

**Körperhaltung, Kopfstellung und Blickbewegungen bei der Fruchtfliege  
*Drosophila melanogaster***

**Body posture, head posture and gaze movements in the fruitfly**

*Drosophila melanogaster*

R. HENGSTENBERG, Max-Planck-Institut f. biologische Kybernetik,  
D-7400 Tübingen

Die Fruchtfliege *Drosophila* hat in Stand und Lauf auf ebenem Grund eine bevorzugte Körperhaltung, wobei die Sagittalebene der Fliege senkrecht steht und die Körperachse etwas aufgerichtet ist ( $BP=15,0^\circ \pm 4,2^\circ SD$ ,  $n=167$ ). Im schnellen Streckenflug ist die Körperhaltung ganz ähnlich, aber mit abnehmender Fluggeschwindigkeit bis zum Schwebflug wird die Körperachse immer steiler aufgerichtet (David CT 1978: *Physiol Entomol* 3, 1991); im Mittel ist  $BP=45,5 \pm 13,0 SD$ ,  $n=1903$ ; Götz KG unveröffentlicht. Die Flughaltung beeinflusst auch die Orientierung des Kopfes und somit die Ausrichtung der Augen an die Umgebung.

*Drosophila* kann ihren Kopf um alle drei Körperachsen drehen: Gieren  $\pm 25^\circ$ , Nicken  $\pm 35^\circ$  und Rollen  $\pm 120^\circ$ . Im Stand hält die Fliege den Kopf meist ruhig, für Gieren und Rollen symmetrisch zum Rumpf und in Nickrichtung dicht am oberen Ende des Bewegungsbereichs. In Lauf und Flug wird der Kopf ständig in verschiedenen Richtungen hin und her bewegt, oft gleichzeitig mit Steuerbewegungen der Flügel und Hinterbeine. Im Flug neigt *Drosophila* ihren Kopf im Mittel deutlich nach unten ( $HP=23,0 \pm 7,5 SD$ ,  $n=56$ ). Dadurch wird die steilere Flughaltung größtenteils ausgeglichen und die Augen bleiben fast wie im Stand auf die Umwelt ausgerichtet. Zur Zeit ist noch nicht bekannt, ob *Drosophila* die Kopfneigung nach der mutmaßlichen Fluggeschwindigkeit und der damit verbundenen momentanen Körperhaltung steuert. Dies könnte endogen nach der abgegebenen Flugleistung oder reflektorisch nach der Anströmungsgeschwindigkeit der Antennen geschehen.

Im ortsfesten Flug reagieren Fliegen nicht auf ihre Orientierung im Schwerfeld (Hengstenberg R, Bayer N 1988: *Verh Dtsch Zool Ges* 81, 203). Deshalb kann *Drosophila* in beliebigen Orientierungen im Zentrum eines Streifenzyinders aufgehängt werden, um die Fliege mit großflächigen Musterbewegungen in verschiedenen subjektiven Richtungen zu reizen. Wenn ein Streifenmuster  $\lambda=24^\circ$ ,  $I=300 \text{ cd/m}^2$ ,  $m=0,95$ ) mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ( $w_p=24^\circ/\text{s}$ ) um  $\pm 120^\circ$  hin und her bewegt wird, dreht *Drosophila* den Kopf in gleicher Richtung und verringert so die Schlupfgeschwindigkeit des retinalen Bildes. Die Reaktionsstärke wird als Geschwindigkeitsverstärkung ( $G=w_h/w_p$ ) gemessen während die Fliege den Kopf durch seine Neutralstellung dreht. Auf diese Weise werden Sättigungs-nichtlinearitäten der Halsmechanik und reflektorische Rückwirkungen von Kopfstellungs-Sinnesorganen vermieden.

Im Gegensatz zu *Calliphora* (Hengstenberg R et al 1986: *Proc Roy Soc B* 227, 455) reagiert *Drosophila* im Stand sehr stark auf Musterbewegungen in allen drei Hauptrichtungen; Gieren:  $G_y=0,75 \pm 0,11 SD$ , Nicken:  $G_p=0,83 \pm 0,05 SD$ , Rollen  $G_r=0,82 \pm 0,06 SD$ . Im Flug sind die entsprechenden Reaktionen ebenfalls deutlich, aber ca. 20% kleiner, eventuell durch die Überlagerung von spontanen Kopfbewegungen; Gieren:  $G_y=0,73 \pm 0,05 SD$ , Nicken:  $G_p=0,65 \pm 0,08 SD$ , Rollen  $G_r=0,58 \pm 0,05 SD$ . Auf die hier verwendeten Reize reagieren *Drosophila*-Männchen und -Weibchen genau gleich und die Reaktionen der Wildtyp-Stämme Berlin, Oregon R und Canton S sind ebenfalls ununterscheidbar.

Die hier für *Drosophila* erstmals beschriebenen kompensatorischen Kopfbewegungen bewirken eine Drehstabilisierung der Augen relativ zur Umwelt. Dadurch werden verschiedene Arten von Sehstörungen gleichzeitig verhindert oder verringert: (1) Bewegungsunschärfe des retinalen Bildes, besonders für feine räumliche Details; (2) Abbildung von Sehdingen auf ungeeignete Retinabereiche und (3) falsche Orientierung von Sehdingen relativ zum retinalen Koordinatensystem. Außerdem erlaubt eine Drehstabilisierung der Augen womöglich weitergehende Auswertungen des retinalen Bildflusses; z. B. Entfernungswahrnehmung durch Bewegungsparallaxe.