

Die
Tiefenwahrnehmung im Raume
und
das stereoskopische Sehen.

Von
Prof. Dr. Anton Elschnig.

Vortrag, gehalten den 17. Januar 1906.

(Mit Vorführung von Lichtbildern.)

Mit 1 Tafel und 6 Abbildungen im Texte.

Es ist in erster Linie eine glückliche Folge des Aufschwunges der Photographie, insbesondere der stereoskopischen Photographie, daß man sich auch in Laienkreisen mit der Tiefenwahrnehmung im Raume, mit dem sogenannten räumlichen oder körperlichen, plastischen Sehen näher zu beschäftigen begonnen. Die Wunder des Sehens im Stereoskope, die naturgetreue Wiedergabe der Außenwelt en miniature in der stereoskopischen Photographie haben auf die wunderbare Genauigkeit unserer Tiefenwahrnehmung im Raume beim Sehen mit freien Augen aufmerksam gemacht — in ähnlicher Weise, wie ja auch viele die Naturbeobachtung erst an den Kunstwerken der modernen Plastik und Malerei erlernt haben. Dasjenige, was uns umgibt, in dem wir leben, ist der dreidimensionale Raum. Wie wir ihn durch Verwendung unserer Augenbewegungen in der Höhe und Breite ausmessen, ist einfach und leicht verständlich. Schwieriger ist es zu verstehen, wie wir den Raum in der dritten Dimension, in der Tiefe ausmessen und erkennen, wodurch wir plastisch und körperlich sehen. Für die Erörterung dieser Frage möchte ich mir zuerst Ihre Aufmerksamkeit erbitten.

Ich will den verwirrenden Komplex jener Elemente, welche zum Zustandekommen des exakten körperlichen

Sehens zusammenwirken, in seine Einzelheiten auflösen, um so, soweit es möglich, ein volles Verständnis dieses schwierigen Gebietes der physiologischen Optik anzubahnen.

Wir beginnen mit dem „Einmaleins“ des Sehens, der optischen und physiologischen Grundlage des Sehens mit einem Auge. Ein entferntes Objekt AB entwirft im normalen Auge

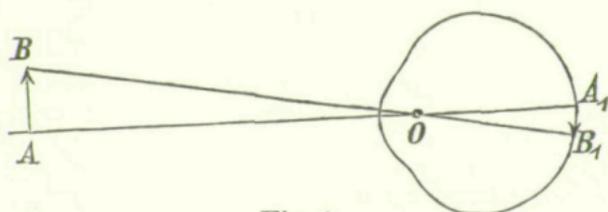


Fig. 1.

ein umgekehrtes, verkleinertes Bild auf der Netzhaut $A_1 B_1$ (Fig. 1);

es verhält sich das Auge also so wie eine photographische Kamera. Dieses Netzhautbild übt auf die licht-

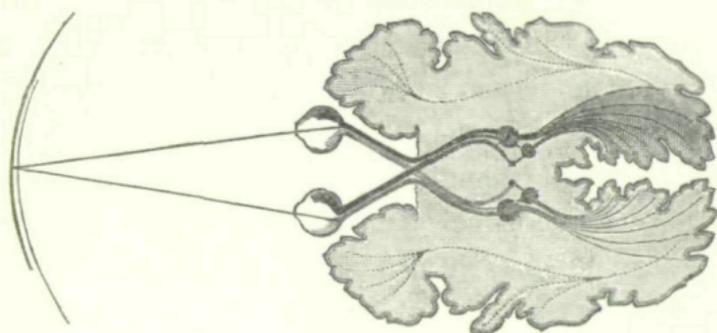


Fig. 2.

empfindenden Elemente der Netzhaut einen Reiz aus, der durch den Sehnerven zum Gehirn fortgeleitet wird, setzt im Gehirne, und zwar in bestimmten, dem Sehen dienenden Ganglienzellgruppen, die daher Sehzentrum

genannt werden (Fig. 2), einen Erregungszustand, wir sehen. Durch die präformierten Verbindungen, sogenannten Assoziationsbahnen, mit anderen Zellgruppen, welche, wie ein unerschöpfliches Archiv, die Erinnerungsbilder dessen aufbewahren, was wir vorher gesehen, gefühlt, erkannt haben, wird bewußtes Sehen, Wiedererkennen und Erkennen erzeugt.

Kehren wir nochmals zum Netzhautbilde zurück (Fig. 1). Wenn wir einen Punkt genau sehen wollen, stellen wir zuerst das Auge so, daß dessen Bild auf den Ort des deutlichsten Sehens der Netzhaut, auf den gelben Fleck fällt. Ein seitlich von A befindlicher Punkt B entwirft ein entsprechend seitlich vom gelben Fleck die Netzhaut treffendes Bild B' im Augengrunde. Aus der Erfahrung oder vielleicht schon zufolge einer angeborenen Fähigkeit — die „Nativisten“, welche diese und die meisten unten zu besprechenden Eigenschaften des Sehorganes als angeboren betrachten, und die „Empiriker“ liegen sich hierüber noch immer in den Haaren — wird aus der Lage dieses Netzhautbildes B' zum gelben Fleck A' die Lage des Punktes B gegenüber A erkannt; es sind dies die sogenannten Lokalzeichen der Netzhaut. Da wir über die Lage unserer Augen im Kopfe, also die Lage der Augenachse jederzeit orientiert sind, ist damit die erste grobe Orientierung im Raume gegeben.

Wenn ein normales Auge einen entfernten Punkt ansieht (fixiert), ist der brechende (dioptrische) Apparat des Auges im Ruhezustande — vergleichbar der photographischen Kamera, die auf „Unendlich“ eingestellt ist.

Will der Photograph einen nahegelegenen Gegenstand scharf auf der Platte abbilden, so muß er, da er die Brechkraft des photographischen Objectives nicht erhöhen kann, die Kamera verlängern. Unser Auge hat dagegen die Fähigkeit, wenn es einen nahe gelegenen Punkt deutlich sehen will, die Brechkraft seines dioptrischen Apparates (also seines „Objectives“) zu erhöhen, es akkommodiert. Die Akkommodation ist natürlich umso größer, je näher das fixierte Objekt sich befindet. Wenn wir also eine bestimmte Kenntnis der jeweilig angewendeten Akkommodation hätten, so wäre uns damit allein eine bestimmte Orientierung über die Entfernung der Objekte von unserem Auge beim Sehen mit einem Auge allein gegeben. Es spielen aber hier noch so viele andere Momente hinein, daß wir aus der angewendeten Akkommodation beim Sehen in der Natur kaum die relative Entfernung verschieden weit entfernter Objekte, noch viel weniger ihre absolute Entfernung von unserem Auge zu erkennen vermögen.

Ein wichtiger Grundstein — aber auch nicht mehr — für die Erkennung des Raumes ist die Größe des Netzhautbildes. Je näher ein Objekt sich dem Auge befindet, umso größer ist sein Netzhautbild, umso größer erscheint uns daher der Gegenstand. Wenn wir die Größe eines Objectes kennen, sind wir imstande, aus der Größe des Netzhautbildes seine Entfernung zu beurteilen, respektive genau zu erkennen. Andererseits können wir aus der bekannten Entfernung die Größe des Objectes ableiten. Aus der verschiedenen Größe des Netzhautbildes ver-

schieden weit entfernter gleich großer Gegenstände ergibt sich die Perspektive, ergibt sich auch beim Sehen mit einem Auge allein eine annähernde Beurteilung der Tiefendimension des Raumes, aber nur dann eine annähernd genaue Erkennung, wenn Objekte bekannter Größe oder bekannter Entfernung uns die Raumausdeutung erleichtern. Durch die richtige Anwendung der Perspektive erscheint uns eine ebene Zeichnung, ein Gemälde körperlich oder plastisch, umsomehr, wenn durch richtige Verteilung von Licht und Schatten, von Farbe und Glanz die beabsichtigte Täuschung vollendet wird. Wir sehen eben in der Natur niemals Linien und Winkel, sondern Kanten und Ecken, sind also gewohnt, auch alles im Bilde Gesehene plastisch, räumlich auszudeuten. Zwei sich schräg kreuzende Linien erscheinen uns als aufrechtes Kreuz usf. Welchen Täuschungen wir aber bei der ausschließlichen Verwertung der Perspektive zur Raumausdeutung unterliegen, hatte ich die Ehre, vor einigen Jahren an dieser Stelle vorzuführen; ich werde in Kürze heute noch zum Teile darauf zurückkommen müssen.

Für das einäugige Sehen kommt zur Beurteilung der Tiefendimension des Raumes noch eine weitere Erscheinung, wenn auch unbewußt, zu wesentlicher Bedeutung: die parallaktische Verschiebung verschieden weit entfernter Objekte bei Ortsveränderung des Beschauers, — es ist jene Scheinbewegung, die die Grundlage der regelmäßigen scheinbaren Flucht der Naturobjekte bildet, wenn wir in einem schnellfahrenden Eisenbahnzuge uns befinden.

Aber alle die bisher angeführten Bausteine unseres Sehens im Raume: Akkommodation, Perspektive, Parallaxe reichen nicht hin, um das stolze Gebäude der „Tiefenwahrnehmung im Raume“ auszubauen. Der binokulare Sehakt, die gleichzeitige Verwertung der Gesichtseindrücke beider Augen ist es, welche ein wirklich körperliches oder plastisches Sehen, eine exakte Erkenntnis der dritten Dimension des Raumes zu erzielen vermag. Ein Blick auf das Schema Fig. 2 zeigt uns, wie die Natur das menschliche Auge hierzu anatomisch vorgebildet hat — ich sage das menschliche Auge, denn die meisten Säugetiere besitzen zufolge des andersartigen Schädelbaues kein derartiges zweiäugiges Sehen wie der Mensch. In dem Schema fixieren beide Augen einen Punkt der Mittellinie, der dickere Kreisbogen gibt dann die Ausdehnung des Gesichtsfeldes des rechten, der dünnere des linken Auges an. Nach der Nasenseite zu ist das Gesichtsfeld jedes Auges durch das Vorspringen des Nasenrückens eingeengt, schläfenwärts erstreckt es sich um zirka $30-50^{\circ}$ weiter als nasenwärts. Die Gesichtsfelder beider Augen decken sich daher bei binokularer Fixation eines Punktes der Mittellinie nur in ihren größeren mittleren Anteilen. Es werden also nur die in dem mittleren Teile des beidäugigen Gesichtsfeldes gelegenen Objekte gleichzeitig mit beiden Augen, solche in den seitlichen Randpartien des Gesichtsfeldes dagegen nur mit einem Auge gesehen. Offenbar zur Erleichterung der gleichzeitigen Verwertung der Netzhautbilder beider Augen in dem gemeinsamen Gesichtsfelde ist bezüglich

der von der Netzhaut ausgehenden Nervenfasern noch folgende Einrichtung getroffen. Die von der rechten Netzhauthälfte jeden Auges ausgehenden Nervenfasern, die zuerst in beiden Sehnerven getrennt verlaufen, vereinigen sich an der Schädelbasis vor Eintritt der Sehnerven in das Gehirn zufolge einer eigenartigen, partiellen Überkreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma wieder zu einem Bündel und strahlen in ein und dieselbe Gehirnhälfte, in ein Sehzentrum ein. Bei ruhiger Fixation in der Mittellinie werden also die beidäugigen Netzhautbilder aller links von der Mittellinie gelegenen Objekte gemeinsam im rechten Sehzentrum empfunden, d. h. zum Sehen umgewertet, die rechts von der Mittellinie gelegenen im linken Sehzentrum.

Ein Objekt wird dann mit beiden Augen einfach gesehen, wenn sein Netzhautbild auf identische Punkte der Netzhaut fällt, d. h. an beiden Augen auf die Mitte des gelben Fleckes oder auf davon gleichweit und in gleicher Richtung entfernten Stellen. Damit dies binokulare Einfachsehen jederzeit gewahrt bleibt, ist ein ganz komplizierter Bewegungsmechanismus beider Augen angebildet, aus dem ich nur ein Detail hervorhebe. Wenn wir ein entferntes Objekt betrachten, sind unsere Augen- oder Sehachsen parallel; wollen wir einen näher gelegenen Punkt einfach sehen, müssen sie angenähert werden, konvergieren. Die Kenntnis der Größe der jeweilig ausgeführten Konvergenz wäre also ein Maßstab für die absolute oder wenigstens für die relative Entfernung der Objekte in der dritten Dimension. Aber auch das

Konvergenzgefühl läßt uns wie das Akkommodationsgefühl usw. im Stiche, sobald nicht die allereinfachsten Versuchsbedingungen gegeben sind. Erst die aus der seitlichen Distanz der Augen sich ergebende Inkongruenz der Netzhautbilder, respektive die psychische Verschmelzung dieser inkongruenten Netzhautbilder beider Augen zu einem

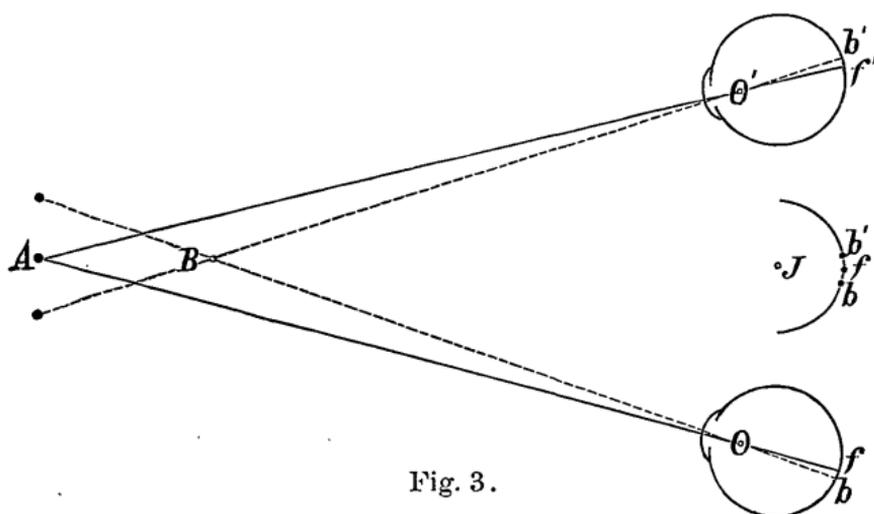


Fig. 3.

einheitlichen Seheindruck, führt zum körperlichen, plastischen Sehen. Beide Augen fixieren einen Punkt der Mittellinie A Fig. 3. Würde das linke Auge geschlossen, so bemerkt das rechte Auge einen vor A in der Mittellinie gelegenen Punkt B nach links vom Punkte A . Wird das rechte Auge geschlossen, so bemerkt das linke Auge denselben Punkt B nach rechts vom fixierten Punkte A . Wir haben angeführt, daß mit beiden Augen Punkte einfach gesehen werden, welche

sich auf identischen Netzhautstellen beider Augen abbilden. Dies ist nur mit einer Einschränkung richtig und aus dieser Einschränkung erwächst das körperliche Sehen. In dem gegebenen Schema wird A von beiden Augen fixiert und daher ohneweiters einfach gesehen, der Punkt B liefert dem rechten Auge ein Netzhautbild b' nach außen (rechts) vom gelben Flecke f' , am linken Auge gleichfalls nach außen, also links vom gelben Flecke. Der Punkt B liefert also auf der Netzhaut, wenn A fixiert wird, nach der Seite zu disparate, querdissipate Netzhautbilder. Legen wir nun die Netzhäute beider Augen übereinander, so erkennen wir in dem so gebildeten imaginären Einauge die querdissipate Lage der Netzhautbilder des Punktes B zum gelben Flecke f . Der Abstand der beiden Netzhautbilder voneinander im imaginären Einauge würde uns die Querdissipation des Punktes B bezüglich des Punktes A , respektive des gelben Fleckes geben. Der Punkt B müßte daher doppelt gesehen werden. Wir verlegen im allgemeinen Gesichteindrücke auf jene Entfernung, in der sich die beiden Sehachsen schneiden (Konvergenzpunkt). Daher sehen wir bei dem geschilderten Versuche neben A jederseits ein Doppelbild des Punktes B . Liegt nun B nicht zu weit vor A , so ist unser Sehorgan befähigt, die inkongruenten querdissipaten Netzhautbilder, welche B liefert, zu verschmelzen und aus dieser Verschmelzung die Lage des Punktes B im Raume vor A zu erkennen. Analoges würde natürlich von einem hinter A befindlichen Punkte sich ergeben.

Also aus der plastischen Verschmelzung der querdissparaten Netzhautbilder beider Augen und nur aus dieser ganz allein ergibt sich das körperliche Sehen und die Tiefenwahrnehmung im Raume. Alle anderen früher angeführten Momente, insbesondere die Perspektive, treten dann vermehrend oder unter Umständen vermindernd beim körperlichen Sehen in Erscheinung, sie allein wären nicht imstande, körperliches Sehen zu erzeugen, wie ich schon wiederholt betont habe.

Die Disparation der beiden Netzhautbilder verschieden weit entfernter Objekte ist naturgemäß umso größer, je größer die Seitendistanz der Augen ist. Die Güte der Tiefenwahrnehmung wächst mit der Seitendistanz der Augen. An Exaktheit der Tiefenwahrnehmung ist also der Breitkopf dem Schmalkopf überlegen und daher auch wieder einmal, da der weibliche Schädel im allgemeinen zarter und schmaler gebaut ist, der Mann dem Weibe überlegen. Die Querdissparation ist auch bei gleicher Entfernung zweier Punkte in der dritten Dimension natürlich umso größer, je näher sich die beiden Punkte befinden. Wir sehen also einen Körper, z. B. eine Kugel, umso deutlicher plastisch, d. h. als Kugel, je näher sie sich befindet. Über eine bestimmte Entfernung hinaus wird die Tiefenwirkung so verringert, daß wir eine Kugel von einer flachen Scheibe nicht mehr zu unterscheiden vermögen. Ich möchte hier einschaltend bemerken, daß die moderne optische Industrie aus dieser Erkenntnis wertvolle Erfolge für den Bau optischer Hilfsmittel geschöpft hat. Wenn wir durch einen Feldstecher

oder ein Opernglas mit beiden Augen entfernte Objekte betrachten, so scheinen sie uns zwar infolge Vergrößerung der Netzhautbilder nähergerückt, größer, die Plastik des Objektes aber nicht erhöht, die Landschaft erscheint als ebenes Bild. Die Kugel erscheint daher, obwohl scheinbar nähergerückt, immer noch als Scheibe.

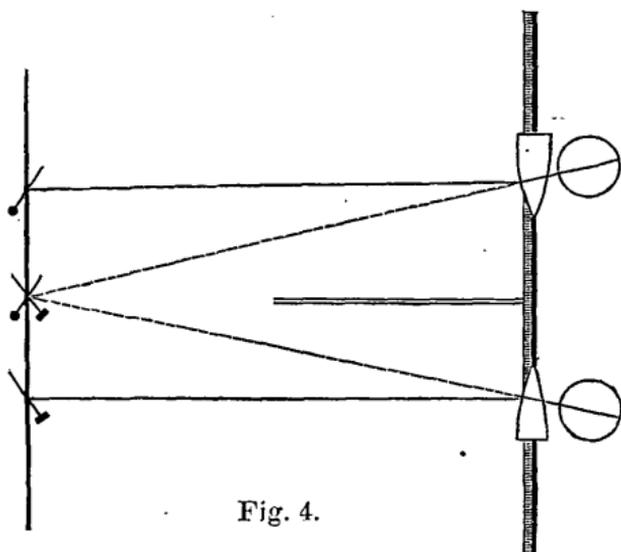


Fig. 4.

Wird mit der Vergrößerung der Netzhautbilder gleichzeitig die Seitendistanz der Augen vergrößert, so wird mit der Vergrößerung des Objektes auch seine Plastizität entsprechend vermehrt. Im Zeißschen Relieffeldstecher ist dieses Prinzip in vollendetster Weise der Verbesserung des Fernsehens dienstbar gemacht.

Das Sehen mit beiden Augen in der Natur wird nachgeahmt durch das Sehen im Stereoskop. Seine Konstruktion und Theorie ist einfach (Fig. 4): eine

Kombination eines Prismas und einer Konvexlinse für beide Augen, eine trennende Scheidewand, welche verhindert, daß das dem einen Auge gebotene Bild auch von dem anderen wahrgenommen werde. Als Bild bieten wir vorerst zwei verschieden schräge Striche, welche ungefähr in Augendistanz voneinander entfernt sind. Blicken wir in das Stereoskop, so konvergieren gewohnheitsgemäß unsere Augenachsen, da wir beim Nahesehen mit freiem Auge immer konvergieren müssen, ungefähr auf die Ebene des Bildes. Durch das Prisma wird das einzelne, jedem Auge gebotene Bild auf die Mitte des gelben Fleckes gebracht und in demselben Momente werden die beiden Bilder verschmolzen, erscheinen als ein einziges ungefähr in dem Kreuzungspunkte der Sehachsen. Die beiden schiefen Striche erscheinen überkreuzt, als Kreuz. Damit ist im Stereoskope ein zwei-äugiges Sehen, aber noch keine Tiefenwahrnehmung gegeben. Biete ich aber jedem Auge ein Bild im Stereoskope, das dieselbe Disparation zeigt, wie das Netzhautbild jedes Auges für sich bei Betrachtung des betreffenden Objektes mit freiem Auge aufweisen würde, so werden diese disparaten Netzhautbilder wie bei Betrachtung des Objektes selbst mit freiem Auge verschmolzen, das Bild des Objektes daher ebenso vollkommen plastisch oder körperlich gesehen wie das Objekt mit freiem Auge. Die beste Art stereoskopischer Bilder sind naturgemäß stereoskopische Photographien. Nehme ich mit zwei gleichen photographischen Camerae, deren Objektive ungefähr soweit voneinander lateral distant sind wie unsere

Augen, also etwa 60—70 *mm*, ein körperliches Objekt oder einen Raumteil auf, so erhalte ich zwei Bilder, Halbbilder genannt; diese zeigen dieselbe Querdisparation, welche die Netzhautbilder beider Augen zeigen würden, wenn ich das betreffende Objekt mit freiem Auge betrachten würde. Legt man nun die jeden Augen zugehörigen Halbbilder in das Stereoskop, so werden diese beiden Halbbilder zu einem Ganzbilde verschmolzen. Das abgebildete Objekt oder Raumteil wird körperlich, plastisch gesehen. Auch hier ist die Plastizität des Bildes umso größer, je weiter bei der Aufnahme die beiden photographischen Camerae voneinander entfernt waren. Es ist also zweckmäßig, zur Erhöhung der Plastizität, so wie wir beim Sehen mit freiem Auge Feldstecher mit vergrößerter Augendistanz verwenden, Aufnahmen mit vergrößerter Seitendistanz der Objektive zu machen und sie im Stereoskop zu betrachten, wenn wir in größerer Entfernung befindliche Objekte, Landschaften o. dgl. körperlich sehen wollen. So kann man durch enorme Vermehrung der Seitendistanz der Camerae bei der Aufnahme — Aufnahme von zwei weit entfernten Punkten der Erdoberfläche aus — das Bild des Mondes stereoskopisch erhalten usf.

Ich habe eingangs gesagt, daß die moderne stereoskopische Photographie das Interesse an der Tiefenwahrnehmung im Raume neuerlich angeregt hat. Tatsächlich hat die Bemühung, von der Außenwelt richtig körperlich erscheinende stereoskopische Bilder zu erhalten, zu neuerlichem Studien der Tiefenwahrnehmung

im Raume Anlaß gegeben. So konnte ich auf Grund meiner Beobachtungen bei der stereoskopischen Photographie natürlicher Größe zuerst feststellen, daß wir, so wie wir entfernte Objekte unterplastisch sehen, in großer Nähe — 30—50 cm — befindliche Objekte überplastisch sehen. Eine Kugel erscheint uns in der Längsachse (dritte Dimension) eiförmig ausgezogen usw. Ich konnte auch den Grund dieser Erscheinung aufdecken.

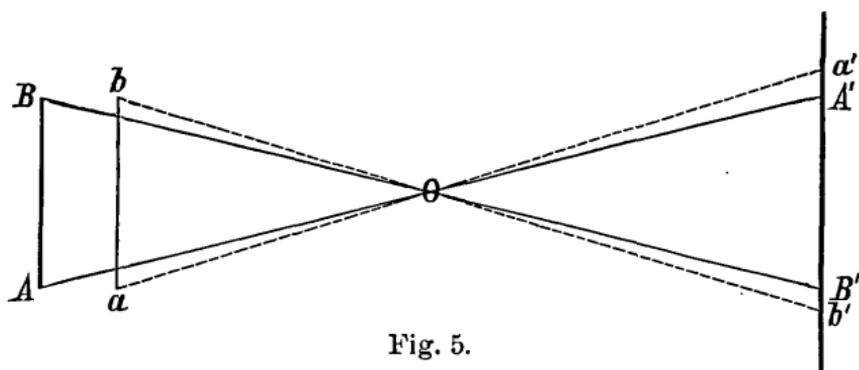


Fig. 5.

Es ist derselbe, welcher unser Gesicht so komisch verzerrt erscheinen läßt, wenn wir es in einem Konvexspiegel, einer spiegelnden Kugel, in der Nähe betrachten. Ist das Objektiv einer photographischen Camera scharf auf die Linie AB (Fig. 5) eingestellt und ist A_1B_1 dessen Bild auf der photographischen Platte, so liefert eine vor AB gelegene Linie ab auf der photographischen Platte ein viel größeres Bild a_1b_1 , es tritt also in der photographischen Camera ebensowohl wie in unserem Auge eine perspektivische Verzeichnung des abgebildeten Objektes, respektive des Netzhautbildes jedes Auges ein. Diese perspektivische Verzeichnung vermehrt die durch die

- Querdisparation der Netzhautbilder gegebene Tiefenwahrnehmung, respektive Plastizität des abgebildeten oder angesehenen Objektes. Ich konnte auch nachweisen, daß und wie man durch Verminderung der Seitendistanz der Objektive bei der stereoskopischen Photographie sehr nahe gelegener Objekte diese durch die perspektivische Verzeichnung verursachte Überplastizität zu korrigieren vermag.

Die Verwertung des stereoskopischen Sehens hat in der neuesten Zeit zur Konstruktion jener ingeniosen Instrumente geführt, mit denen man momentan die Entfernung jedes beliebigen Punktes vom Beschauer direkt mit der größten Genauigkeit messen kann. Die Theorie dieser gleichfalls von der Firma Zeiß konstruierten „Telemeter“ ist kurz folgende.

Denken wir uns eine stereoskopische Doppelcamera am Ende des Franzensringes bei der Universität aufgestellt und am ganzen Schottenring die Maste der neuen elektrischen Bogenlampen durch Entfernung aller Bäume usw. vollständig freigelegt; photographieren wir jetzt die bekanntlich in gleichem Abstand voneinander befindlichen Maste und betrachten wir die so erhaltenen stereoskopischen Halbbilder im Stereoskop, so sehen wir die Maste wie bei Betrachtung mit freiem Auge im Stereoskop in die Tiefe laufen. Ist jeder einzelne Mast nummeriert, so erhalten wir eine Skala, welche uns die dritte Dimension auszumessen gestattet. Kopieren wir diese Skala ohne alle sonstigen Zutaten in das Bild einer in genau gleicher Weise stereoskopisch photographierten

Landschaft, so können wir an dieser Skala im stereoskopischen Bilde (mit dem Stereoskope betrachtet) die Landschaft in die Tiefe ausmessen. (Siehe Tafel). In dem Zeißschen Entfernungsmesser sind nun die beiden stereoskopischen Halbbilder einer ähnlichen, aber zum Zwecke besserer Deutlichkeit im Zickzack laufenden Skala in das dem Zeißschen Feldstecher ähnliche Instrument eingraviert. Sieht man durch das Telemeter in die freie Landschaft hinaus, so sieht man diese stereoskopische Skala in der Landschaft schweben und kann die Entfernung jedes Punktes der Landschaft an der Nummerierung der Skala ablesen.

Aus all dem bisher Gesagten ergibt sich also, daß nur der Zweiäugige und mit beiden Augen gleichzeitig normal Sehende eine exakte Tiefenwahrnehmung im Raume, ein exaktes körperliches Sehen im Raume und im Stereoskop besitzt. Der einäugig Geborene oder in früher Kindheit an einem Auge erblindete oder der seit Kindheit Schielende erlernt aus der Verwertung des Akkommodations- und Konvergenzgeföhles, aus der Verwertung der Perspektive und Parallaxe eine Art Tiefenwahrnehmung, er ist aber immer den größten Täuschungen ausgesetzt, sobald er unter Versuchsbedingungen zu sehen gezwungen ist, die von den natürlichen abweichen, und niemals sieht er im Stereoskop plastisch. Es ist erst in der Jüngstzeit der Versuch gemacht worden, und zwar fast gleichzeitig von Brown und Straub, nachzuweisen, daß man durch Verwertung der parallaktischen Verschiebung mit einem Auge plastisch oder körperlich sehen

könne. Läßt man in dem als Kinderspielzeug wohlbekannten Stroboskope die Bilder verschiedener Phasen, in denen ein Körper, z. B. ein Kegelstumpf, einem Auge erscheint, wenn das Auge in der Horizontalebene vor dem betreffenden Körper nach links und nach rechts seitlich verschoben wird, vor dem Auge vorbeipassieren, so wird in der Tat das abgebildete Objekt körperlich erscheinen können; es fehlt aber die Bestimmtheit des körperlichen Eindruckes. So wie an den aufeinanderfolgenden Phasen in der Zeichnung des Kegelstumpfes (Fig. 6) ebensowohl die Deutung möglich ist, daß wir einen Kegelstumpf vor

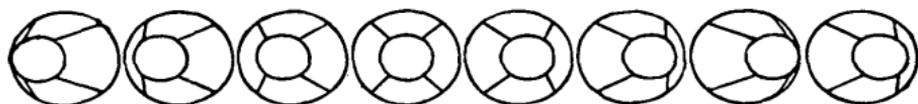


Fig. 6.

uns haben, wie die Deutung, daß wir einen trichterförmigen Körper vor uns sehen — die kleine Basis des Kegelstumpfes kann uns bald vortretend, bald wie in einen Trichter zurücktretend erscheinen —, ebenso können wir bei Bestimmung der betreffenden Bilder im Stroboskope, während wir zuerst einen Kegelstumpf zu sehen glauben, plötzlich ein Umspringen erfolgen sehen: der frühere Kegelstumpf erscheint uns jetzt als Trichter. Das Schicksal des aus der Parallaxe vorgetäuschten körperlichen Sehens mit einem Auge ist also dasselbe, wie das Schicksal des aus der Perspektive vorgetäuschten körperlichen Sehens. Ich erinnere an die bekannte perspektivische Zeichnung des Würfels, bei der bald die

eine, bald die andere Kante vor- respektive zurückzutreten scheint¹⁾). Gerade die zwingende Bestimmtheit, die Unveränderlichkeit ist es, welche das wirkliche körperliche Sehen von dem scheinbar körperlichen Sehen an einer perspektivischen Zeichnung u. dgl. unterscheidet.

Ich möchte Ihnen diesen Unterschied noch durch Projektion einer kleinen Anzahl von Stereoskopbildern völlig klarmachen. Zum Verständnis dieser Stereoskopbilder möge folgendes dienen.

Betrachte ich ein Bild, das rot auf weißem Grunde gezeichnet ist, durch ein rotes Glas, so erscheint es wie ausgelöscht, die ganze Fläche gleichmäßig rot. Betrachte ich dasselbe rote Bild durch ein grünes Glas, so erscheint mir, da das grüne Glas die roten Lichtstrahlen nicht durchläßt, die rote Zeichnung schwarz auf grünem Grunde. Das Entgegengesetzte findet statt, wenn ich ein grünes Bild auf weißem Grunde durch ein rotes oder grünes Glas betrachte. Durch das grüne Glas erscheint es jetzt unsichtbar, durch das rote Glas schwarz auf rotem Grunde.

Ich kopiere nun die beiden Halbbilder einer stereoskopischen Photographie in Rot und in Grün, lege sie aufeinander und projiziere sie auf eine gemeinsame Fläche. Betrachte ich dieses rote und grüne, sich zum Teile überdeckende Projektionsbild durch ein rotes Glas, so ist das rote Bild ausgelöscht, ich sehe das grüne schwarz auf rotem Grunde. Betrachte ich dasselbe durch ein grünes Glas, so ist das grüne Bild ausgelöscht, das rote Bild

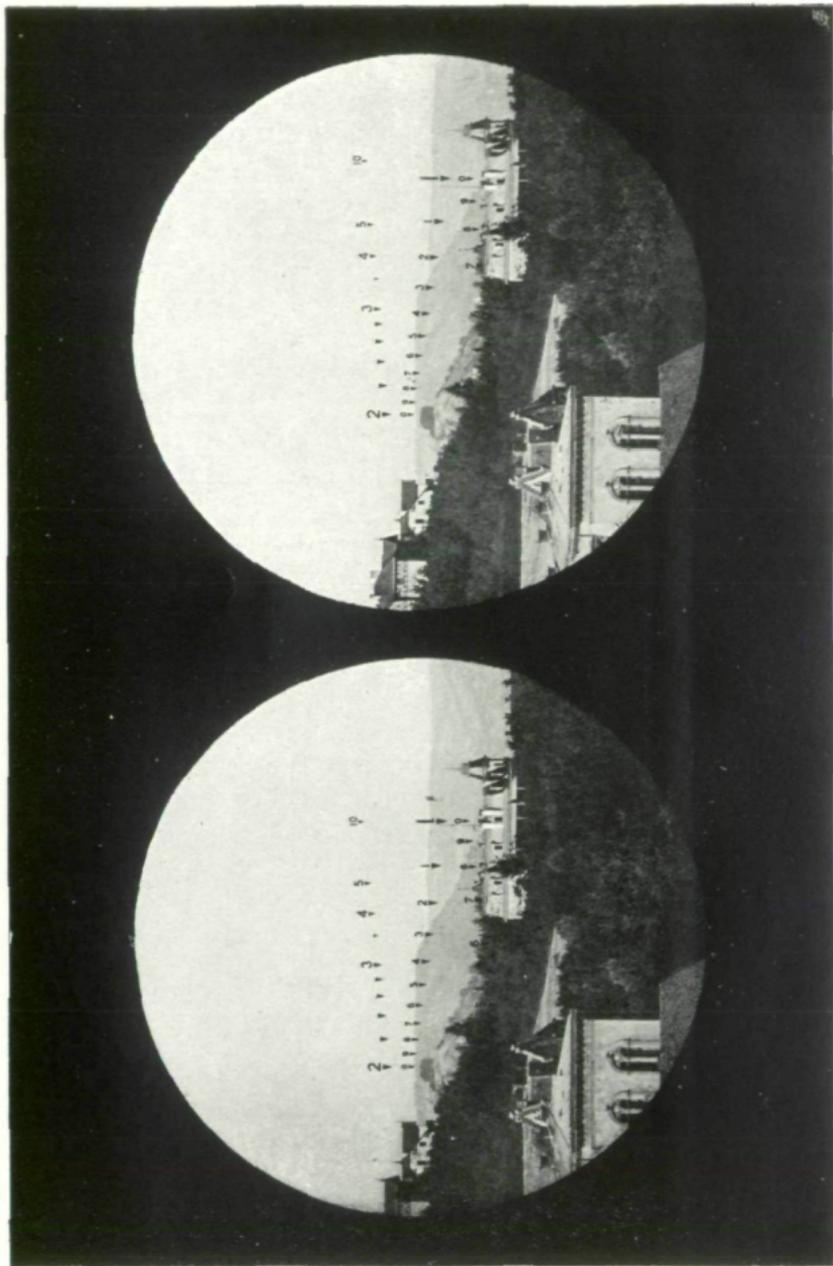
¹⁾ S. Abbildung Fig. 7 zu meinem Vortrage „Über Gesichtstäuschungen“, dieses Jahrbuch, 1903.

erscheint schwarz auf grünem Grunde. Ist das linke Halbbild, d. h. dasjenige Halbbild, welches im Stereoskope dem linken Auge geboten werden müßte, grün kopiert, das rechte Halbbild rot und bewaffne ich das rechte Auge mit einem grünen, das linke Auge mit einem roten Glase, so wird dem linken Auge das zugehörige linke Halbbild schwarz auf rotem Grunde, dem rechten Auge das ihm zugehörige rechte Halbbild schwarz auf grünem Grunde erscheinen. Die beiden schwarzen Bilder werden nun wie im Stereoskope erscheinen, wir sehen das Projektionsbild plastisch. Der Vergleich mit einem ebenen Projektionsbild zeigt uns erst so recht den Unterschied zwischen der wirklichen Plastizität des projizierten Stereoskopbildes und der scheinbaren Plastizität des perspektivisch richtigen ebenen Bildes. Besonders frappant an dem letzteren ist auch die parallaktische Verschiebung der verschieden weit entfernten Punkte des körperlichen Bildes bei Ortsveränderung des Kopfes des Beschauers, welche den zwingenden Eindruck, daß wir ein Stück des natürlichen Raumes vor uns hätten, wesentlich erhöht.

Ich möchte hier noch aufmerksam machen auf die verkehrte Stereoskopie. Wenn wir dem linken Auge das dem rechten Auge zugehörige stereoskopische Halbbild und dem rechten Auge das dem linken zugehörige sichtbar machen, sei es nun im Stereoskop, sei es im Projektionsbild durch Vertauschen der färbigen Gläser, so sehen wir das Stereoskopbild in verkehrter Plastizität, das Nahe erscheint uns entfernt, das Entfernte nahe, und gerade hier zeigt sich der zwingende Einfluß der Perspek-

tive, der Erfahrung usw. Sobald dieses verkehrte Bild nicht wie z. B. beim vorher angezogenen Kegelstumpf eine vernünftige entgegengesetzte Raumausdeutung zuläßt (Kegel erscheint als Trichter), wird das Bild des einen Auges ohne unser Wissen und spontan vom gemeinsamen Sehakt ausgeschaltet, unterdrückt und wir sehen dann unbewußt nur mit einem Auge, nicht wirklich plastisch, aber zufolge der richtigen Perspektive scheinbar plastisch.

A. Elschmig. Die Tiefenwahrnehmung im Raume und das stereoskopische Sehen.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [46](#)

Autor(en)/Author(s): Elschnig Anton

Artikel/Article: [Die Tiefenwahrnehmung im Raume und das stereoskopische Sehen. \(1 Abbildungsseite unpaginiert.\) 307-328](#)

