

Über den Wettstreit der Sehfelder und seine Bedeutung für das plastische Sehen.

Von

Dr. W. LOHMANN

(Assistent an der kgl. Universitäts-Augenklinik in München.)

Gewöhnlich findet man das als Wettstreit der Sehfelder bekannte Phänomen so definiert: die stereoskopische Vereinigung zweier ungleichartiger Sehfelder ruft ein Schwanken der Aufmerksamkeit hervor, so daß bald dieses bald jenes Sehfeld ins Bewußtsein tritt; es findet sich in allen den Fällen, wo die Eindrücke beider Sehfelder so geeigenschaftet sind, daß sie eine Vereinigung zur Form der Anschauung körperlicher Objekte nicht zulassen (VON HELMHOLTZ). WHEATSTONE machte als erster auf den Wettstreit der Sehfelder aufmerksam, von dessen Art und Weise man sich leicht überzeugen kann, wenn man etwa folgende Figuren (sie sind Panums Monographie: über das Sehen mit zwei Augen entlehnt) mit einem BREWSTERSchen Linsen-Stereoskop betrachtet.¹



Fig. 1.

GEORG HERTH (Aufgaben der Kunstphysiologie) meint, diese Schwankungen könne er nur als auffallende, extreme Phänomene

¹ In folgendem soll nur von dem Wettstreit der Konturen, nicht aber von dem der Farben und den Erscheinungen des stereoskopischen Glanzes die Rede sein.

eines ganz regelmässigen Vorganges erklicken. „Sorgfältige Beobachtung,“ so fährt HIRTH fort „muß, wie ich glaube, zu der Überzeugung führen, daß der Wettstreit ein fortwährender ist.“

Da ich einige Beobachtungen gemacht zu haben glaube, die den Wettstreit der Sehfelder nicht nur in den Ausnahmefällen des Versuchs erklären, wo im Stereoskop zwei völlig verschiedene Gesichtsfelder zur Vereinigung gebracht werden, sondern die auch zeigen, daß im gewöhnlichen Leben fortwährend jener Wettstreit statthat; und da ferner diese Beobachtungen eine neue Ansicht über die Ursache des körperlichen Sehens meines Erachtens nach geben, so möchte ich sie im folgenden kurz mitteilen.

Fixiere ich in einem Abstand von etwa 2 m einen Punkt der mir gegenüberliegenden Wand (etwa die Blume eines Tapetenmusters) mit einem Auge so, daß auf den blinden Fleck desselben Auges ein kleines Bild fällt, das ich also demgemäß nicht wahrnehme, und öffne nun das andere Auge, ohne mich zu bewegen, und ohne den fixierten Punkt einen Augenblick nur zu verlassen, so sehe ich zunächst das Bild auf der Wand erscheinen. Jedoch nicht für lange; nach einer Weile verschwindet es und es kommt wieder. Es findet also ein Wettstreit der Sehfelder statt; zunächst tritt jenes in das Bewußtsein, in welchem das Bild nicht an der Stelle des blinden Flecks sich befindet und sodann das andere.

Im Vorhinein will ich bemerken, daß zu allen Versuchen nicht nur eine gewisse Übung, sondern vor allem Geduld unerläßlich sind für die Beobachtung dieser Erscheinung. Dies liegt einmal an der Schwierigkeit „unsere Aufmerksamkeit zu einer genaueren Analyse der Erscheinungen des indirekten Sehens festzuhalten“ (VON HELMHOLTZ), und sodann an der Schwierigkeit, unsere Augen im Fixieren stät zu halten. Die Ursache davon, daß wir die Augen niemals längere Zeit unbewegt lassen, deutet HELMHOLTZ so, daß er meint, unserer Psyche wohne ein eigentümlicher Bewegungstrieb inne, der das Auge antreibe, die Stelle des deutlichsten Sehens, sobald sie den eben fixierten Punkt begriffen hat, einem benachbarten Punkt zuzuwenden. Auch konnte DU BOIS-REYMOND (*Zeitschr. für Psych. u. Phys. d. Sinnesorg.* 2) nachweisen, daß beim Blick durch das Stereoskop immer kleinste Bewegungen des Auges nachweisbar sind. — In diesen beiden Umständen sind, wie gesagt, Schwierigkeiten gegeben, die zunächst durch Übung und Geduld überwunden werden müssen, damit

jener Versuch, den ich eben mitteilte, gelingt. Folgender Versuch gelingt schon leichter:

Man setze sich so in einiger Entfernung (etwa 1—2 m) von seinem Fenster, daß die senkrechte Leiste der Fenstermauer mit verdecktem linken bzw. rechten Auge ein Fenster eines etwa Straßensbreite entfernten Hauses dem einen Auge verdeckt, dem anderen frei gibt. Nun fixiere man einen Punkt im Rahmen der Fenstermauer, etwa ein Thermometer, ohne seine Aufmerksamkeit vom daneben gelegenen bewußten Fenster des gegenüberliegenden Hauses zu lenken. Man wird alsbald ein Gehen und Kommen jenes Fensters bemerken.

Allerdings darf man nicht bei der Versuchsanordnung das betreffende Fenster selbst fixieren, sondern einen daneben gelegenen Punkt. Denn im Schwanken, im Wettstreit der Sehfelder ist zwischen fixiertem Punkt und Peripherie ein bedeutender Unterschied festzustellen.

Behufs Entscheidung der Frage: besteht zwischen peripherem Gesichtsfeld und Fixationspunkt ein Unterschied im Verhalten des Wettstreits? stellte ich folgenden Versuch an.

Ich befestigte zur Seite einer etwa 30 cm langen, 4 cm im Durchmesser zählenden Pappröhre ein weißes Kartenblatt in einer Entfernung von 25 cm vom Auge. Nun blickte ich mit dem einen Auge durch die Röhre und mit dem anderen auf das Kartenblatt; es währte nicht lange und ich hatte die Empfindung als ob die Röhre, durch die ich schaute, mitten durch das Kartenblatt ginge. Durch die Röhre betrachtete ich den Giebel des Rückgebäudes eines meinem Fenster gegenüber liegenden Hauses. Dort krönt den First des verjüngten Dachstuhls eine Muschel; unten im Giebel befindet sich das medaillonartige Relief eines Augustinermönchs. — Nun legte ich auf das Kartenblatt einen Bleistift und zwar so, daß, während ich selbst die Muschel des Giebels unentwegt fixierte, er das Mönchmedaillon bedeckte. Bald konnte ich im peripheren Sehen den Mönch, bald den Bleistift wahrnehmen.

Nicht aber, wenn ich den Mönch fixierte und auf ihn den Bleistift legte. Ich sah beide; zwar trat in schwankender Weise ein Stärkerwerden bald der Konturen des Bleistiftes und bald des Mönchs hervor, aber immer sah ich beide durcheinander, ohne daß das eine Bild, wie im peripheren Sehen, dem anderen gewichen wäre.

Man muß sich hüten, bei der Variation dieses Versuches ein nahegelegenes Objekt zu wählen, welches der Psyche interessanteres bietet als das entfernte. Denn dann wird im Moment, wenn das nahe Objekt sich in der Flut des Wettstreites befindet, akkommodiert und konvergiert, und es gerät dabei unmerklich der gewählte fixierte Punkt auf eine neben der Macula gelegene Retinalpartie.

Dafs im fixierten Punkt zwei verschiedene, den einzelnen Augen unter gewissen Bedingungen dargebotene Objekte sich übrigens durchdringen und unter- und durcheinander erscheinen, ist eine Tatsache, die schon dem alten Mikroskopiker Hook im 17. Jahrhundert bekannt war. Herr Prosektor Dr. Böhm machte mich darauf aufmerksam, dafs, wenn man in die Höhe des Objektisches eines Mikroskops ein weisses Blatt bringt und dieses mit dem freien rechten Auge betrachtet, während man mit dem linken Auge in den Tubus des Mikroskops schaut, man mit dem Bleistift auf dem Papier die Konturen des im Mikroskop gesehenen Objektes umfahren kann.

Wie nun aber sollen wir die Tatsache, dafs der Wettstreit der Sehfelder im Punkte des deutlichsten Sehens nur angedeutet stattfindet, erklären?

Ich möchte auf die klinisch bekannte Tatsache hinweisen, dafs bei Hemianopsie, die durch eine Affektion des Okzipital-lappens hervorgerufen ist, der Fixationspunkt nicht wie das übrige halbe Gesichtsfeld mit in den Ausfall hinein begriffen ist. VON MONAKOW kam auf Grund seiner Experimente zu der Ansicht, dafs die Makulafasern im Gegensatz zu den peripheren Netzhautganglienzellenfasern im corpus geniculatum externum sich gegen mehrere Zellen dieser Gruppe aufsplitterten, so dafs von dort an zur Hirnrinde eine weit gröfsere, fast eben so grofse Leitung für die Macula wie für die peripheren Ganglienzellen sich fände. Da nun in allen Versuchen der Wettstreit der Sehfelder nicht ein augenblicklicher ist, sondern ein allmählicher; da er in einem Teil des betreffenden Sehfeldes schon beendet ist, wenn er im anderen anhebt, so ist also die Stelle des deutlichsten Sehens stets im Bewußtsein vertreten. Wenn auch ihre Eindrücke schwächer und lichtärmer werden als die des in der Flut des Wettstreites sich befindenden Sehfeldes, so werden sie doch nie völlig verschwinden. — Für die anatomische und pathologische Auffassung der Makulaverbindung

zum Großhirn würde der eben mitgeteilte Versuch die physiologische Tatsache erbringen.

Ehe ich diese Beobachtungen für eine Auffassung der Ursachen des plastischen Sehens verwenden möchte, sei es mir gestattet, noch ein paar Beobachtungen mitzuteilen, die für das körperliche Sehen und für das Sehen im Stereoskop mir besonders interessant zu sein scheinen.

Ich sitze im Wald und fixiere die Mitte eines Baumschaftes, der für mein rechtes Auge einen dahinter stehenden Baumstamm zur Hälfte frei läßt, für mein linkes Auge jedoch verdeckt. Nach einer Weile tritt (bei gleich bleibender Fixation) der zweite Baum hinter dem fixierten hervor und verschwindet.

Wenn ich mit dem BREWSTERSchen Linsenstereoskop in folgender Figur einen Punkt der Linie *a* scharf fixiere und dabei



Fig. 2.

dem Abstand der Linien *a* und *b* meine Aufmerksamkeit schenke, so kann ich im stereoskopischen Bilde der abgeschnittenen Pyramide ein Auseinanderweichen und Sichnähern beider Linien beobachten.

Ebenso kann man beim Blick durch das Stereoskop ein Hin- und Hersichbewegen, eine Parallaxe der Umgebung des fixierten Punktes beobachten, wenn man das Auge unentwegt einen Punkt fixieren läßt und dabei aufmerksam deren Umgebung betrachtet. Besonders günstig in dieser Beziehung ist das stereoskopische Bild N 33 in der Schrift von Gg. HIRTH: das plastische Sehen als Rindenzwang. Fixiere ich hier den Kopf des zu hinterst stehenden Mädchens, zugleich aufmerksam die hinter dem rechten Arm des Mädchens befindliche Spange betrachtend, so bemerke ich, wie diese sich teils ellbogenwärts bewegt, teils wiederum zur Höhe der Schulter tritt. — Daß übrigens die Anschauung des Körperlichen nicht nur durch beidäugiges Sehen vermittelt wird, wird einem klar, wenn man ein stereoskopisches Bild durch das Stereoskop betrachtet und dabei kurz abwechselnd bald das linke,

bald das rechte Auge schließt; die Anschauung des Körperlichen geht nicht verloren.

Wenn in frühester Jugend der Mensch sich einem körperlichen Gegenstande gegenüber befindet, so tritt er hinüber und herüber und betrachtet ihn von zwei verschiedenen Seiten. Dabei befaßt er den Gegenstand mit seinen Händen und braucht lange Zeit, bis ihm der Begriff des Körperlichen im gegebenen Fall klar wird.

Nicht so der erwachsene Mensch. Er hat in seinem Erinnerungslager eine Menge durch das Tasten erworbene Empfindungen aufgespeichert; sie werden nur hier und da durch die Tastempfindung aufgefrischt und verbessert. Durch assoziative Tätigkeit treten sie mit den Gesichtseindrücken sofort zusammen und vermitteln die Anschauung des Körperlichen. Bei der Menge der ihm zu Gebote stehenden Erinnerungsbilder der Gesichtseindrücke hat der erwachsene Mensch nicht mehr nötig, herüber und hinüber den Kopf zu neigen; ihm genügt die Distanz beider Augen¹ als verschiedener Standpunkt, von dem aus die Psyche den Gegenstand von hier und da aus betrachtet. — Wende ich irgend einem Gegenstand mein Interesse zu, so ist der Bewegungsapparat der Augen so eingeübt, mir diesem Gegenstand gegenüber die Stellen des deutlichsten Sehens beider Augen zu bringen. Die Psyche hat also die Fähigkeit, die Augen etwas ihr Auffälliges fixieren zu lassen. Die Vermittlung der Eindrücke des deutlichsten Sehens ist permanent; bei ihnen findet kein Schwanken oder nur ein untergeordnetes statt, das dazu noch durch die Tatsache, daß die Stelle des deutlichsten Sehens des anderen Auges dasselbe Bild vermittelt, völlig ausgeschaltet wird. Und nun findet in der Umgebung dieses fixierten, d. i. mit

¹ Daß bei den Säugetieren (Pferd, Elephant, Hirsch, Antilope, Gämse) ein scharfes Erkennungsvermögen der Tiefenunterschiede vorliegt, ist eine bekannte Tatsache. Dies liegt einmal daran, daß die Augen dieser Tiere besonders groß sind (LEUCKART), ferner an der größeren Pupillardistanz (R. BERLIN), die um ein zwei- bis dreifaches die des Menschen übertrifft. Je weiter die Retina sich hinter der Linse befindet, um so größer wird das Bild der Gegenstände auf ihr. Wenn also hierdurch bedingt wird, daß die räumliche Entfernung der Gegenstände in den beiden Netzhäuten eine bedeutende Zunahme erfährt, wird durch die größere Pupillardistanz eine durch den Wettstreit der Sehfelder bedingte ausgedehntere Parallaxe der nicht eingestellten Punkte hervorgerufen.

größter Aufmerksamkeit betrachteten Punktes ein Wettstreit der beiden Sehfelder statt, der die Erscheinungen der Parallaxe (negative P., wenn es sich um Gegenstände vor dem fixierten Punkt, positive P., wenn es sich um Gegenstände hinter dem fixierten Bild handelt) hervorruft. Sie treten zu dem Eindruck der Stelle des deutlichsten Sehens kommentierend hinzu und vermitteln den Eindruck des Körperlichen. Die durch den Wettstreit der Sehfelder bedingte Parallaxe ist eine pendelnde; und nur sie, nicht aber die progrediente, die sich bei der Bewegung unseres Körpers einstellt, bedingt die Anschauung des Körperhaften.

Der Dovesche Funkenversuch scheint mir recht im Einklang mit dieser eben vorgetragenen Theorie zu stehen. Wie DOVE zeigte, kommen wir auch zur Anschauung des Körperlichen eines beidäugigen Gesichtseindrucks, wenn wir ihn bei elektrischer Funkenbeleuchtung, d. i. im Bruchteil einer Sekunde, erblicken. Wir wenden im Geist nach stattgehabtem Eindruck einem Punkte des geschauten Bildes unsere Aufmerksamkeit zu, und durch Bewusstseinstätigkeit wird bald die durch dieses, bald durch jenes Auge vermittelte Umgebung des Punktes hinzugesellt; wir kommen zur Anschauung des Körperlichen.

Natürlich gibt es außer dem Wettstreit noch andere Kriterien, die für das plastische Sehen und die Tiefenempfindung in Betracht kommen, so namentlich die Innervationsgefühle der äußeren Muskeln und der Akkommodation, die Fernqualitäten des Lichtes und, wie oben hervorgehoben, die durch Erfahrung erworbenen, teils dem Gesichtssinn, teils den anderen Sinnen entlehnten Erinnerungsbilder der einzelnen Gegenstände. Den gewöhnlich unbewußt erfolgenden Wettstreit der Sehfelder und die durch ihn bedingte scheinbare Parallaxe der Gegenstände vor und hinter dem fixierten Punkt möchte ich als die Hauptbedingung des körperlichen Sehens auffassen.

Dafs der Wettstreit der Sehfelder zentralen Ursachen seine Entstehung verdankt, ist klar; denn wäre er ein Ermüdungsphänomen der Netzhaut, wie käme es dann, dafs in regelmäßiger Folge, wenn das eine Sehfeld auf der Flut des Streites sich befindet, das andere in der Ebbe steht?

Zur Erklärung des Zusammenkommens des Wettstreits der Sehfelder hat HIRTH schon an den Versuch von v. HELMHOLTZ erinnert, dafs ein vom Auge zum Hinterhauptlappen geleiteter

Strom die Empfindung dunkel, ein in umgekehrter Richtung verlaufender jedoch die Empfindung hell hervorruft, und auf die Möglichkeit verwiesen, daß der Wettstreit der Sehfelder eine Funktion der im Optikus verlaufenden zentrifugalen Nervenfasern sei.

Als WHEATSTONE auf Grund seiner Überlegung und Beobachtung, daß das dem einen Auge sich bietende Bild nicht völlig mit dem anderen sich decke, das erste Stereoskop erfand, stand er im bewußten Gegensatz zu der hergebrachten Annahme der Identität der einzelnen Netzhautpunkte. BRÜCKE versuchte durch seine Theorie über das körperliche Sehen die Lehre von der Identität der Netzhautpunkte zu retten. Er meinte, beide Augen wären in fortwährender Bewegung und ihre Konvergenz schwanke so hin und her, daß die jeweiligen Bilder einer Ebene auf kongruente Netzhautpartien fielen. Die Schwankungen der Blickrichtungen fänden statt, ohne daß sie empfunden würden; durch dieses Schwanken würde also bewirkt, daß alle Punkte einmal durch den Wechsel der Scharfeinstellung auf identische Punkte der Netzhaut gebracht würden.

Auf andere Weise lehnte PANUM an die Identitätslehre an, indem er nicht von identischen Punkten sprach, sondern meinte, daß jedem Punkt der einen Netzhaut ein Empfindungskreis der anderen entspreche.

Modifiziert wurde diese Theorie von HERING. „Das Doppelauge ist von vorne herein so organisiert, daß korrespondierende Längsreihen von Elementen bei gleichzeitiger und gleichartiger länger dauernder Erregung ihre Eindrücke als gerade vertikale Linien in einer und derselben frontalen Ebene erscheinen lassen: die paarweise Erregung nicht korrespondierender, sog. disparater Längsreihen von Elementen erzeugt hingegen Eindrücke vor oder hinter jener Ebene. Nasaldisparate Linien vermitteln den Eindruck ferner, temporaldisparate Linien vermitteln den Eindruck näher“ (TSCHERMAK).

HERING erklärt das körperliche Sehen so: Befinden sich vor dem fixierten Punkt Gegenstände, so erscheinen sie in gekreuzten, befinden sie sich hinter dem fixierten Punkt, so erscheinen sie in gleichnamigen Doppelbildern. Die Weite der Doppelbilder, deren Schätzung, ohne daß wir dessen bewußt werden, vom Muskelgefühl übermittelt wird, gibt uns den Grad der Entfernung vor bzw. hinter dem fixierten Punkt.

Bezüglich der Doppelbilder erlaube ich mir als letztes die Mitteilung folgenden Versuches: Ich betrachte auf einer in einer Entfernung von etwa 3 m mir gegenüberliegenden Wand einen dort befindlichen Gegenstand, beispielsweise eine Uhr, und halte einen Finger etwa 50 cm so vor meinem Auge, daß für das rechte Auge die Uhr rechts, für das linke Auge die Uhr links vom Finger sich befindet. Jetzt fixiere ich scharf den Finger; dabei sehe ich zunächst die Uhr in Doppelbildern; aber nicht lange. Bald sehe ich sie links, bald rechts des Fingers, und umgekehrt: fixiere ich scharf einen Punkt der Uhr, so sehe ich bald rechts bald links den Finger. Sehr schön kann man den Versuch folgendermaßen variieren: man hängt einen kleinen Ring etwa 30 cm vor einer Wand auf, an welcher sich ein kleines Kreuz auf gleichfarbiger Unterlage befindet. Nun setzt man sich 1 m vor den Ring und zwar so, daß bei einäugiger Prüfung einmal das Kreuz innerhalb des Rahmen des Ringes, das andere Mal außerhalb sich befindet. Jetzt fixiert man einen Punkt des Ringes: man wird zunächst das Kreuz in Doppelbildern sehen; einmal befindet es sich innerhalb, einmal außerhalb des Ringes. Bald aber gewahrt man ein deutliches Verschwinden und Wiedererscheinen des Kreuzes in abwechselnder Weise.

Diese letzte Beobachtung würde also die von HERING für seine Theorie des körperlichen Sehens angenommenen Doppelbilder als durch den Wettstreit der Sehfelder entstandene parallaktische Verschiebungen kennzeichnen; negative Parallaxe würde dem Nasaldisparat, positive Parallaxe würde dem Temporaldisparat entsprechen. Wir hätten also mit dieser Beobachtung eine Brücke von der nativistischen Anschauung, d. i. jener Anschauung, nach welcher der Netzhaut bestimmte Ordnungswerte innewohnen, geschlagen zur empiristischen Auffassungsweise, nach welcher die Beurteilung auch der von den beiden Augen gelieferten Seheindrücke lediglich zentralen Organen zukommt.

(Eingegangen am 15. August 1905.)