

Helligkeitsempfindung liefernden, welche letzterer als lichtempfindliche Substanz den Sehpurpur führt und in seiner Funktion durch Verbrauch und Ansammlung dieses Körpers beeinflusst wird“. Sind die Stäbchen ferner durch Dunkeladaptation purpurreich, so werden sie schon durch sehr geringes Licht erregt, für das die Zapfen noch unempfindlich sind. Sie werden ferner bei der Unempfindlichkeit des Sehpurpurs gegen langwelliges Licht vorzüglich durch mittel- und kurzwelliges Licht erregbar sein, was der Erscheinung des lichtschwachen Spektrums durchaus entspricht. In der helladaptierten, purpurarmen Netzhaut kommt dagegen die Leistung der Stäbchen gegenüber den trichromatischen Zapfen nicht mehr in Betracht, „es erscheinen daher alle Lichter, sobald sie die Schwellenwerte überschreiten, auch alsbald farbig“.

Eine Bestätigung seiner Anschauung sieht der Verfasser darin, daß die Empfindlichkeit des purpurreichen (dunkeladaptierten) Auges für farblose Helligkeit blauer Lichter nach vorheriger Reizung mit Rot nicht vermindert wird.

In sehr einfacher Weise erklärt sich dann auch das PURKINJESCHE Phänomen. Die Verminderung der Lichtstärke erzeugt gewissermaßen weniger Zapfen- und mehr Stäbchensehen. Die trichromatisch empfindenden Zapfen treten außer Thätigkeit, und die Helligkeit verschiedener Farben „verschiebt sich immer mehr gegen dasjenige Helligkeitsverhältnis, welches für die Stäbchen gilt“.

Eine wirkliche Kontrolle dieser Annahmen gewinnt nun aber der Verfasser durch den zweifachen Nachweis, daß in der purpurfreien Fovea 1. die Ungleichheit der Schwellenwerte für Helligkeits- und Farbenempfindung bei verschieden adaptiertem Auge nicht existiert, und daß 2. das PURKINJESCHE Phänomen für dieselbe nicht gilt. Andererseits hält der Verfasser aber (gegen A. KÖNIG) die Fovea nicht für blaublind. Es bestehe zwar eine Überlegenheit der Fovea über die Peripherie hinsichtlich der Blauempfindlichkeit, aber nur sofern das blaue Licht von der Netzhautperipherie als farblos empfunden wird.

Den Schluß der Abhandlung machen eine Anzahl Anwendungen der vom Verfasser eingeführten Hypothesen. In ihrem Gesamtergebnis dürfte die Schrift zur Verständigung zwischen der HELMHOLTZSchen und HERINGSchen Anschauungsweise einen wesentlichen Beitrag liefern.

E. MEUMANN (Leipzig).

**SHELFORD BIDWELL. On the Recurrent Images following Visual Impressions.**

*Proceedings of the Royal Society.* LVI. No. 337. S. 132. June 1894.

Die vorliegende Arbeit berührt sich in ihrem Gegenstand und in ihren Resultaten mit einer größeren Anzahl jüngst in Deutschland veröffentlichter Studien, welche sämtlich den oszillatorischen Verlauf des Abklingens kurzdauernder Reizungen der Netzhaut betreffen. (Es mag von Interesse sein, hier die wichtigste Litteratur zusammenzustellen: C. A. YOUNG und A. S. DAVIS im *Philos. Mag.* Bd. 43 u. 44. 1872. BIDWELL, frühere Arbeit in *Nature.* Vol. 32. 1885. S. 30 ff. CHARPENTIER, *Compt. Rend.* Vol. 113. 1891. S. 147. Derselbe: *Arch. de Physiol.* 1892. S. 541, und *Arch. d'Ophthalm.* X. C. HESS, Über die nach kurzdauernder Reizung

des Sehorgans auftretenden Nachbilder. *Pflügers Arch.* 49. Vol. 190 ff. Derselbe: Studien über Nachbilder. *Arch. f. Ophthalm.* 40, 2. S. 259 ff. und 40, 1. S. 337. SNELLEN, Über Nachbilder. *Verh. d. ophthalm. Gesellsch. z. Heidelberg*, 1893. H. P. BOSSCHA, Primäre, sekundäre und tertiäre Netzhautbilder nach momentanen Lichteindrücken. *Arch. f. Ophthalm.* XL, 2. S. 22 ff. J. VON KRIES, Über den Einfluß der Adaptation u. s. w. *Berichte d. Freiburger Naturf. Gesellsch.* 9 Bd., Heft 2. S. 61.)

Ein ausführlicheres Referat über die oben genannte Arbeit dürfte seine Berechtigung darin finden, daß die Versuche BIDWELLS die seiner Vorgänger an Sorgfalt der Ausführung, wie an Aufwand experimenteller Mittel übertreffen.

Nach einem Hinweis auf ältere Beobachtungen von YOUNG, DAVIS, CHARPENTIER erwähnt Verfasser zunächst kurz einen früheren eigenen Versuch, bei welchem er die Nachbilder einer im Dunklen langsam rotierenden GEISSLERSCHEN Röhre, die momentan erleuchtet wurde, beobachtete. Schon damals stellte er fest, daß nacheinander auftauchten: 1. ein dem früheren hellen Bilde entsprechendes (positives) Nachbild; 2. ein tief schwarzes Bild auf hellerem Grunde; 3. nach  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  Sekunden wieder ein helleres Bild.

Die neuen Versuche des Verfassers verwenden sehr verschiedene experimentelle Mittel. Nachdem eine erste Versuchsreihe mit farbigen Gläsern, wie leicht begreiflich, als unbrauchbar aufgegeben war, ging Verfasser zu einer Anordnung mit spektralem Licht über. Eine Hydroxygenlampe entwarf mittelst eines Schwefelkohlenstoffprismas ein durch Linsen parallelstrahlig gemachtes, etwa 7 cm langes Spektrum auf einem Diaphragmaschirm. Mittelst desselben konnten beliebige Teile des Spektrums auf einen rotierenden Spiegel mit schräg zu dessen Ebene geneigter Achse projiziert werden. Die gewöhnliche Drehungsgeschwindigkeit des von einem Uhrwerk getriebenen Spiegels war  $1\frac{1}{2}$  Sek. Verfasser selbst beobachtete den Spiegel in einem Fernrohr von kurzer Brennweite; andere Beobachter erblickten zur Kontrolle das rotierende Bildchen in einem zweiten, schräg zum ersten geneigten Spiegel. Dasselbe hatte 1,5 cm Durchmesser. Bei dieser Rotationsgeschwindigkeit erschien nun das sekundäre Bild („recurrent image“ des Verfassers) ungefähr  $50^\circ$  hinter dem farbigen Spiegelbilde kreisrund, von kleinerem Durchmesser als das Original und bei Anwendung weißen Lichtes von violetter Farbe. Bei Anwendung homogenen Lichtes gaben sämtliche Beobachter folgende Farben des sekundären Bildes an: für Violett kein wahrnehmbares Bild; für Blauviolett: bleichgrüngelb; für Blau: violett; für Hellblau: helles Violett; für mittleres Grün: helles Violett; für Grüngelb: blau; für Orange: blaugrün; für Orangerot: tief blaugrün; für Rot erschien niemals ein sekundäres Bild (vergl. VON KRIES a. a. O. S. 68). Das Violett erschien immer etwas röter, als im Spektrum.

In dem nächsten Versuch wird nun das ganze Spektrum, nachdem es einen horizontalen Spalt von 7 cm Länge und 2 mm Breite passiert hat, auf dem rotierenden Spiegel entworfen und in dem zweiten festen Spiegel beobachtet, wo es „parallel mit sich selbst“ in einem Kreise von etwa 1 m Durchmesser rotiert. Der Beobachter fixierte den Rand

des festen Spiegels. In diesem Falle folgte dem Originalbilde des Spektrums ein schattenhaftes sekundäres Bild, „es erstreckte sich vom Orange bis zum Beginn des Violett“, indem es einigermaßen abrupt endete im Orange und stufenweise nach dem anderen Ende zu verblasste. Das Bild war verzogen, indem es sich am meisten dem Spektrum näherte in der Mitte des Grün. Seine Distanz vom Original wuchs schneller zum roten wie zum violetten Ende des Spektrums hin. Das ganze sekundäre Bild des Spektrums war dabei von violetter Farbe, seine größte Helligkeit lag in dem am wenigsten vom Original entfernten Teile, keine Spur von Grün oder Gelbgrün konnte entdeckt werden.

Da nun bei dem vorigen Versuche nicht alle Farben ein sekundäres Bild von violetter Farbe ergaben, so fragte sich, wie diese Abweichung zu erklären sei. Verfasser suchte es durch zwei Kontrastversuche wahrscheinlich zu machen, daß die genannte Abweichung durch Kontrast bedingt gewesen sei, will aber noch keine endgültige Entscheidung der Frage treffen. Ein weiteres Experiment untersucht sodann die auffallende Thatsache, daß rotes Licht keinerlei „recurrent image“ ergab. Verfasser entwirft zwei Spektren, die beliebig auf dem rotierenden Spiegel zur Deckung gebracht werden konnten. Aus dem einen wurde Rot, aus dem anderen reines Grün ausgeschaltet, beide wurden zur Deckung gebracht und bald die eine, bald die andere Komponente an Helligkeit verändert, bezw. ausgelöscht. Da Grün für sich allein ein violettes, Rot allein gar kein sekundäres Bild gab, so hätte man erwarten können, daß das sekundäre Bild eines Gemisches beider Farben violett war. Allein es hatte blaue Farbe, ebenso wie das sekundäre Bild des homogenen Gelbgrün.

Verfasser meint nun, vier voneinander unabhängige Thatsachen gefunden zu haben, welche beweisen, daß die „recurrent images“ verdankt werden „einer bloßen Reaktion der violett empfindenden Nervenfasern“: 1. das sekundäre Licht des weißen Lichtes ist violett; 2. im sekundären Bilde des ganzen Spektrums ist keine Farbe außer Violett sichtbar; 3. ein noch so intensives rotes Licht giebt kein sekundäres Bild, das stimmt zur YOUNG-HELMHOLTZschen Annahme, daß rotes Licht keine Wirkung auf die violetten Fasern ausübt; 4. obgleich das rote Licht kein sekundäres Bild giebt, so kann das sekundäre Bild des homogenen Gelb sowohl durch homogenes Gelb, wie durch ein Gemisch von Rot und Grün erzeugt werden.

Referent kann sich hierin mit der Meinung des Verfassers nicht einverstanden erklären. Die letztere Thatsache zeigt vielmehr, daß rotes Licht nicht wirkungslos bleibt; ganz besonders, wenn man sie mit einer weiteren Bemerkung des Verfassers zusammenhält: „Ein Fleck von homogen rotem Licht, obgleich niemals gefolgt von einem sekundären Bild, ist doch stets beträchtlich verlängert während der Drehung, und seine Farbe ist nicht mehr gleichförmig, indem der nachfolgende Teil hell purpurn wird.“ Aber bei keiner Rotationsgeschwindigkeit trennt sich der purpurne Teil von dem roten ab. Es scheint dies doch darauf hinzuweisen, daß die Nacherregung, bezw. das Abklingen der Rot-

erregung nur sehr beträchtlich schneller verläuft, als das Abklingen der Erregung der übrigen homogenen Strahlen.

Den bisher beschriebenen Versuchen schließt der Verfasser eine Anzahl Wiederholungen und Modifikationen früherer Experimente von CHARPENTIER an, welche die von diesem Autor festgestellten „retinalen Oszillationen“ teils bestätigen, teils korrigieren. Sie kommen sämtlich darauf hinaus, daß das Abklingen der Erregung bei langsam rotierenden Episkotisterscheiben ( $1\frac{1}{2}$  Sekunden Umdrehungszeit) bei verschiedener Sektorenbreite und Helligkeit des durchfallenden Lichtes (durch Mattglas gedämpfte Glühlampe) beobachtet wurden.

Der Verfasser entwirft von den beobachteten Stadien im Verlauf der Erregung ein Diagramm, an dem sich die Ergebnisse seiner Beobachtungen am einfachsten klar machen lassen.

Verfasser glaubt, die Reihenfolge der einzelnen Stadien des Abklingens der Erregung „bei Reizung der Retina in beschränkter Zeit“ folgendermaßen zusammenfassen zu müssen: 1. Unmittelbar nach dem Reiz folgt während der objektiven Belichtung eine Empfindung der Helligkeit, deren Intensität bis etwa  $\frac{1}{6}$  Sekunden wächst, und zwar schneller gegen das Ende der Periode zu. 2. Darauf plötzliche dunkle Reaktion, welche ebenfalls etwa  $\frac{1}{6}$  Sekunde dauert. Diese beiden Effekte wiederholen sich in vermindertem Grade 3—4 Mal. 3. Nach diesem Stadium der „Fluktuation“ folgt eine Empfindung stetiger Helligkeit, deren Intensität beträchtlich unter der mittleren Helligkeit von 1. bleibt. 4. Nachdem das objektive Licht erloschen ist, bleibt für kurze Zeit eine Empfindung von verminderter Helligkeit, die gefolgt wird von einem kurzen Intervall völliger Dunkelheit. 5. Darauf folgt eine plötzliche und bestimmte Empfindung abnormer Dunkelheit, ungefähr  $\frac{1}{6}$  Sekunde dauernd, worauf die Zeit der „gewöhnlichen“ Dunkelheit folgt. 6. Ungefähr  $\frac{1}{5}$  Sekunde nach Verlöschen des objektiven Lichtes tritt eine violettfarbige Helligkeit auf (das „recurrent image“), worauf konstante Dunkelheit bleibt.

Zum Schluß läßt der Verfasser eine kurze Auseinandersetzung mit C. HESS folgen, dessen erstgenannte Arbeit ihm bekannt ist. Er habe niemals komplementäre Farben unmittelbar der primären Reizung folgen sehen, wie H., der sogar das ganze Spektrum komplementär sah! Vielmehr folgte dem primären Bilde des Spektrums unmittelbar stets eine licht- und farblose Pause (vergl. *Pflügers Arch.* 29. S. 205). Die von H. beobachteten „positiven Nachbilder“ differieren von den vom Verfasser beobachteten, denn H. sah entweder schwach dieselbe Farbe oder ein farbloses Bild. Verfasser vermutet, daß die verschiedenen Versuchsmethoden diese Differenzen veranlaßt haben. Auch BOSSCHA (a. a. O. S. 35) sah sein „tertiäres Bild“ „wie in der Farbe des primären“. Es scheint dem Referenten, daß die von BIDWELL und ähnlich früher von CHARPENTIER beobachtete allgemeine Thatsache eines oszillatorischen Verlaufs der Netzhauterregung, und zwar sowohl die während wie die nach der Belichtung erfolgende, geeignet ist, die frühere einfache Annahme der verschieden hellen oder gefärbten „Nachbilder“ zu verdrängen. Dem gegenüber vermag die von HERING und HESS ein-

seitig betonte Thatsache des Auftretens eines „negativen Nachbildes“ vor dem „positiven“ nur den untergeordneten Rang einer Phase in dem oszillatorischen Gesamtverlauf zu beanspruchen. Dafs das Abklingen der primären Erregung je nach Art, Intensität und Einwirkungsdauer der Reizung von sehr verschiedener Zeitdauer sein und daher die längst bekannte negative Phase in sehr verschiedener Zeit der „positiven“, d. h. dem Abklingen der primären Erregung folgen kann, ist selbstverständlich. Unerläßlich für die weitere Erforschung der Netzhautoszillationen dürfte 1. eine genaue Zeitmessung in Verbindung mit dem Studium der verschiedenen Reizungsweisen sein, und 2. nicht minder eine Einigung über die Terminologie der einzelnen Phasen des Verlaufs. Vor allem aber wird es nötig sein, die Ergebnisse intermittierender und stationärer Reizung strenger als bisher zu scheiden. Da die erstere die zeitlich sich folgenden Erregungsstadien räumlich nebeneinanderreicht, dürfte sie für die zeitliche Zerlegung des ganzen Vorganges den Vorzug haben. (Vergl. die Deutung, die v. KRIES dem Vorgang giebt a. a. O. S. 68. MEUMANN (Leipzig).

**WILIBALD NAGEL. Vergleichend physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe mit einleitenden Betrachtungen aus der allgemeinen vergleichenden Sinnesphysiologie.** *Bibliotheca Zoologica.* Herausg. von R. LEUCKART u. C. CHUN. Heft 18. Stuttgart, 1894. 4°. 207 S. 7 Taf.

Im allgemeinen Teile (S. 1—66) behandelt der Verfasser zunächst die Phylogenese spezifischer Sinnesorgane. Indem er die Sinne nicht nach der Empfindungsqualität, sondern nach der Ursache der Empfindung, nach der Reizform bestimmt, unterscheidet er vor allem einen mechanischen, chemischen, thermischen und Lichtsinn. Er stellt ferner den Begriff des „Wechselsinnesorganes“ dem des „spezifischen Sinnesorganes“ entgegen. Als spezifische Sinnesorgane bezeichnet er solche Apparate eines lebenden Wesens, vermittelt deren nur eine bestimmte Gattung derjenigen Reize wahrgenommen wird, welche für das Wesen überhaupt wahrnehmbar sind. Wechselsinnesorgane nennt er solche, die mehreren Sinnen gleichzeitig oder wechselseitig dienen können. Der primitivste Zustand ist der, dafs überhaupt nur einerlei Art von Sinnesorganen vorhanden ist, welche sämtliche dem Tiere möglichen Sinnesfunktionen verrichtet. Diese besondere Art des Wechselsinnesorganes ist das „Universalsinnesorgan“, wie es sich vielfach bei Protozoen, z. B. bei den Amöben, findet, deren ganze Oberfläche zur Aufnahme aller überhaupt wirksamen Reizarten befähigt ist. Selbst bei mehrzelligen Tieren, welche Nerven und Sinneszellen besitzen, ist das Vorkommen von Universalsinnesorganen möglich, indem hier im Bereich der Sinneszelle ein ähnlicher Zustand der Reizbarkeit herrschen kann, wie er bei der Amöbe an der ganzen Körperoberfläche vorliegt. Auch gewissen Entwicklungsformen höherer Pflanzen und Tiere, wie den Schwärmsporen und den Spermatozoen, ferner den Leukocyten des Blutes, dürfte das Universalsinnesorgan zuzuschreiben sein.

Im Wege fortschreitender Differenzierung des Universalsinnesorganes