

## Einfluß der Pupillenweite auf die Größe des Wahrnehmungsbildes.

Von

Prof. Dr. Jenö Kollarits (Budapest) in Davos

(Eingegangen am 9. November 1926.)

Ich habe folgendes Phänomen über den Einfluß der Pupillenweite auf die Größe des Wahrnehmungsbildes beobachtet, dessen kurze Beschreibung von Interesse sein dürfte. Ich sitze bei eingetretener Dunkelheit auf dem Balkon. Etwa 30—40 cm von meinen Augen entfernt, auf einem etwas erhöhten Pult steht eine elektrische Lampe in der Stärke von 32 Kerzen. In der Entfernung von etwa 100 m von mir steht eine Bogenlampe der Straßenbeleuchtung. Von dieser Bogenlampe sehe ich nur eine Lichtkugel. Meine Pupillenweite hat auf die Wahrnehmungsgröße dieses Bildes einen entschiedenen Einfluß. Wenn ich nämlich meine Augen derart beschirme, daß das Licht der mir nahe stehenden elektrischen Lampe nicht auf mein Auge fällt, die Bogenlampe der Stadtbeleuchtung aber sichtbar bleibt, wird das Wahrnehmungsbild der Lichtkugel der entfernten Bogenlampe mit der Dilatation meiner Pupille größer. Wenn ich hingegen die Beschirrmung vor meinem Auge entferne, so retrahiert sich das Wahrnehmungsbild der Bogenlampe synchron mit der Verengerung meiner Pupille. Dann macht das Wahrnehmungsbild der Bogenlampe die sogenannte sekundäre Erweiterung meiner Pupillen mit. Bei unklarem Wetter, z. B. bei Regen oder wenn ich durch eine Seitenfensterscheibe des Balkons auf die Bogenlampe sehe, so daß die leuchtende Kugel von einem Strahlenkranz umgeben ist, und damit ihr Bild vergrößert wird, ist die Erscheinung im vergrößerten Maßstab wahrnehmbar, weil der Unterschied in der Größe des Bogenlampenlichtes bei dilatierter und retrahierter Pupille entsprechend größer ist. Auch die Pupillenunruhe folgt dem Retraktions- und dem Dilatationszustande der Pupille. Die konsensuelle Reaktion bei Verdeckung eines Auges ist an der Größe des Wahrnehmungsbildes der Bogenlampenlichtkugel ebenfalls zu verfolgen, sowie auch die Vergrößerung des Bildes bei der Pupillenerweiterung auf Schmerz.

Ich habe das Experiment auch in folgender Weise mit demselben Erfolg wiederholt: Ich setze mich im sonst dunklen Zimmer unmittelbar vor eine brennende elektrische Birne. Auf 2 m entfernt von mir befindet

sich ein Wandspiegel, in welchem ich das Spiegelbild der knapp vor meinen Augen hängenden elektrischen Birne sehe. Wenn ich nun mein Auge in der Weise verdecke, daß das Licht der vor meinem Auge hängenden Birne nicht auf meine Augen fällt, ich aber das Spiegelbild dieses Lichtes sehe, so sind alle die beschriebenen Erscheinungen ebenso sichtbar, wie im ersten Experiment, und zwar so in Betreff der gespiegelten Birne, wie in Betreff des Milchglaslampenschirmes an der Birne.

Wenn ich eine Brille aufsetze, die für Weitsehen nicht paßt, womit das Wahrnehmungsbild des entfernteren Lichtes verschwommen wird und sich vergrößert, so sind die Erscheinungen deutlicher, weil es sich um größere Differenzen handelt.

Ich habe den Versuch auch an anderen Personen wiederholt, die als Nichtärzte von den verschiedenen Etappen des Pupillenspiels nichts wußten. Sie stellten dieselben Erscheinungen am Wahrnehmungsbilde fest.

Ganz entschieden kann ich sagen, daß es sich bei diesen Beobachtungen nicht darum handelt, daß die Verkleinerung des Wahrnehmungsbildes durch seine Verschärfung vortäuscht worden wäre. Es kann sich auch nicht darum handeln, daß das Lichtbild in seinen peripherischen Teilen durch die Retraktion der Pupille abgeblendet worden wäre.

Daß die Verkleinerung des Bildes nicht die Folge einer Verschärfung ist, geht daraus hervor, daß die Bogenlampenlichtkugel aus der Ferne ohne Augenglas, und ohne Fensterglasverdeckung sowieso scharf ist, und auch daraus, daß mit Augenglas oder durch das Fenster gesehen, ihre dadurch verursachte Unscharfheit sich bei weiter oder enger Pupille nicht merklich ändert. Daß die Vergrößerung des Wahrnehmungsbildes bei weiten und seine Verkleinerung bei engen Pupillen nicht darauf beruht, daß der peripherische weniger lichte Teil des Lichtes an Intensität verliert, beweist das folgende Experiment. Ich sitze im Zimmer vor der nah vor meinen Augen hängenden, brennenden elektrischen Birne, die mit einem Milchglasschirm versehen ist. Milchglas schirm und Birne sind oben an einer Metallfassung befestigt, die an einer Schnur hängt. In diesem Fall habe ich als leuchtende Gegenstände vor mir die Birne, und den durch das Licht durchgedrungenen Milchglasschirm. Die Metallfassung ist ziemlich dunkel. Hingegen habe ich über der Metallfassung um die Schnur einen etwa 1 cm breiten weißen Papierstreifen angeklebt. Wenn sich nun das Wahrnehmungsbild bei Beschattung der Pupillen vergrößert, so sehe ich den Schirm breiter werden, und sich auch herabzu vergrößern. Diese Beobachtung könnte vielleicht ohne die übrigen Erfahrungen darauf zurückgeführt werden, daß die peripherischen Teile des Lichtes an Intensität kraft fürs Auge

gewinnen, und man könnte vielleicht noch daran denken, daß bei der Verengerung der Pupillen das Gegenteil anzunehmen wäre. Nun ist aber bei Beschattung des Auges zu sehen, daß mit der Vergrößerung des Wahrnehmungsbildes der an die Schnur umklebte Papierstreifen emporsteigt, und bei der Verkleinerung herabsinkt. Die Änderung der Wahrnehmungsgröße betrifft also nicht nur das leuchtende Bild, sondern auch die dunkle Fassung, deren oberes Ende mit dem weißen Papierstreifen sichtbar gemacht worden ist.

Als ich dieses Phänomen zuerst beobachtete, und damals nur die Retraktion des Bildes bei Lichteinfall bemerkte, dachte ich im ersten Augenblicke an einen Lichtintensitätskonflikt der zwei Lichtquellen in dem Sinne, daß das nahe vor meinen Augen angebrachte Licht blendend auf das entfernte wirkt. Als ich aber nach dem Lichteinfall der nahen Lichtquelle auf die Pupille, und nach der Retraktion des Wahrnehmungsbildes der fernen Bogenlampenlichtkugel die sekundäre Dilatation des Wahrnehmungsbildes bemerkte, wobei die Belichtung der Pupille sich nicht änderte, d. h. kein Wechsel im Lichtkonflikt der beiden Lichtquellen eintrat, mußte ich diese sich mir zuerst aufdrängende Erklärung zurückweisen.

Es scheint mir also festgestellt zu sein, daß die Größe des Wahrnehmungsbildes sich synchron mit der Pupillenweite verändert. Ob gewisse Fälle von Mikropsie nicht auf die Verengerung der Pupillen zurückzuführen wären, lasse ich dahingestellt. Jedenfalls ist mir nichts darüber bekannt, daß bei sehr engen Pupillen bei Tabes Mikropsie vorhanden wäre.

Zur Erklärung des Phänomens denke ich an folgende Möglichkeit, die mit der Akkommodationstheorie von *Helmholtz* in Zusammenhang steht. *Helmholtz* hat sich mit der akkomodativen Formänderung der Linse beschäftigt und dafür eine Hypothese aufgestellt. Diese Hypothese geht davon aus, daß die Linse elastisch ist und in der Linsenkapsel eingeschlossen ist. Diese Linsenkapsel ist an der Zonula Zinnii in der Linsenäquatorgegend befestigt. Die Radiärfasern der Zonula Zinnii sind an das Corpus ciliare angeheftet und üben deshalb einen Zug auf den Äquator der Linse aus. Dadurch ist die Linse flach geworden. Bei der Akkommodation nähern sich die Ziliarfortsätze durch die Wirkung des Ziliarmuskels der Linse. Die Zonula Zinnii und die Linsenkapsel entspannt sich. Damit fällt jener Zug an der Linse weg, der sie abgeflacht hat, und der vordere Teil der Linse wölbt sich vor<sup>1)</sup>.

Wenn diese Hypothese richtig ist, so kann bei der Zusammenziehung des Pupillensphincters die Iris auch an ihrer Basis angezogen werden. Die Iris hängt aber peripherisch mit dem Corpus ciliare zu-

<sup>1)</sup> Siehe *Höber*: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 3. Aufl. S. 434. Berlin: Julius Springer.

sammen. Damit könnte ein Zug am Corpus ciliare in diesem Körper ebenso mit einer Annäherung an die Linse verbunden sein, wie dies bei der Akkommodation der Fall ist. Dann muß dadurch ebenfalls eine Entspannung der Linsenkapsel am Linsenäquator erfolgen, und damit dieselbe Vorwölbung der Linse, wie bei der Akkommodation. Bei vorgewölbter Linse wird das Bild, das auf die Retina fällt, kleiner, womit die Verkleinerung des Wahrnehmungsbildes erklärt werden könnte. Bei der Dilatation der Pupille würde, sofern es sich um ein Nachlassen der Sphincterspannung handelt, das Gegenteil eintreffen müssen. Die aktive Zusammenziehung des Pupillendilatators lasse ich beiseite, da, soweit ich mich in der Literatur orientieren kann, diese Frage noch ungeklärt ist.

Eine Formänderung der Linse beim Lichteinfall kann aber auch eine andere Erklärung finden, die wie bei der Akkommodation auf eine Zusammenziehung des Ciliarmuskels zurückzuführen wäre. Die nervösen Bahnen des Sphincter iridis und des Ciliarmuskels sind nämlich weitgehend gemeinsam<sup>1)</sup>. Sie gehen von der medialen kl. Kerngruppe des Oculomotoriuskernes aus, gehen dann durch den Oculomotorius zu den Zellen des Ciliarganglions. Von hier treten die postganglionären sympathischen Fasern in die kurzen Ciliarnerven ein. Ein Teil der kurzen Ciliarnerven versorgt den Ciliarmuskel, während der andere Teil dieser Nerven, von der Außenseite des Ciliarmuskels weitergehend die Iris versorgt. Bei dieser gemeinschaftlichen Versorgung des Ciliarmuskels und der Iris wäre es leicht erklärlch, daß Ciliarmuskel und Pupillensphincter gleichzeitig zusammen innerviert werden müßten. Dann würde der Reiz des Lichtes reflektorisch zu beiden Muskeln gelangen, wodurch bei Lichtreflex der Pupille derselbe Mechanismus des M. ciliaris wie bei der Akkommodation, dieselbe Entspannung der Linse, und die Vorwölbung ihres Vorderteiles verursachen würde, womit die Verkleinerung des Netzhautbildes und damit des Wahrnehmungsbildes der Gegenstände verursacht werden würde. Da die Größenveränderung des Wahrnehmungsbildes auch ohne Belichtungsveränderung auch mit der Pupillenunruhe synchron zur Geltung kommt, scheint diese Zusammenarbeit nicht nur beim Lichtreflex, sondern auch bei jener Innervation vorhanden zu sein, die die Pupillenunruhe verursacht.

Vielleicht könnte die Formveränderung der Linse beim Lichteinfall und bei der Pupillenunruhe mit den Purkinje-Sansonschen Bildchen, mit welchen *Helmholtz* die Linsenverkrümmung bei Akkommodation feststellte, auf ihre Richtigkeit geprüft werden. Mir ist derzeit nicht möglich, derartige Untersuchungen anzustellen. Ich muß sie denjenigen überlassen, die unter glücklicheren Umständen leben.

<sup>1)</sup> Siehe *L. R. Müller*: Die Lebensnerven. 2. Aufl. S. 124. Berlin: Julius Springer 1924.