

Pressediens t Wissenschaft

Herausgegeben von der Kommunikations- und Informationsstelle der Freien Universität Berlin

Kaiserswerther Strasse 16-18, 14195 Berlin, E-Mail: kommunikationsstelle@fu-berlin.de, Internet: www.fu-berlin.de/presse
Verantwortlich für diese Ausgabe: Ilka Seer, Tel.: 030 / 838-73182, E-Mail: pdw@zedat.fu-berlin.de

PDW xx/2007

xx. Mai 2007

Haben Taufliegen einen freien Willen?

Wissenschaftler messen Spontaneität bei *Drosophila melanogaster*

Es gibt einen freien Willen und echte Spontaneität – zumindest bei Taufliegen. Das berichten Wissenschaftler in der neuesten Ausgabe der „open-access“-Fachzeitschrift PLoS One, die am Mittwoch, dem 16. Mai 2007, erscheint. „Tiere, insbesondere Insekten gelten gemeinhin als komplexe Roboter, die eigentlich nur auf Umweltreize reagieren“, sagt Björn Brembs, Neurobiologe an der Freien Universität Berlin und Co-Autor der Studie. Tiere und Insekten werden als Input-Output-Systeme angesehen: „Wenn Wissenschaftler beobachten, dass Tiere auf die gleichen Umweltreize unterschiedlich reagieren, nehmen sie automatisch an, dass es sich dabei um zufällige Fehler in einem komplexen Gehirn handelt“, sagt Björn Brembs. In einer Kombination von automatisierter Verhaltensmessung und neusten, mathematischen Analyse-Methoden hat ein internationales, interdisziplinäres Forscherteam jetzt zum ersten Mal zeigen können, dass sich unterschiedliche Reaktionen nicht auf Zufallseignisse zurückführen lassen, sondern spontan vom Gehirn erzeugt werden.

Die Ergebnisse überraschten den Informatiker Alexander Maye von der Universität Hamburg: „Ich hätte nie erwartet, dass die kleinen Fliegen, die häufig gegen eine Fensterscheibe fliegen, echte Spontaneität zeigen können, wenn man sie genau beobachtet.“

Die Wissenschaftler um Björn Brembs fixierten Taufliegen der Art *Drosophila melanogaster* mit kleinen Häkchen an einem empfindlichen Messgerät, dem sogenannten Drehmoment-Kompensator. Um die Fliegen herum herrschte einförmige, weiße Beleuchtung, sodass die Tiere keinerlei visuelle Eindrücke wahrnehmen konnten. Das Messgerät maß die Versuche der stationär fliegenden *Drosophilae*, um die eigene Körperhochachse zu rotieren („Gierungs-Drehmoment“). Die Hakenbefestigung sorgte jedoch dafür, dass sich die Fliegen nicht bewegen konnten; es war ihnen lediglich möglich, mit den Flügeln zu schlagen.

Nach der gängigen Input-Output Hypothese, sollten die Fliegen ohne Input, ähnlich einem Radio ohne funktionierende Antenne, lediglich Rauschen als Output produzieren. Daher gingen die For-



scher davon aus, dass das Rotationsverhalten der Fliegen in diesem gefangenen Zustand einem zufälligen Rauschen ähneln würde – wie bei dem Radio ohne Empfang. Die mathematische Analyse ergab jedoch, dass das Verhalten der Fliegen keineswegs dem Phänomen des Radorauschens glich. Das Team testete nun eine ganze Reihe von komplexen stochastischen Computer-Modellen, doch kein einziges ähnelte dem Verhalten der Fliegen. Sie wollten herausfinden, ob das Verhalten der Tauflieden rein zufällig zustande kam oder doch vorbestimmt, gar beabsichtigt war.

Erst nachdem das Verhalten mit einer neuen Methode untersucht wurde, die kurz zuvor von den beiden Ökologen George Sugihara und Hsieh Chih-hao von der Scripps Institution of Oceanography in San Diego entwickelt worden war, kam der Durchbruch bei der Suche nach den Ursachen für die seltsame Spontaneität bei Fliegen. Die rechenintensive sog. „S-Map Procedure“ detektierte eine nichtlineare Signatur im Fliegenverhalten. Eine solche Signatur findet sich nur in Systemen, deren unvorhersehbares Verhalten systemimmanent ist und nicht durch Rauschen hervorgerufen wird.

„Die Ergebnisse unserer Analyse deuten auf eine Gehirnfunktion hin, die im Laufe der Evolution entstanden ist, um Verhalten immer wieder spontan abzuwandeln“, meint George Sugihara. „Wie es aussieht, gibt es diesen Mechanismus bei vielen Tieren, und es könnte sogar sein, dass er die Grundlage dafür darstellt, was uns den Eindruck von freiem Willen vermittelt.“

Björn Brembs von der Freien Universität Berlin fügt hinzu: „Unser subjektives Erleben von ‚freiem Willen‘ ist eigentlich ein Widerspruch in sich: Wäre unser Verhalten rein zufällig, wäre es nicht unser Wille – und wäre es bestimmt, wäre es nicht frei.“ Wenn es also einen freien Willen gäbe, dann in dem Bereich, der zwischen Zufall und Notwendigkeit liegt – und genau dort findet man auch das Fliegenverhalten: „Es scheint, als sei die Frage, ob wir einen freien Willen haben, falsch gestellt,“ meint der 36-Jährige. „Wenn man fragt, wie weit wir von freiem Willen entfernt sind, dann findet man, dass sich genau darin Mensch und Fliege unterscheiden.“ Menschen mögen vielleicht keinen freien Willen im philosophischen Sinne besitzen, biologisch jedoch haben bereits Fliegen für jede Situation eine Vielzahl von Handlungsoptionen, zwischen denen sie entscheiden müssen. Menschen besitzen derer noch viele mehr.

Die nächste Stufe in dieser Forschung wird sein, die neuronalen Netzwerke im Gehirn zu finden und zu verstehen, die das Spontanverhalten der Fliege generieren. Die Ergebnisse dieser Studien könnten direkt zur Entwicklung von einer neuen Klasse von spon-

tanen Robotern führen oder bei der Bekämpfung von Krankheiten helfen, die beim Menschen durch Reduktion von spontaner Variabilität im Verhalten gekennzeichnet sind, wie z.B. Depression, Schizophrenie, oder Zwangsneurosen.

Literatur:

Maye, A.; Hsieh, C.; Sugihara, G. and Brembs, B. (2007): Order in spontaneous behavior. PLoS One vom 16. Mai 2007.

<http://www.plosone.org/doi/pone.0000443>

Weitere Informationen:

Eine englische Multimedia-Version der Forschungen mit Video und Illustrationen im Internet unter <http://brembs.net/spontaneous>.

Kontakt:

Björn Brembs, Institut für Neurobiologie der Freien Universität Berlin,

Telefon: 030 / 838-55050, Mobil: 0170 / 247 20 26, E-Mail:

brembs@zedat.fu-berlin.de

Manuscript abstract:

Brains are usually described as input/output systems: they transform sensory input into motor output. However, the motor output of brains (behavior) is notoriously variable, even under identical sensory conditions. The question of whether this behavioral variability merely reflects residual deviations due to extrinsic random noise in such otherwise deterministic systems or an intrinsic, adaptive indeterminacy trait is central for the basic understanding of brain function. Instead of random noise, we find a fractal order (resembling Lévy flights) in the temporal structure of spontaneous flight maneuvers in tethered *Drosophila* fruit flies. Lévy-like probabilistic behavior patterns are evolutionarily conserved, suggesting a general neural mechanism underlying spontaneous behavior. *Drosophila* can produce these patterns endogenously, without any external cues. Such behavior is controlled by brain circuits which operate as a nonlinear system with unstable dynamics far from equilibrium. These findings suggest that both general models of brain function and autonomous agents ought to include biologically relevant nonlinear, endogenous behavior-initiating mechanisms if they strive to realistically simulate biological brains or out-compete other agents.