

In: N.Elsner, W. Rathmayer(eds)
Sensomotorik- Identifizierte Neurone
Proc. 14th, Neurobiology Conference, Göttingen
G. Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1986

116

58

DIE HALTEREN VON *CALLIPHORA* ALS DREHSINNESORGAN

GERBERA NALBACH, ROLAND HENGSTENBERG
Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik Spemannstr. 38
D - 72076 Tübingen

Calliphora stabilisiert ihre Raumorientierung im Flug u.a. mithilfe der Halteren.

Der Verlust nur einer Haltere beeinträchtigt das Flugvermögen kaum. Werden jedoch die Endknöpfchen beider Halteren abgeschnitten, so ist ein stabiler Flug nicht mehr möglich. Im ortsfesten Flug gedrehte Fliegen zeigen kompensatorische Flügelreaktionen (Faust R 1952: Zool Jb Abt Allg Zool Physiol 63, 325) und Kopfdrehreaktionen für alle drei Hauptdrehachsen.

Diese Reaktionen werden visuell und mechanisch ausgelöst. Die Halterenkomponente zeichnet sich durch kurze Latenzen (<10 ms für Kopfreaktion) und Sensitivität für hohe Geschwindigkeiten aus.

Der aus Videofilmen rekonstruierte Bewegungsablauf der Haltere wurde der Berechnung der am Halterenendknöpfchen wirkenden Kraft zugrundegelegt.

Diese Kraft hat drei Raumkomponenten (Radial-, Tangential- und Querkraft) und ist aus 7 Termen zusammengesetzt. Die Gravitation ($F = 6,4 \cdot 10^{-8}$ N) wirkt immer.

Primäre Tangentialkraft und primäre Zentrifugalkraft sind Trägheitskräfte ($F \leq 6,1 \cdot 10^{-6}$ N), die allein durch die Halterenschwingung verursacht werden. Von den übrigen 4 rotationsabhängigen Termen sind 2 Terme von der Winkelgeschwindigkeit ω abhängig: Die Corioliskraft ($F^{\text{cor}} \leq 1,5 \cdot 10^{-8}$ N) und die zu vernachlässigende sekundäre Zentrifugalkraft ($F \leq 1,2 \cdot 10^{-11}$ N) (jeweils für $\omega = 100^\circ/\text{s}$). Die beschleunigungsabhängigen Terme (Rotation ω bzw. Translation) sind meist sehr klein: Bei einem mit der Frequenz ν sinusförmig modulierten Drehreiz beliebiger Amplitude ist das Verhältnis der maximalen drehbeschleunigungsabhängigen Kraft zur maximalen Corioliskraft $F(\omega)/F^{\text{cor}} = 0.003\nu[\text{Hz}]$ normalerweise klein. Somit basieren alle bislang beobachteten Reaktionen auf einer Geschwindigkeitsmessung der Fliege. Beschleunigungsabhängige Kräfte sind wichtig im Fall "schneller Oszillationen" (mit Flügelschlagfrequenz $\nu = 127$ Hz), die im Freiflug von der Fliege selbst erzeugt werden können.

Die Corioliskraft liefert für konstante Rotation um die Halteren-Yaw- oder - Pitch-Achse Querkraftsignale mit doppelter bzw. einfacher Flügelschlagfrequenz, für Halteren-Roll ist sie eine Radialkraft.

Dreht man einhalterige Fliegen um die Rollachse (senkrecht zur Schlagebene) der

verbliebenen Haltere, so zeigen. sie auch bei höchsten Drehgeschwindigkeiten keine Kopfdrehreaktionen. Die in der Radialkraft enthaltene Information wird also - zumindest für die Kopfreaktion - nicht ausgenutzt. Dieses Experiment bestätigt erstmals Pringle's Hypothese (Pringle JWS 1957: Insect Flight, Cambridge Univ Press), daß nur Querkraftinformation ausgewertet wird und daß eine vollständige Bestimmung der Fliegenrotation nur durch bilaterale Verrechnung erfolgen kann. Weitere Experimente müssen klären, wieso einhalterige Fliegen mit diesem gravierenden Defekt so gut fertig werden.