

## Umkehrung der Bewegungs- und Objektwahrnehmung durch einen GABA-Antagonisten bei Fliegen

### Inversion of movement and object detection by a GABA-antagonist in flies

H. BÜLTHOFF, I. BÜLTHOFF

Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Spemannstraße 38, D-7400 Tübingen 1

Die optomotorischen Antworten von Fliegen auf Bewegungsreize enthalten einen richtungsspezifischen und einen richtungsunspezifischen Anteil. Der richtungsspezifische Anteil kann der Stabilisierung des Flug- oder Laufkurses dienen, da durch eine Folgebewegung die Relativgeschwindigkeit zwischen Fliege und Umwelt verringert wird. Der richtungsunspezifische Anteil dagegen kann zur Zielorientierung (Telotaxis) benutzt werden, da hier nicht die Richtung, sondern die Position des Bewegungsreizes im visuellen Feld ausgewertet wird. Einer Bewegung von vorne nach hinten (Progressiv) wird stärker gefolgt als einer Bewegung von hinten nach vorne (Regressiv), daher kann die Fliege ein einzelnes Objekt im vorderen Augenbereich fixieren. Die zur Objektsteuerung notwendige Berechnung der Position des Objektes könnte aber auch unabhängig von der Bewegungswahrnehmung durch getrennte Verarbeitungsinstanzen, z. B. Flickerdetektoren, erfolgen. Da Objekte bei stabilisierten Retinabildern nicht wahrgenommen werden können, müßte dafür mindestens eine nichtlineare Verrechnung 2. Ordnung angenommen werden. Es ist bis heute nicht klar, ob Bewegungsdetektoren eine notwendige Voraussetzung zur Positionswahrnehmung und damit zur Fixation sind.

In der Lobula Platte der Fliege *Calliphora erythrocephala* befinden sich bewegungsempfindliche Interneurone. Die Richtungsspezifität dieser Neurone kann durch Pikrotoxinin (Antagonist des inhibitorischen Neurotransmitters GABA) aufgehoben und sogar kurzfristig invertiert werden (Bülthoff H et al. 1984: Verh Dtsch Zool Ges 77, 276). Die Umkehrung der Richtungsspezifität konnte auch im Verhalten an fixiert laufenden *Drosophila melanogaster* beobachtet werden. Durch Pikrotoxinin wird aber nicht nur die richtungsspezifische optomotorische Komponente invertiert, sondern auch die richtungsunspezifische. Dies läßt sich an fixiert laufenden und fliegenden *Drosophila* zeigen, die nach Pikrotoxinin-Injektion regressive Bewegung stärker beantworten als progressive. Diese Umkehrung der *Prog/Reg-Antwort* müßte sich im geschlossenen Regelkreis in einer Antifixation eines Objektes zeigen, wenn die Fixation auf einer Asymmetrie in der Bewegungswahrnehmung beruht. Fixiert fliegende *Drosophila* zeigen in der Tat nach Pikrotoxinin-Applikation eine Antifixation eines Streifens, wenn die Position des Streifens im geschlossenen Regelkreis von der Fliege kontrolliert werden kann. Die Modifikation der Bewegungsdetektoren in der Fliege durch Pikrotoxinin bewirkt also auch eine Modifikation der Fixationsreaktion, was mit der auf Bewegungsdetektoren basierenden Fixationstheorie übereinstimmt. Eine Umkehrung der Fixation durch pharmakologische Beeinflussung von Flickerdetektoren ist dagegen nicht unmittelbar einsichtig.

Die Aufhebung der Richtungsspezifität durch Pikrotoxinin läßt sich gut mit Bewegungsdetektormodellen in Übereinstimmung bringen, die auf einer inhibitorischen Interaktion beruhen. Pikrotoxinin hebt diese Inhibition auf, wodurch die Antwort des Detektors auf eine Bewegung in Null-Richtung nicht mehr unterdrückt werden kann. In der Fliege könnte demnach ein Bewegungsdetektor von der Art des Torre-Poggio-Modells (Torre V, Poggio T 1978: Proc R Soc Lond B 202, 409) realisiert sein. Die Umkehrung der Richtungsspezifität und damit auch die Umkehrung der Fixation ist dagegen keine Eigenschaft dieses inhibitorischen Modells. Sie könnte durch eine unphysiologisch hohe Erregung nachgeschalteter Neurone erklärt werden. Extrazelluläre Ableitungen solcher Neurone zeigen, daß bei Reizung in Vorzugsrichtung vorübergehend die Spikeamplitude durch zu hohe Spikefrequenz zusammenbricht, während in Nullrichtung bei etwas geringerer Spikefrequenz die Amplitude konstant bleibt. Erste Ergebnisse mit Deoxyglucose-Markierung richtungsspezifischer Schichten in der Lobula-Platte von *Drosophila* unterstützen die verhaltens- und elektrophysiologischen Befunde, da die Progressiv-Schicht nach Pikrotoxinin weniger stark markiert ist bzw. fehlt.