

Optomotorische Versuche an *Musca* mit linear polarisiertem Licht

KUNO KIRSCHFELD und WERNER REICHARDT

Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen

(Z. Naturforsch. 25 b, 228 [1970]; eingegangen am 7. Januar 1970)

In einer Reihe kürzlich veröffentlichter Arbeiten wurden strukturelle und optische Eigenschaften der Komplexaugen von Dipteren, vor allem von *Musca* aufgeklärt. Aus den Ergebnissen geht hervor, daß der Sinneszellenapparat des Komplexauges aus zwei Teilsystemen besteht, wobei das eine von den Sinneszellen Nr. 1–6, das andere von den Sinneszellen Nr. 7 und 8 gebildet wird. Das 1–6 Teilsystem ist im langwelligen Spektralbereich empfindlicher als das 7 und 8 Teilsystem; es sollte sich auf Grund der vorliegenden Ergebnisse ferner durch eine hohe Absolutempfindlichkeit bei relativ schlechter Kontrastübertragung von dem 7 und 8 Teilsystem unterscheiden (Zus. 1). Diese Unterscheidung ergibt sich zumindest dann, wenn die von einer Cartridge der Lamina ganglionaris aufgenommenen Signale superponiert werden. Wegen der speziellen Ausrichtung der Rhabdomere der Sinneszellen Nr. 1–6 würde daraus jedoch die Polarisations-Unempfindlichkeit des 1–6 Teilsystems folgen. Ob im Auge der Fliege zwei Teilsysteme mit den genannten Eigenschaften verwirklicht sind, wurde in Verhaltensexperimenten nachgeprüft. Die Untersuchungen beschränkten sich auf einen Bereich des unteren seitlichen Auges, in dem das Raster der Ommatidien besonders gut vertikal bzw. horizontal zur Hochachse des Tieres ausgerichtet ist. Von den bewegten Mustern wurden etwa 200 Ommatidien eines der Augen gereizt. Die Wendetendenzen wurden mittels eines geschwärzten Spangenglobus gemessen².

Zunächst wurde mittels bewegter, aus Polarisationsfolien bestehender „Polarisationsmuster“ nachgewiesen, daß im Auge der Fliege ein polarisationsempfindliches, optomotorisch wirksames, System vorhanden ist. Die

Analysatoren dieses Systems müssen unter etwa 45° zur Hochachse des Tieres ausgerichtet sein; ein Ergebnis, das in ähnlicher Form auch bei der Biene gefunden wurde³. – Um zu entscheiden, ob auch ein polarisationsunempfindliches System im Fliegenauge wirksam ist, wurden optomotorische Reaktionen mit Mustern aus schwarz-weißen Streifen ausgelöst. Zwischen Fliegenauge und Streifenmuster wurde eine Polarisationsfolie montiert, deren Durchlaßrichtung in verschiedenen Winkeln φ zur Vertikalen eingestellt werden konnte. Mißt man die Wendetendenz als Funktion des Winkels φ bei Weißlicht (Glühlampenlicht), so ergibt sich, daß die Reaktion im Bereich von $\varphi=0^\circ$ bis 180° einen sinusförmigen Verlauf mit einem Minimum und einem Maximum aufweist. Bei Mustern mit relativ großen räumlichen Wellenlängen ($\lambda=12^\circ$) sinkt die Reaktion im Minimum charakteristischerweise auf etwas weniger als die Hälfte des Wertes, der im Maximum erreicht wird, und zwar liegen die Minima bzw. Maxima bei Winkelwerten von $\varphi \approx \pm 45^\circ$. Werden Muster mit kleinen räumlichen Wellenlängen ($\lambda=2,8^\circ=4/3 \Delta\varphi$) verwendet, so erhält man wegen des Vorzeichens der Interferenzfunktion⁴ negative Reaktionen, die als Funktion φ ebenfalls einen sinusförmigen Verlauf mit Minima und Maxima bei $\pm 45^\circ$ aufweisen. Im Gegensatz zu den Versuchen mit großen Wellenlängen verschwindet die Reaktion jedoch im Minimum vollständig. Wird anstelle von Weißlicht nur der langwellige Teil des Spektrums (Filter OG 1) verwendet, so ist für $\lambda=12^\circ$ die Reaktion *unabhängig* von φ , während für $\lambda=2,8^\circ$ sich dasselbe Resultat wie mit Weißlicht ergibt.

Diese Ergebnisse sind zu erwarten, wenn die geforderten Eigenschaften beider Teilsysteme im Hinblick auf Kontrastübertragung, Spektral- und Polarisations-Empfindlichkeit erfüllt sind. Sie zeigen außerdem, daß sich der Unterschied in der Kontrastübertragung stärker auswirkt als der der spektralen Empfindlichkeit. Die Experimente stützen also die aus anderen Daten erschlossenen funktionellen Konsequenzen und liefern Methoden zur gezielten spezifischen Reizung beider Teilsysteme.

¹ K. KIRSCHFELD, in: *Processing of Optical Data by Organisms and by Machines*. The International School of Physics, „Enrico Fermi“. Academic Press, New York 1969.

² B. HASSENSTEIN, *Z. vergl. Physiol.* 40, 556 [1958].

³ K. KIRSCHFELD, in Vorbereitung.

⁴ K. G. GÖTZ, *Kybernetik* 2, 77 [1964].