⁾ Behr, Zur topischen Diagnose der Hemianopsie. v. Graefe's Arch. f. Ophth. Bd. LXX, 2. S. 340.

²⁾ Lenz, Zur Pathologie der zentralen Sehbahn. v. Graefe's Arch. f. Ophth. Bd. LXXII, 1, S. 1 u. 2, S. 197.

Mich interessierte die vertikale Grenzlinie bei Hemianopsie seit einigen Jahren von einem andern Gesichtspunkt aus. Wenn man in pathologischen Fällen eine derart markante Linie in unserm Gesichtsfeld findet, sollte die nicht auch schon eine physiologische Bedeutung haben und ohne Hilfe der Pathologie rein durch irgendwelche Untersuchungsmethode zum Vorschein kommen? Es ist doch eine sehr ausgeprägte und durch die anatomische Verteilung der Sehnervenfasern schon vorgebildete Begrenzung, die da durch die Erkrankung enthüllt wird. Man wird nicht umhin können, eine angeborene genau bestimmte Verlaufsrichtung der Sehfasern von den beiden verschiedenen Netzhauthälften als Vorbedingung der Hemianopsie anzunehmen, und bekanntlich wird die Halbkreuzung der Sehnerven von Hering und den Anhängern der nativistischen Raumtheorien u. a. als Beweis dafür angeführt, dass unsere optischen Raummempfindungen angeboren sind. Nach der nativistischen Theorie besteht zwischen korrespondierenden Punkten unserer Netzhäute eine angeborene Beziehung, während die empiristische Theorie die Verschmelzung der optischen Eindrücke auf Deckstellen durch individuelle Einübung und Erfahrung vertritt.

Wenn wir uns nun den Fall einer vollständigen hemianopischen Störung mit geraden durch den Fixierpunkt gehenden Grenzlinien ansehen, so müssen diese Vertikalen korrespondierenden Punkten beider Netzhäute zugehören. Die miteinander korrespondierenden vertikalen Durchschnitte der Netzhäute sind aber auch physiologisch ausgezeichnete Linien, und es ist demgemäss zu erörtern, ob die vertikalen Trennungslinien bei Hemianopsie den von Hering so genannten Längsmittellinien des Sehfeldes bzw. den mittlern Längsschnitten der Netzhäute entsprechen. Wenn wir die Übereinstimmung nachweisen können, so würde damit eine weitere Stütze für die Ansicht geliefert sein, dass die Korrespondenz beider Netzhäute auf angeborener Grundlage beruht.

Diese physiologischen Erwägungen haben mich zu der Beschäftigung mit der vertikalen Grenzlinie geführt. Da nun aber die Mehrzahl der Hemianopsien nicht totale Zerstörung der einen Gesichtsfeldhälfte bewirkt, auch meistens eine makuläre Aussparung besteht, so lassen sich für diese Zwecke am besten Tractushemianopsien verwerten, die vermutlich die am wenigsten komplizierten Resultate geben. Ausserdem ist die Halbkreuzung der Sehnerven, wie es scheint, individuellen Variationen nicht besonders ausgesetzt — Fehlen des Chiasmata ist nur als grösste Seltenheit in der älteren Literatur ver-

zeichnet —, während anderseits gute Gründe für häufige individuelle Abweichungen in der weiteren cerebralen Sehbahn sprechen.

Leider sind Tractushemianopsien selten. Vor neun Jahren habe ich einen Fall gesehen, den ich mit Erlaubnis von Herrn Geheimrat Vossius¹⁾ untersuchen konnte. Seither warte ich auf einen weiteren, aber das sonst so bewährte Gesetz der Dupplizität hat mich diesmal vollständig im Stich gelassen. Um meine damaligen Aufzeichnungen nicht allzu sehr altern zu lassen, muss ich endlich doch zur Veröffentlichung schreiten, trotzdem ich gerne eine Bestätigung an weiteren Fällen vorgenommen hätte.

Zunächst eine kurze Wiederholung der Angaben von Vossius an der erwähnten Stelle:

Der 19 jährige Patient, der früher nach seiner Angabe stets gute Augen hatte, erlitt einen Sturz aus dem zweiten Stock eines Hauses etwa 6 m tief; blieb bewusstlos liegen, blutete aus Ohren, Nase, Mund und war vermutlich auf die rechte Gesichtseite gefallen. 10 Tage war er ohne Bewusstsein, und als er zu sich kam, bemerkte er, dass er auf dem linken Auge erblindet war und mit dem rechten Auge die nach rechts liegenden Gegenstände nicht sehen konnte; ferner dass er auf dem linken Ohr taub war. Nach 4 Monaten wurde er in die Augenklinik in Giessen aufgenommen. Damaliger Befund: Rechts $S = \frac{6}{10}$, links Amaurose. Augen äusserlich normal, Augenbewegungen desgleichen. Rechts hemiopische Pupillenreaktion, die auch vom rechten Auge aus links eintrat, während vom linken Auge aus keine Lichtreaktion zu erzielen war. Rechts Sehnervpapille temporal blass, links vollständig blass und atrophisch. Bei Untersuchung des Gesichtsfeldes wurde eine temporale Hemianopsie mit scharfer Grenzlinie durch den Fixierpunkt nachgewiesen. Die Ausdehnung der erhaltenen Gesichtsfeldhälfte war, auch für Farben, normal. — Die sonstige Untersuchung ergab linkseitige Taubheit durch Zerstörung des Labyrinths, leichte Herabsetzung des Hörvermögens auf dem rechten Ohr infolge einer in der Jugend überstandenen Erkrankung des Trommelfells.

Soweit der Befund von Vossius, den ich durch die folgenden Mitteilungen kurz ergänzen möchte. Zunächst hat es ein gewisses Interesse festzustellen, wie die vertikale Trennungslinie genauer verläuft. Zu diesem Zwecke habe ich den Patienten in 50 cm Entfernung von einer ihm gegenüber liegenden Wand mit Fixationszeichen in Augenhöhe aufgestellt, möglichst mit Primärstellung des Kopfes. Wenn man nun die Begrenzung des Gesichtsfeldes aufzeichnet, so findet man die vertikale Trennungslinie als eine absolut

¹⁾ Vossius, Über die hemianopische Pupillenstarre. Samml. zwangl. Abhandl. aus dem Geb. der Augenheilk. Bd. IV, 3. 1901.

exakte Gerade. Verbindet man den obern und untern Endpunkt durch eine mit dem Lineal gezogene Gerade, so findet man eine Abweichung der einzelnen Markierungspunkte, die in Abständen von etwa 1 cm die Gesichtsfeldgrenze darstellen, von im Maximum 2 mm gegenüber der durch das Lineal gezogenen wirklichen Geraden. Es gilt dies für eine Strecke von 14° nach oben und 21° nach unten, und zwar bei sechs verschiedenen Messungen. Dies spricht für eine sehr genaue Einhaltung der Fixation des psychisch ganz normalen und leidlich intelligenten Patienten, der durch zahlreiche Gesichtsfeldaufnahmen eine genügende Übung gewonnen hatte, um einwandfreie Angaben zu machen — was man bei vielen perimetrischen Untersuchungen leider vermissen muss. Ich glaube, dass die vertikale Trennungslinie mit noch höherer Genauigkeit einer geraden Linie entspricht und die an und für sich schon geringe Abweichung davon (14 Minuten an den stärkst ausgebogenen Stellen) auf Schwankungen in der Fixation grösstenteils zurückzuführen sind.

Es fiel nun weiterhin auf, dass bei aufrechter Kopf- und Körperhaltung die Gesichtsfeldgrenze nicht genau mit der vertikalen im Raume übereinstimmte. Die Abweichung gegenüber der Senkrechten war stets in dem Sinne, dass das obere Ende nach rechts geneigt war. Die Neigung betrug bei sechs verschiedenen Gesichtsfeldaufnahmen $2^{\circ} 32'$, $2^{\circ} 38'$, $3^{\circ} 6'$, $2^{\circ} 24'$, $2^{\circ} 30'$, $3^{\circ} 45'$ also im Mittel $2^{\circ} 49'$. Eine von dem Fixierpunkt ausgehende horizontale Linie erschien dem Patienten horizontal, dagegen mussten vertikale Linien bei ruhendem Blick um etwa 2° nach rechts geneigt werden, um vertikal zu erscheinen. Um bei geneigtem Kopf die Stellung der vertikalen Gesichtsfeldgrenze zu bestimmen, versuchte ich mit einer improvisierten Beissvorrichtung die Kopfneigung zu bestimmen, indessen war die Vorrichtung doch nicht exakt genug, und Patient hatte auch derart viele Gesichtsfeldbestimmungen in der Klinik hinter sich, dass ich die Untersuchung abbrechen musste. Ich bedaure also, darüber keine Befunde mitteilen zu können, die wegen der gleichzeitigen Ohrerkrankung besonders für die Lokalisation bei bewegtem Blick sehr wünschenswert gewesen wären. Subjektiv hatte Patient erhebliche Klagen über Schwindel, die wohl grösstenteils auf Labyrinthzerstörung zu beziehen waren; die Häuser, Bäume usw. schienen dem Patienten alle schief zu stehen.

Bei Halbierung wagerechter Linien beging Patient den typischen, von Kalmus und Liepmann¹⁾ aufgefundenen Fehler, die nach der

¹⁾ Berliner klin. Wochenschr. 1900. Nr. 38.

erhalten gebliebenen Gesichtsfeldseite liegende Hälfte zu gross zu machen. Bei Entfernung der Linien in mittlerer Sehweite waren die Resultate links:rechts 20:21, 45:35, 12:11, 47:47, 43:27, 50:46, 21:21 mm, also im Durchschnitt linke Hälfte 239:rechte Hälfte 208. Bei Halbierung einer senkrechten Linie oben:unten wie 30:30, 50:53, 33:31, 12:14; im ganzen 125:128.

Nach einem Jahr habe ich Patient nochmals kurz gesehen. Der Befund war unverändert.

Was nun die Frage angeht, ob bei Tractushemianopsie die Grenzlinie eine Maculaaussparung habe oder nicht, so glaube ich, kann man dies dahin entscheiden, dass die Trennungslinie geradlinig durch den Fixierpunkt geht, wenn man eine Verallgemeinerung unseres Falles für zulässig erachtet. Dies wird statthaft sein, da die Arbeit von Lenz bereits die sehr hohe Wahrscheinlichkeit eines solchen Verhaltens ergeben hat. In dem eigenen Falle fehlt zwar die Bestätigung durch Sektion, aber der klinische Befund ist so gut wie beweisend für eine Tractusaffektion (Zerreissung des linken Optikus und linken Tractus); höchstens kommt noch, wie dies schon Vossius ausgeführt hat, eine Chiasmazerreissung in Frage. Die sehr frühzeitig auftretende Optikusatrophie ist nicht mit einer cortical bedingten Hemianopsie in Einklang zu bringen, ganz abgesehen davon, dass auch sonst alle übrigen Symptome für eine Fraktur an der Schädelbasis sprechen.

Es ist nun weiter zu erörtern, welche Bedeutung die Neigung der vertikalen Trennungslinie hat. Sie stimmt dem Sinne nach überein mit der Neigung der mittlern Längsschnitte der Netzhaut, die individuell verschieden ist und im allgemeinen nach Hering zwischen 0 und $1\frac{1}{2}^{\circ}$ schwankt. Um den mittlern Längsschnitt der Netzhaut bei unserm Patienten zu bestimmen, fehlen uns wichtige Kriterien, nämlich die Korrespondenz des andern Auges, das ja vollständig erblindet war. Aus diesem Grunde ist die Bestimmung des Längsmittelschnittes ungenau. Es liess sich nur so verfahren, dass man bei möglichster Primärstellung des Kopfes und der Augen (deren Kontrolle auch wieder nur schätzungsweise erfolgen konnte) eine Horizontale zog, die dem Patienten auch horizontal zu liegen schien und bei Fixation des rechten Endpunktes dieser Linie die subjektiv senkrecht erscheinende Linie bestimmte. Sie hatte, wie schon erwähnt, eine Neigung des obern Endes nach rechts um annähernd 2° ; die vertikale Trennungslinie des Gesichtsfeldes neigte sich um etwa $2^{\circ} 49'$ und eine in ihr verlaufende bzw. dicht neben ihr parallele Linie wurde bei strenger Fixation vertikal gesehen. Als eine unbedeutende

Fehlerquelle muss noch angegeben werden, dass die Augen nicht parallel standen, sondern auf $\frac{1}{2}$ m konvergent. Dadurch würde die normale Neigung des Längsmittelschnittes noch vermehrt werden. Ferner ist die Raumempfindung des Patienten in hohem Grade vermutlich durch die linkseitige Labyrinthzerstörung beeinflusst. Besonders bei bewegtem Blick dürfte sich das (durch Fortfall der Rollungen bei Kopfneigung) bemerkbar machen, und die Scheinbewegungen sowie die Schiefstellung der Aussengegenstände, über die Patient klagte, sind wohl grösstenteils hierdurch bedingt. Unter Berücksichtigung der durch die Art der Sehstörung bedingten Ungenauigkeiten kann man es also nicht als erwiesen, aber immerhin wahrscheinlich bezeichnen, dass die Trennung des hemianopischen Gesichtsfeldes in der Längsmittellinie des Sehfeldes erfolgte. Im übrigen braucht diese Linie nicht immer so exakt eine Gerade zu bilden, wie in unserm Fall. Es kommen bekanntlich physiologische Varietäten der mittlern Längsschnitte vor, in denen diese schwach gekrümmt sind oder im Fixierpunkt geknickt; worauf für eventuelle andere Untersuchungen hingewiesen sei. Dass die Verhältnisse sich bei cerebralen Herden noch weiter komplizieren können, schon durch die Doppelversorgung der Macula, aber auch durch eventuelle sekundäre Abzweigungen von Sehfaserbündeln je nach individueller Varietät, darauf wurde schon einleitungsweise aufmerksam gemacht. Übrigens zeigt unser Fall, dass auch eine Sehschärfe von etwas mehr als 0,5 mit einer vertikalen Trennungslinie vereinbar ist; in der Tat wüsste ich keinen Grund, warum die zentrale Sehschärfe dadurch gerade auf die Hälfte herabgesetzt sein sollte. Die dahin gehende Ansicht von Behr ist mit Recht von Lenz zurückgewiesen.

Behr verwendet die hemianopische Pupillenreaktion als Hilfsmittel zur Bestimmung der Lage des Herdes. Bei Herden im Hinterhauptlappen wird sie nicht gefunden, dagegen ist die Untersuchung darauf positiv, solange noch die Pupillenfasern die Sehfasern begleiten, also vor allem bei Leitungsunterbrechung im Tractus. Ich kann die Befunde von Behr nur bestätigen. Bei drei corticalen Hemianopsien, die ich in den letzten Jahren gesehen habe, die aber wegen ihres psychischen Verhaltens, teils wegen Unvollständigkeit der Hemianopsie nicht zu Untersuchungen über die vertikale Trennungslinie zu verwenden waren, fehlte die hemianopische Reaktion, während sie bei der Tractushemianopsie auf das leichteste festzustellen war. Die Untersuchungen wurden nicht mit dem Hess'schen Apparat vorgenommen. Meines Erachtens kann dies aber nicht gegen die Zuver-

lässigkeit der Resultate angeführt werden (wie an anderm Ort¹⁾ ausführlich begründet); denn wenn ein Untersucher nur bei Tractushemianopsie die hemianopische Pupillenreaktion erhält, sonst nie, so kann dies Resultat doch nicht mit dem Umstande bezweifelt werden, dass es unmöglich ist, eine Netzhautstelle isoliert zu belichten, wegen des Zerstreuungslichtes. Das zerstreute Licht könnte nur eine hemianopische Reaktion verdecken oder unmöglich machen, da auch bei Beleuchtung der nicht sehenden Netzhauthälfte die sehende belichtet wird. Aber das ganz unzweifelhafte Vorkommen der Halbseitenreaktion und zwar nur bei Tractus-(peripherer) Hemianopsie beweist die verhältnismässig untergeordnete Bedeutung dieser Fehlerquelle. Eine Anordnung, wie die von Hess vorgeschlagene, ist zur Untersuchung der Pupillenreaktion zu wissenschaftlichen Zwecken wünschenswert; aber die hemianopische Reaktion als typisches diagnostisches Hilfsmittel ist davon nicht unbedingt abhängig und die Untersuchung darauf kann von jedem Arzt, durch einfache Belichtung mittels Spiegel, vorgenommen werden.

Endlich möchte ich noch den Augenmassfehler der Hemianopiker besprechen.

Wollen wir sein Zustandekommen begreifen, so müssen wir die hemianopische Art zu sehen nachahmen. In dem oben geschilderten Fall von Tractushemianopsie fiel die rechte Gesichtsfeldhälfte des rechten Auges fort. Ich zeichne mir also eine horizontale Linie, und benutze zur Halbierung der Linie nur die linke Gesichtsfeldhälfte des rechten Auges. Normalerweise habe ich das Bestreben, über die Linie mit meinem Auge hinwegzugleiten; das darf ich nicht, denn dann kommt die Linie in die „blinde“ Gesichtsfeldhälfte; ich darf wohl weiter nach rechts sehen, aber das nützt mir nichts, denn dann liegt die Linie auf zu peripheren Netzhautbezirken; ich darf aber an einer auf dem rechten Endpunkt der zu halbierenden senkrechten Linie meinen Blick auf und ab gleiten lassen, um nicht allzusehr mit meinem Blickpunkt an den rechten Endpunkt der Horizontalen gefesselt zu sein. Wenn man den rechten Endpunkt fest fixiert oder auch sein Blickfeld in der erwähnten Weise beschränkt und nun die Halbierung vornimmt, so gelangt man zu folgendem Teilungsverhältnis: links : rechts 49 : 42, 27 : 26, 43 : 41, 25 : 23, 49 : 42, 45 : 42, 17 : 17, 41 : 42 mm. Im Durchschnitt links : rechts 296 : 275. Es waren Linien, die in deutlicher Sehweite gehalten wurden, und die Halbierung fällt genau wie bei dem Hemianopiker aus, indem die linke Hälfte zu

¹⁾ Arch. f. Augenheilk. 1908. Bd. LXI, H. 4. S. 319.

gross wird. Grösser wird die Täuschung, wenn man noch stärker periphere Netzhautbezirke mit hineinbezieht. Wenn man eine horizontale, der Frontalebene parallele Linie von 240 mm in 250 mm Entfernung bei binokularer Fixation mit der linken Netzhauthälfte halbiert, so ist das Verhältnis für mich im Mittel von 40 Einstellungen links: rechts 143:97 mm. (Leider habe ich keine Versuche mit grösseren Linien und exakter Entfernungsbestimmung, und ausserdem viel zu wenige Einzelversuche bei dem Hemianopiker angestellt, da meine Überlegungen erst nachträglich sich an die Beobachtung anschlossen.) Was für horizontale Linien nachgewiesen wurde, gilt für senkrechte unter gleichen Versuchsbedingungen, d. h. bei Ausschluss der untern bzw. obern Gesichtsfeldhälfte, und allgemein gültig kann man sagen: bei Halbierung einer Linie im indirekten Sehen und strenger Fixation des einen Endpunktes der Linie wird die am meisten peripher gelegene Hälfte zu gross; auch bei bewegtem Blick erhält man dies Resultat, wenn man dafür Sorge trägt, dass sich die Linie nur auf der entsprechenden Netzhauthälfte abbildet. Der Täuschung liegt eine schon lange bekannte von Helmholtz aufgefundene Eigentümlichkeit unseres Sehfeldes zugrunde. Hering¹⁾ fasst die Scheinverkleinerung der indirekt gesehenen Teile des Objektfeldes in folgender Regel zusammen: „Die scheinbare Anordnung des im ebenen Objektfelde Liegenden ist derart, als ob das Objektfeld sich allseits in radialer Richtung zusammengezogen hätte, jedoch so, dass die Grösse dieser Zusammenziehung auf dem peripheren Teile des Objektfeldes stärker wäre als auf dem mehr zentralen.“ Unter diese Regel fällt auch der Fehler bei Halbierung im indirekten Sehen; die peripher gelegene Hälfte muss grösser sein, um der mehr zentralen gleich zu scheinen. Wenn man das von Helmholtz²⁾ angegebene Schachbrettmuster mit peripher vergrösserten und verzerrten Quadraten, die im peripheren Blick zu kleineren richtigen Quadraten zusammenschrumpfen, ausmisst, so gelangt man zu Werten für die Verkleinerung indirekt gesehener Linien, die mit den Beobachtungen bei indirekter Halbierung von Linien annähernd übereinstimmen. Der Hemianopiker macht den Fehler bei Halbierung, weil er horizontale Linien nur im indirekten Sehen halbieren kann; vertikale Linien halbiert er ungefähr richtig, weil er bei Fixation der Mitte der Linie vom Fixierpunkt aus nach oben und unten gleiche Strecken abzuschätzen in der Lage ist.

¹⁾ Handbuch der Physiologie von Hermann. Bd. III, 1, S. 372.

²⁾ Physiologische Optik. 1. Aufl. S. 553.

Diese Erklärung des Augenmassfehlers ist bereits von Feilchenfeld¹⁾ als einer der wirksamen Faktoren erkannt worden. Feilchenfeld nimmt aber ausserdem einen Einfluss der Ausdehnung des Gesichtsfeldes an. Bei zentraler Fixation eines gleichschenkligen Kreuzes sieht er als Normalsichtiger den nasalen und obern Schenkel zu gross und bezieht dies auf die geringere Ausdehnung des Gesichtsfeldes nasenwärts und nach oben gegenüber schläfenwärts und unten, indem er eine Vergleichung mit dem noch übrigen peripheren Gesichtsfeldteil annimmt. Meines Erachtens spricht aber gerade die Täuschung des Hemianopikers gegen einen Einfluss der peripheren Ausdehnung der Gesichtsfeldgrenzen; die Täuschung des Hemianopikers hält sich durchaus in den Grenzen, innerhalb deren ihr auch der Normale bei peripherer Halbierung unterliegt. Würde darüber hinaus noch ein Einfluss der Gesichtsfeldausdehnung bestehen, so müsste der Hemianopiker viel grössere Fehler begehen. Die Täuschung von Feilchenfeld, Überschätzung des nasalen und obern Schenkels eines Kreuzes bei Fixation seiner Mitte, ist im übrigen nur sehr gering und bei Berücksichtigung der Unsicherheit im indirekten Sehen gerade an der Grenze der Beurteilung; ich glaube, dass sie auf angeborene Differenzen in den räumlichen Qualitäten der betreffenden Netzhautstrecken zurückzuführen sein wird.

Eine kurze Abschweifung auf die Ursachen der physiologischen scheinbaren Verkleinerung des ebenen Objektfeldes im peripheren Blick möge hier noch eingeschoben werden. Es war oben festgestellt worden, dass eine horizontale der Frontalebene parallele Strecke von 240 mm bei binokularer Fixation mit den linken Netzhauthälften in 250 mm Entfernung in der Weise halbiert wird, dass die zentralere Strecke von 97 mm der peripheren von 143 mm gleichwertig ist. Wenn man die Winkel berechnet, unter denen die beiden scheinbaren Hälften erscheinen, so erhalten wir für die zentrale Strecke $21^{\circ} 12'$, für die periphere $22^{\circ} 48'$. Wir halbieren also im peripheren Sehen so, dass die Hälften sich unter annähernd gleichem Winkel im Auge abbilden²⁾. Genau gleiche Winkel würden sich ergeben bei ganz schwacher Krümmung des Objektfeldes (nach dem Beobachter zu konkav), temporal und in geringem Grade unten mehr als nasal und oben, unter der Voraussetzung, dass dabei irgend welche Motive für Lokalisation nach der Tiefe fehlen. Die Abhängigkeit

¹⁾ Centralbl. f. prakt. Augenheilk. 1901. S. 270, und v. Graefe's Arch. f. Ophth. Bd. LIII. 1902.

²⁾ Feilchenfeld hat bereits darauf hingewiesen.

der Halbierung von dem Sehwinkel ist nämlich nur bedingt richtig. Bei Neigung einer Linie von 240 mm in 250 mm Entfernung um $28^{\circ} 41'$ gegen die Frontalebene schliessen ihre Hälften vom Auge aus bei indirektem Sehen gleiche Winkel ein. Trotzdem wird die zentrale Strecke wieder zu klein gemacht, wenn die Neigung der Linie nach dem Auge hin erkannt wird. Nur bei Ausschluss von Motiven für Tiefenlokalisation und bei ebenem (angenähert!) Objektfeld ist das Augenmass im indirekten Sehen eine Funktion des Gesichtswinkels. Man kann diese Art der Verteilung der Raumwerte im indirekten Sehen als zweckmässig für das Ausmass der Augenbewegungen, aber nur bei Ausschluss der Tiefendimension, ansehen, da sich die Grösse dieser nach dem Gesichtswinkel richten muss. Aus der Abhängigkeit vom Gesichtswinkel folgt auch die Tatsache, dass im ebenen Objektfeld gerade horizontale oder vertikale Linien, die nicht durch den Fixierpunkt gehen, gekrümmt erscheinen müssen, weil entsprechend den Gesichtswinkeln die Zusammenziehung der peripheren Teile des ebenen Objektfeldes stärker ist als der zentralen. Z. B. eine 24 cm oberhalb des Fixierpunktes liegende horizontale in einer Netzhauthälfte sich abbildende Linie von 24 cm, deren Endpunkte also im Verhältnis von 24:33,94 vom Fixierpunkt abstehen, wird bei Betrachtung in 25 cm Entfernung in der Weise verkürzt, dass ihre Endpunkte nunmehr unter Winkeln vom Fixierpunkt abstehen, die sich wie $43^{\circ} 50':53^{\circ} 38'$ verhalten; mit andern Worten, sie muss nach dem Fixierpunkt zu konkav aussehen.

Damit ist die periphere Objektfeldverkürzung wenigstens dem grössten Betrage nach erklärt; dass daneben noch andere unwesentlichere Faktoren für die Richtungswerte peripherer Netzhautstellen wirksam sind, ist anzunehmen, folgt auch schon aus dem geringen Unterschied zwischen nasal und temporal, oder oben und unten; ihre zahlenmässige Bedeutung muss einer genaueren Untersuchung überlassen bleiben.

Der Augenmassfehler der Hemianopiker ist von Liepmann und Kalmus auf Fehler in der Abschätzung der Augenbewegungen zurückgeführt worden. Dass dies irrtümlich ist, beweist ein Fall von Loeser¹⁾, bei dem gleichzeitig Abducenslähmung bestand, ohne dass der Augenmassfehler sich geändert hatte. Auch Feilchenfeld betont gegenüber Liepmann und Kalmus die Bedeutung der Lokalisation im ruhenden Sehfeld. Insoweit Feilchenfeld gegenüber den

¹⁾ Arch. f. Augenheilk. Bd. XLV, 5, S. 39.

Anschauungen von Helmholtz und besonders Wundt die relativ untergeordnete Rolle der Augenbewegungen für das Augenmass im indirekten Sehen nachweist, ist seinen Ausführungen beizustimmen.

Zum Schluss eine kurze Zusammenfassung:

1. Bei Tractushemianopsie geht die vertikale Trennungslinie ohne Maculaaussparung direkt durch den Fixierpunkt.

2. Die Trennung im hemianopischen Gesichtsfeld erfolgt im Längsmittelschnitt der Netzhaut.

3. Bei Tractushemianopsie findet sich Halbseitenreaktion der Pupille, bei corticaler nicht.

4. Der Augenmassfehler des Hemianopikers findet sich beim Normalen ebenfalls im indirekten Sehen. Die Scheinverkürzung des ebenen Objektfeldes im indirekten Sehen ist eine Folge davon, dass unser Augenmass für diesen Fall im indirekten Sehen sich nicht nach der wirklichen Grösse der Objekte, sondern nach dem Gesichtswinkel richtet, unter dem sie erscheinen, bei Tiefenunterschieden wird indessen der dadurch bedingte Unterschied im Gesichtswinkel kompensiert.