

Ueber die Wirkung kurzdauernder Reize auf das Sehorgan.

Von
J. VON KRIES.

Ueber den im obigen Titel bezeichneten Gegenstand hat HESS neuerdings eine Arbeit veröffentlicht,¹ auf die ich mit einigen Bemerkungen einzugehen nicht unterlassen darf, hauptsächlich weil in derselben eine Auffassung von gewissen Mittheilungen aus meinem Institut niedergelegt ist, die möglicherweise Nachuntersucher irre führen könnte. Es handelt sich um die für die Beobachtung der nachlaufenden Bilder geeigneten Lichtstärken. Hess hat nämlich aus der von SAMOLJOW gegebenen Beschreibung eines von ihm und überhaupt in meinem Institut benutzten Apparates geschlossen, daß ein Milchglas, aus einer Entfernung von ca. 50 cm durch zwei oder drei Auerbrenner transparent beleuchtet, eine für unsere Beobachtungen angemessene und von uns im Allgemeinen benutzte Lichtstärke darbiete. Das ist aber ein Irrthum. Der von SAMOLJOW beschriebene Apparat ist auf die Erreichung solcher hoher Lichtstärke eingerichtet, um bei seiner Handhabung in jeder Hinsicht, besonders auch mit Anwendung farbiger Gläser, einen möglichst weiten Spielraum zu haben. Ein aus der Entfernung von 50 cm von drei Auerbrennern beleuchtetes Milchglas ist aber seine höchste Lichtstärke und diese ist für den Zweck in der That viel zu hell und bedarf einer sehr erheblichen Abschwächung durch ein Rauchglas. — Die Beobachtung des „Springens“ der nachlaufenden Bilder an der Stelle des deutlichsten Sehens ist leicht und sicher nur dann, wenn das nachlaufende Bild von dem primären durch

¹ *Archiv für Ophthalmologie* 51 (2), S. 225.

ein beträchtliches dunkles Intervall getrennt ist. Eine Angabe über die dazu erforderlichen Lichtstärken in bestimmten Helligkeitswerthen bin ich leider nicht zu machen in der Lage; es würde dabei übrigens auch auf die Belichtungsdauer der einzelnen Netzhautstelle, also bei bewegten Objecten auf das Verhältniß von Object-Größe und Geschwindigkeit, ankommen. Ein einfaches und sicheres Kriterium für die Wahl der geeigneten Lichtstärken ist eine, wenigstens annähernde Bestimmung der zeitlichen Verhältnisse, welche auf die von BIDWELL und mir übereinstimmend angegebenen Werthe herauskommen müssen. Das secundäre Bild tritt danach $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ Secunden nach dem Beginn des primären auf. Ist das umlaufende Object von mäßiger Größe, so dauert sein Vorübergang an der einzelnen Netzhautstelle nur einen Bruchtheil dieser Zeit, und da das primäre Bild durch Nachwirkung des Reizes kaum merklich in die Länge gezogen wird, so beläuft sich das dunkle Intervall auf Werthe, die jenem Zeitwerth nahe kommen.¹

Der Vermuthung, daß Hess sich im Allgemeinen zu hoher Lichtstärken bedient habe, kann ich auch jetzt noch mich nicht erwehren; sie wird mir sogar sehr deutlich bestätigt durch seine Bemerkung: daß er „bei seinen früheren Versuchen das kurzdauernde gegenfarbige Nachbild im Allgemeinen der primären Erregung unmittelbar folgend gesehen habe, während er sich später überzeugte, daß unter geeigneten Umständen auch zwischen diesen beiden ein sehr kurzes dunkles Intervall sichtbar werden kann“. Es ist zu bedauern, daß wir nicht erfahren, welches diese geeigneten Umstände waren und wie lang dieses „sehr kurze“ Intervall ist. Bei der Benutzung umlaufender Objecte von den richtigen Lichtstärken ist das Intervall eine Erscheinung, die von keinem Anfänger, geschweige von einem so geübten Beobachter wie Hess übersehen werden kann.

Kann Hess das Ueberspringen des Centrums auch unter diesen Umständen, also bei einer Gesamterscheinung, wie sie etwa der von mir gegebenen Abbildung entspricht, nicht wahrnehmen, so steht das freilich mit dem, was im hiesigen Institut eine allmählich recht große Zahl von Personen gesehen, und was unabhängig von mir HAMAKER bestätigt hat, im vollen Widerspruch.

¹ Vgl. hierüber die Angaben in meiner diesbezüglichen Arbeit *Zeitschrift f. Psychol.* 12, 90f.

In methodischer Beziehung sei noch angeführt, daß wir die Fixirlichter stets roth nehmen; ein solches kann man bis an die Grenze der Sichtbarkeit überhaupt abschwächen und dabei gleichwohl noch mit Sicherheit central fixiren. Wie wenig ein solcher minimaler Reiz die Sichtbarkeit einer Erscheinung von solcher Deutlichkeit wie das nachlaufende Bild es ist, zu beeinträchtigen vermag, das lehrt die Beobachtung an paracentralen Stellen überzeugend, wo das Nachbild über die Marke ohne jede Unterbrechung hingleitet. Kleine lichtschwache Objecte, die nicht roth sind, üben schon bei mäßiger Dunkeladaptation einen fast unwiderstehlichen Zwang aus, sie nicht central sondern paracentral zu fixiren; die Benutzung solcher Objecte als Fixirmarken stellt also eine gefährliche Fehlerquelle dar. Ob es möglich ist, wie Hess versucht hat, die selbst nicht sichtbare Mitte zwischen zwei Zeichen mit genügender Sicherheit zu fixiren, zumal wenn ein relativ helles Object im Gesichtsfeld bewegt wird, halte ich für zweifelhaft.

Die von Hess gerühmte Benutzung rotirender oder umhergeschwenkter Glühlämpchen kann ich nicht für empfehlenswerth halten. Insbesondere ist die Regulirung der Lichtstärke durch Rheostaten ein äußerst bedenkliches Verfahren, weil man stets mit der Stärke des Lichtes auch seine Qualität resp. Zusammensetzung in erheblichem Maasse verändert.¹ Für empfehlenswerth kann ich auch die von Hess versuchte Methode nicht halten, eine längere Lichtlinie als Object zu benutzen, deren mittleres Stück über die Fovea läuft, und nun zu sehen, ob im Nachbild die Linie unterbrochen erscheint. Es ist doch klar, daß man hier mit all den bekannten Schwierigkeiten zu rechnen hat, die der subjectiven Wahrnehmung eines kleinen Skotoms immer entgegenstehen. Wenn man eine Lichtstärke herstellt, die central nicht gesehen wird, bei der man also ein kleines Object zum centralen Verschwinden bringen kann, und dann eine grössere

¹ Ich habe vor längerer Zeit einen ähnlichen Apparat (rotirende Glühlampe) zunächst für Demonstrationszwecke construirt, bin aber von seiner Verwendung alsbald zurückkommen. Ohne Anwendung von Rauchgläsern u. dergl. ist in der That die Glühlampe, wie es scheint, zu diesen Beobachtungen ganz vorzugsweise ungeeignet, weil bei der Abschwächung des Glühens das Licht roth wird; es ist wohl denkbar, daß hierbei ein für die Beobachtungen qualitativ und quantitativ geeignetes Licht auf keinem Punkte der Glühstärke erreicht wird.

Fläche von derselben Helligkeit betrachtet, so weiß man, wie schwer es ist, die centrale Lücke sicher wahrzunehmen. Es gelingt wohl, wie Hess selbst angiebt, im ersten Moment der Beobachtung; aber selbst diese Wahrnehmung erfordert schon große Aufmerksamkeit und eine gewisse Uebung. Was will es also besagen, wenn man die centrale Unterbrechung eines Nachbildes nicht constatiren kann?

Bezüglich der sonstigen von H. erhobenen Einwände sei erwähnt, daß die Wiederholung der Reizung durch den rotirenden Apparat sicher nicht in der von ihm angenommenen Weise als Fehlerquelle zu betrachten ist; denn es versteht sich ja von selbst, daß man die Erscheinung auch sofort bei Fixirung der Marke nach zuvor abgewandtem Auge, also bei erstmaligem Vorübergang des Lichts beobachten kann. Ueberdies bietet der Apparat auch die Möglichkeit einer ganz freien und beliebigen Bewegung mit der Hand, ohne Motor; auch in dieser Weise ist von uns unzählige Male beobachtet worden.

Mit einem Wort muß ich schliesslich noch den mir von Hess gemachten Vorwurf berühren, daß ich die dem PURKINJE'schen Nachbilde noch weiter folgenden Phasen „total übersehen habe“. Auch diese etwas seltsame Behauptung ist nur auf den oben erwähnten Irrtum hinsichtlich der von uns benutzten Lichtstärken zurückzuführen. Bei den von uns benutzten Helligkeiten ist das primäre Bild kaum merklich in die Länge gezogen. Das secundäre, welches ca. $\frac{1}{5}$ Sec. nach dem primären beginnt, zeigt eine mit zunehmender Dunkeladaptation beständig zunehmende Länge, ist aber zuerst ganz kurz, um sich erst allmählich in einen längeren und längeren Schweif auszuziehen. Von der Lichtstärke hängt es ab, ob das secundäre Bild sogleich nach der Verdunkelung des Beobachtungsraumes sichtbar ist oder erst nach kürzerem oder längerem Dunkelaufenthalt sichtbar wird. Nach längerer Adaptation ist der Schweif so lang, daß die ganze Peripherie mit einem Lichtnebel erfüllt erscheint.

Das günstige Stadium für die Beobachtung des Springens, für die Bestimmung der Farbe, für die Vergleichung der Stärke bei verschieden gefärbtem primären Bilde u. s. w. ist jenes, in dem das secundäre Bild noch kurz ist, höchstens etwa wie es die von mir gegebene Abbildung zeigt. Man kann, wie ich nochmals hervorheben will, die Lichtstärke so wählen, daß dieses Stadium un-

mittelbar nach der Verdunkelung eintritt oder auch so, dass es erst nach Adaptation von einigen Minuten erreicht wird.

In diesen Fällen dauert also der ganze Effect der Reizung etwa $\frac{1}{2}$ Sec. oder noch weniger und nicht, wie Hess für die von mir benutztem Lichter ausrechnet, 3—4 Sec. Die gesammten Erscheinungen, deren Uebersehen Hess mir vorwirft, sind unter den von mir eingehaltenen Beobachtungsbedingungen in der That nicht vorhanden.

Dafs die Dinge bei stärkeren Lichtern ganz anders sind, habe ich keineswegs übersehen, sondern bei gelegentlichen Beobachtungen mit solchen oft wahrgenommen. Es ist mir aber in der That zulässig erschienen, diese in die Untersuchung zunächst nicht einzubeziehen. Denn jedesmal ist alsdann vor Allem auch das primäre Bild in die Länge gezogen; es ist aber klar, dafs die Deutung der Dinge auf weit gröfsere Schwierigkeiten stöfst, sobald auch mit einer zeitlich ausgedehnteren Thätigkeit des Zapfenapparats zu rechnen ist. Ich habe, wie auf anderen Gebieten, so auch hier nicht die Prätension gehabt, die Gesammtheit der Nachbilderscheinungen, die unter irgend welchen Umständen nach kurzdauernder Reizung auftreten, aus einer theoretischen Auffassung heraus glatt auf zu erklären. Für wichtig halte ich, um die Sache unter diesem Gesichtspunkt noch einmal zusammenzufassen, dafs eine eigenartige Function nachgewiesen werden kann, hinsichtlich deren auch bei schwach- oder gar nicht dunkeladaptirtem Auge die Reizwerthe der verschiedenen Lichter sich wie die Dämmerungswerthe verhalten und dafs diese Function in einem centralen Bereich fehlt. Meine Ueberzeugung von der Richtigkeit dieser Constatirung ist durch die Mittheilungen von Hess bis jetzt nicht erschüttert worden. Ueber ihre theoretische Bedeutung weiter zu streiten, dürfte kaum von Nutzen sein. Ebenso darf ich wohl der Beurtheilung des Lesers die Frage überlassen, wer die Schuld des Mißverständnisses trägt, das Hess veranlafste, die complementäre Färbung des in Rede stehenden Bildes so entschieden zu bestreiten, während er sie jetzt in der Form anerkennt, dafs er ja die complementäre Phase lange vor mir beschrieben habe.

(Eingegangen am 14. Januar 1901.)