Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 66 (1977)

Heft: 2

Artikel: Die Eroberung des Luftraumes durch die Insekten

Autor: Meyer, Dietrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308549

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Eroberung des Luftraumes durch die Insekten

von DIETRICH MEYER,
Zoologisches Institut der Universität Freiburg

Wir wissen sehr wenig über die Frühgeschichte der geflügelten Insekten. Die ältesten fossilen Insektenfunde des mittleren Devons (370 Millionen Jahre vor unserer Zeit) sind ungeflügelt. Die ersten geflügelten Formen stammen aus dem Karbon und sind gleich 70 Millionen Jahre jünger. Der Flügelbildung nach zu urteilen, waren diese Individuen voll flugtüchtig. Die entscheidenden Zwischenstufen fehlen jedoch bis heute (GRASSÉ, 1965). Man ist gezwungen, Überlegungen auf Grund der allgemeinen Kenntnisse der modernen Evolutionstheorie (DODSON and DODSON, 1976) anzustellen, in der Hoffnung, daß diese später durch neue Fossilfunde bestätigt werden.

Die erwähnten ältesten Insektenfossilien sind morphologisch einigen rezenten Apterygoten überraschend ähnlich. Es ist deshalb zu vermuten, daß es seit der erfolgreichen Besetzung der ökologischen Nischen im feuchten Boden des Festlandes durch diese primitiven Formen keine großen Veränderungen ihrer Umwelt gegeben hat, und daß sich keine neuen Organismen entwickelten, welche die Apterygoten erfolgreich aus der Nische hätten verdrängen können. Eine Konkurrenz durch modernere Arten lag offenbar nicht vor. Das heißt nun nicht, daß die Apterygoten nach erfolgreicher Adaptation an ihre Umwelt keine phylogenetischen Entwicklungen oder Artbildungsprozesse mehr durchmachten. Vielmehr wirkte wahrscheinlich nach der erfolgreichen Besetzung aller freien Plätze in den ökologischen Nischen starke Kompetition innerhalb der Arten. Dies führte zur Abdrängung einzelner Individuen in Stellen mit extremeren Bedingungen und zu einer Anpassung an diese durch Selektion: Allmählich wurde der feuchte Boden verlassen. Die Entwicklung einer wasserundurchlässigen Cuticula, einer Atmungstechnik mit geringem Wasserverlust, sowie der Fähigkeit, Wasser zu speichern, war wohl die Voraussetzung für die eigentliche Eroberung des Festlandes. Fossile Belege für diesen entscheidenden Vorgang sind nicht bekannt; diese würden möglicherweise große Ähnlichkeit mit den Schaben aufweisen, aber flügellos sein. Die Schaben sind schon im Karbon nachweisbar und zeigen einige primitive Merkmale.

Es ist unmöglich, sich auf Grund der Evolutionstheorie die Entstehung des Flügels anders als über Zwischenstufen vorzustellen. Man denkt dabei besonders an starre Tragflächen für passives Gleiten oder für die Windverfrachtung. Der Selektionsdurck müßte also zunächst den passiven Flug begünstigt haben. Wo aber lag für Gleiter damals der Selektionsvorteil? Die rasche Flucht vor insektenfressenden Amphibien, Skorpionen oder Insekten, die Überwindung geographischer Hindernisse bei innerartlicher Kompetition um Platz und Futter mögen das Gleiten begünstigt haben. Der aktive, gesteuerte Flug als Endprodukt eines Selektionsdruckes, der über Jahrmillionen hinweg wirksam gewesen war, brachte jedenfalls gleich zwei wichtige Vorteile: 1) Das eigentliche "Ziel" der Selektion, die Anpassung an die feindliche Umwelt, war erreicht, 2) die Fähigkeit des aktiven Fluges führte *ganz allgemein* zu einer größeren Unabhängigkeit von der Umwelt; denn sie brachte auch Vorteile, auf die gar nicht selektioniert worden war. Flieger konnten Meere und Bergketten überwinden oder abgelegene Standorte besiedeln; viele unbesetzte Stellen in verschiedenen ökologischen Nischen taten sich auf. Sie konnten aber auch die zwar der bisherigen Umwelt

angepaßten flugunfähigen Insekten allmählich aus deren ökologischen Nischen verdrängen. Das phylogenetische Ergebnis ist die sogenannte *adaptive Radiation* der Fluginsekten. Fossilien zeugen vom Auftreten einer ganzen Reihe von seither ausgestorbenen und rezenten Insektenordnungen im gleichen geologischen Zeitalter, dem Perm. Heute wird das Festland der Erde von etwa 700 000 Arten von Fluginsekten bevölkert.

Die obigen Überlegungen beruhen auf der Evolutionstheorie. Wie gut ist diese aber eigentlich gesichert? Die zu beobachtende Anpassung einiger rezenter Fluginsekten an spezielle Umweltsbedingungen liefert Beispiele dafür, wie weit die Evolutionstheorie einer genaueren Untersuchung standhält:

1. Bei einigen rezenten, flügellosen Insektenarten kann aus ihren Verwandtschaftsbeziehungen geschlossen werden, daß sie sich aus geflügelten Vorfahren entwickelt haben. Der Verlust des umweltbeherrschenden Vorteils der Flügel ist nach der Evolutionstheorie nur zu verstehen, wenn außerordentliche Umweltsbedingungen gegen die Flugfähigkeit selektionieren. Daß es solche Selektion geben kann, wird am Beispiel der Vogelparasiten und der ungeflügelten Dipteren auf den sturmreichen Kerguelen-Inseln deutlich. In beiden Fällen würden flugfähige Individuen mit dem Wind von einem sicheren Ort in eine ungeeignete Umwelt verfrachtet werden. Oft bedeutet der Verlust einer Organfunktion gleichzeitig den Gewinn einer neuen. So kann gezeigt werden, daß bei den Dipteren an die Stelle der Hinterflügel Sinnesorgane für Flugstabilität, die Halteren, getreten sind (RAINEY, 1976).

2. Ausgehend von der Frage: Sind die Farben der Schmetterlingsflügel Luxus oder Notwendigkeit? wird versucht zu zeigen, daß jedes häufig auftretende Merkmal der Umwelt angepaßt ist. Auch die Farben der Schmetterlinge verraten bei genauer Untersuchung jeweils ihre Nützlichkeit: Sie warnen, täuschen, informieren, locken, schützen zum Vorteil des Trägers oder dessen Nachkommen (WICKLER, 1973). Ein bekanntes Beispiel liefert in diesem Zusammenhang der sogenannte Industriemelanismus der Birkenspanner Großbritanniens.

3. Bis 1976 galt die Tatsache der Bildung von Arbeiterinnenkasten bei Hautflüglern geradezu als Argument *gegen* die Evolutionslehre: Die Arbeiterinnen sind Altruisten, die sich nicht fortpflanzen. Träger der Gene für "Altruismus" müßten demnach aussterben. Aber die Überlegung zeigt, daß der altruistische Akt in der Selektion den Handelnden so lange bevorteilt, als der Vorteil für den genetisch verwandten Empfänger größer ist als das Opfer des Altruisten (TRIVERS und HARE, 1976). Das Junge ist der Beitrag elterlicher Gene an die nächste Generation. Natürliche Selektion bevorzugt Individuen, die ihren Gen-Beitrag für zukünftige Generationen maximieren. Da auch Blutsverwandte Träger der eigenen Gene sind, kann Selektion Altruismus unter Verwandten begünstigen. Bienenarbeiterinnen haben mit den Schwestern, die sie aufziehen, 75 % aller Gene gemeinsam. Hätten sie stattdessen eigene Töchter, so wäre die genetische Verwandtschaft nur 50 %. Der Unterschied erklärt sich bei den Hautflüglern durch eine genetische Besonderheit, den jungfräulich entstandenen, mit einem statt 2 Gensätzen versehenen Männchen. Der Beitrag der Bienenkönigin von Genen an die nächste Generation wird maximiert, wenn neben Geschlechtstieren auch Arbeiterinnen entstehen. Aus den genetischen Verwandtschaftsverhältnissen wiederum geht hervor, daß der genetische Beitrag der Arbeiterinnen an die nächste Generation maximiert wird, wenn statt eigener Töchter Schwestern aufgezogen werden. Die Selektion begünstigt somit in dieser Tiergruppe Altruismus.

Jede Art ist dauernd dem Prozeß der Anpassung an ihre sich stets wandelnde Umwelt unterworfen. Der Mensch ist durch seine Intelligenz und andere Merkmale, ähnlich wie das Insekt durch seine Flügel, von der Umwelt unabhängiger geworden. Er steht somit am Anfang einer adaptiven Radiation, er verdrängt Tiger, Otter und Beutelwolf aus ihren ökologischen Nischen. Die Evolution seiner Werkzeuge ist dank der Schnelligkeit der Denkprozesse sehr viel rascher geworden als jede genetische Evolution (MONOD, 1975). Für eine genetische Adaptation einer großen Zahl von lebenden Arten dieser Erde an die vom Menschen rasch veränderte Umwelt steht deshalb voraussichtlich nicht genügend Zeit zur Verfügung; sie werden wohl unwiderruflich aussterben.

Einführende Literatur

DODSON, E., and DODSON, P.: Evolution, process and product. Van Nostrand: New York 1976.

GRASSÉ, P.: Traité de zoologie. Tome *IX:* Insectes. Masson: Paris 1965.

MONOD, J.: Zufall und Notwendigkeit. dtv: München 1975.

RAINEY, R.: Insect flight. Blackwell Scientific Publications: London 1976.

TRIVERS, R., und HARE, H.: Haplodiploidy and the evolution of the social insects. Science *191,* 249–263 (1976).

WICKLER, W.: Mimikry. Fischer Taschenbuch: Frankfurt 1973.