

Stereoskopie und Tiefenwahrnehmung im Dämmerungssehen.

Von
Prof. Dr. W. A. NAGEL (Freiburg i. Br.).

HEINE hat unlängst in seiner Abhandlung über „Sehschärfe und Tiefenwahrnehmung“¹ gezeigt, wie überraschend fein unter geeigneten Bedingungen die Tiefenwahrnehmung mittels beider Augen sein kann. Das sehr einfache und elegante Versuchungsverfahren, von v. HELMHOLTZ herrührend, besteht darin, daß drei verticale Stäbchen in einer frontalen Ebene vor einem gleichmäßig hellen Hintergrund aufgestellt und binocular betrachtet werden, und nun festgestellt wird, um wie weit das mittlere Stäbchen vor oder hinter die durch die beiden äußeren Stäbchen gegebene Ebene verschoben werden muß, damit die Verschiebung erkannt wird und der Eindruck verschiedener Entfernung vom Beobachter eintritt.

Ohne auf die theoretischen Folgerungen HEINE's über „Doppelversorgung“ des macularen Netzhautbezirks näher einzugehen, möchte ich hier nur erwähnen, daß die Ausführungen HEINE's mir den Gedanken nahe legten, ob eine derartige Tiefenwahrnehmung und stereoskopisches Sehen auch den Netzhautstäbchen zukommt, oder etwa nur durch die Zapfen vermittelt wird. Von vorneherein möchte man vielleicht sagen, es sei selbstverständlich, daß auch mittels der Stäbchen allein stereoskopisch gesehen werden könne und Tiefenwahrnehmung möglich sei. Selbstverständlich ist dies indessen keineswegs und auch meines Wissens bis jetzt nicht bewiesen. Die Verschiedenheit der Bedingungen, unter denen Stäbchen und Zapfen functioniren, und die Verschiedenheit ihrer anatomischen Beziehungen zum Sehnerven lassen gewiß an die Möglichkeit denken, daß die Stäbchen hinsichtlich des binoculareren Zusammenwirkens gewisse

¹ L. HEINE. Sehschärfe und Tiefenwahrnehmung. *Arch. f. Ophthalm.* 51, 146.

Unterschiede gegenüber den Zapfen zeigen. Auch HEINE sieht sich ja veranlaßt, für die besonders feine Tiefenwahrnehmung im macularen Gebiete Besonderheiten der Innervation anzunehmen.

Dafs man im reinen Dämmerungssehen, wo die Stäbchen allein functioniren, z. B. bei nächtlichem Gang auf schlechtbeleuchtetem Wege, körperlich zu sehen glaubt, beweist nicht allzuviel; man weifs ja, wie man sich hierüber täuschen kann, und auch körperlich zu sehen glaubt, wenn man ein Auge schliesst. Der kürzlich von mir gemeinsam mit Herrn Professor E. v. HIPPEL untersuchte total farbenblinde Herr konnte, wie es bei einigen allerdings nur flüchtigen Versuchen schien, mittels des Stereoskops kein körperliches Sehen erzielen. So wenig ich hieraus den Schluß ziehen wollte, dafs die Stäbchen zum stereoskopischen Sehen ungeeignet seien, so war diese Beobachtung doch mit ein Anlaß für mich, die nachstehend beschriebene Versuchsreihe auszuführen, in welcher ich feststellen wollte, ob unter den Bedingungen des reinen Dämmerungssehens oder Stäbchensehens in analoger Weise körperlich gesehen wird und Tiefenwahrnehmung möglich ist, wie mit helladaptirten Augen.

Die Versuche ergaben aufs Unzweideutigste, dafs dies in der That der Fall ist.

Zunächst läfst sich zeigen, dafs die gut dunkeladaptirten Augen Stereoskopbilder gut vereinigen und körperlich sehen, wenn die Beleuchtung derselben unter der fovealen Schwelle bleibt. Die Figur einer vierseitigen abgestumpften Pyramide z. B., von oben gesehen, wird ausgesprochen körperlich gesehen, ja wie mir scheint, mit noch gröfserer Tiefe als bei Betrachtung im Hellen. Sie war durch dicke weisse Linien auf schwarzem Grunde hergestellt.

Mit nur einem Auge betrachtet, erscheint sie natürlich völlig flach.

Beleuchte ich das eine Halbbild, wie in dem eben erwähnten Versuche, so schwach, dafs es foveal unsichtbar ist, das andere dagegen stärker, so dafs es foveal sichtbar ist, und betrachte nun das erstere mit einem dunkeladaptirten, das andere mit helladaptirtem Auge, so wird ebenfalls ganz deutlich körperlich gesehen. Dabei war durch geeignete Regulirung der Helligkeit Sorge getragen, dafs dem Hellauge sein Bild in der gleichen Helligkeit erschien, wie dem Dunkelauge das seinige.

Ich habe mir sodann eine Versuchsanordnung hergerichtet, entsprechend derjenigen von HEINE, und mich zunächst davon überzeugt, daß ich bei Beobachtung im Hellen Resultate erhielt, die mit denjenigen HEINE's gut übereinstimmen. Die Stäbchen waren 2,25 m von meinen Augen entfernt, die beiden äußeren hatten einen Abstand von 10 cm von einander, das mittlere war durch Schnurlauf verschieblich; die Stäbchen erschienen schwarz auf weißem Grunde, ihre Enden waren abgedeckt. Meine Sehschärfe beträgt $2\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$, meine Pupillardistanz 64 mm.

Unter diesen Bedingungen lag die Grenze der Tiefenwahrnehmung für mich bei einer Verschiebung des Mittelstäbchens um 3 mm vor oder hinter die Ebene der Seitenstäbchen. Führt ich den Versuch im Dunkelzimmer aus und ließ die Stäbchen auf monochromatisch rothem Grunde erscheinen, so war die Tiefenwahrnehmung etwas weniger vollkommen, die Grenze bei ± 5 bis 6 mm.

Nun schwächte ich die Helligkeit des Hintergrundes (nach Entfernung der Rothscheibe) so ab, daß sie unter der fovealen Schwelle war und beobachtete wiederum in gleicher Weise. Auch in diesem Falle, wobei also die Bedingungen des reinen Dämmerungssehens eingehalten waren, war Tiefenwahrnehmung in deutlichster Weise möglich, die Grenze war weniger verschoben, als ich erwartet hatte, sie lag bei ± 10 bis 12 mm.

Es verdient noch erwähnt zu werden, daß ich auf denselben Werth (10 bis 12 mm) kam, wenn ich im Hellen, mit helladaptirten Augen beobachtete, aber durch unvollkommene Correction meiner Myopie V auf $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{10}$ herabdrückte, also etwa auf den Betrag, der dem Sehen mit der paracentralen Zone des dunkeladaptirten Auges entspricht.

Alle die hier angegebenen Werthe würden vielleicht durch längere Uebung noch ein wenig heruntergehen; mir kam es jedoch nur auf eine ungefähre Orientirung über die quantitativen Verhältnisse an, nicht auf die Gewinnung genauer absoluter Werthe für die Feinheit der Tiefenwahrnehmung.

(Eingegangen am 18. October 1901.)
