UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456

Medieninformation

Sauerstoff bestimmt offenbar nicht die Körpergröße von Insekten: Nature-Studie mit Beteiligung der Universität Greifswald widerlegt langjährige Annahme

Universität Greifswald, 07.04.2026

Riesige libellenartige Insekten mit Flügelspannweiten von bis zu 70 Zentimetern, die vor 300 Millionen Jahren lebten, faszinieren Forschende seit Jahrzehnten. Sie gingen der Frage nach, wie solche Giganten überhaupt fliegen konnten. Eine neue Studie, an der auch die Universität Greifswald beteiligt ist, stellt nun eine langjährige Erklärung infrage: den Einfluss eines besonders hohen Sauerstoffgehalts der Atmosphäre während des Erdzeitalters Karbon.

Als riesige Insekten wie Meganisoptera lebten, sah die Erde grundlegend anders aus: In den äquatorialen Regionen des Superkontinents Pangäa breiteten sich weite Kohlesumpfwälder aus und der hohe Sauerstoffgehalt der Atmosphäre ließ Waldbrände häufig lodern. In den Gewässern wimmelte es von Fischen, während Amphibien und kriechende Gliederfüßer das Land dominierten. Über diesen Lebensräumen beherrschten riesige fliegende Insekten den Himmel - von eintagsfliegenähnlichen Arten mit Flügelspannweiten bis zu 45?Zentimetern bis zu den gewaltigen Meganisoptera, den sogenannten "Griffinflies", mit bis zu 70?Zentimetern. Fossile Abdrücke dieser Giganten wurden bereits vor fast einem Jahrhundert in Kansas entdeckt.

Die seit den 1960er Jahren verbreitete Annahme, gigantische Insekten seien nur aufgrund des damals etwa 45 Prozent höheren Sauerstoffgehalts der Atmosphäre möglich gewesen, wird durch eine Untersuchung von Dr. Antoinette Lensink und Dr. Chris Weldon von der Universität Pretoria sowie Dr. Roger Seymour von der Universität Adelaide widerlegt. Prof. Dr. Philipp Lehmann vom Zoologischen Institut und Museum der Universität Greifswald trägt als vergleichender Physiologe maßgeblich zur Analyse der Insektenflugmuskeln bei. Die Publikation erschien kürzlich in der Fachzeitschrift Nature.

Neue Daten stellen Annahme infrage
Seit den 1960er Jahren gingen Wissenschaftler*innen davon aus, dass solche Größen heute unmöglich wären. Grundlage war das Insekten-Tracheensystem: Sauerstoff gelangt über ein verzweigtes Netzwerk von Röhren direkt in die Flugmuskulatur. Größere Körper und höherer Energiebedarf schienen daher nur bei deutlich höherem Sauerstoffgehalt möglich.

In den 1980er Jahren erhärteten geochemische Methoden diese Theorie weiter: Die Rekonstruktion der prähistorischen Gaszusammensetzung zeigte einen deutlich höheren Sauerstoffgehalt vor 300 Millionen Jahren - passend zu den Fossilien riesiger Insekten. Dies galt lange als plausible Erklärung.

Die neue Untersuchung zeigt jedoch, dass Insekten ihren Sauerstoffbedarf flexibel über das Tracheensystem regulieren können. Mithilfe von Hochleistungs-Elektronenmikroskopie analysierte das Team, wie Tracheolen - die feinsten Verzweigungen des Tracheensystems - die Flugmuskeln unterschiedlicher Insektenarten versorgen. Das Ergebnis: Tracheolen nehmen nur etwa ein Prozent oder weniger des Muskelvolumens ein - selbst bei den gigantischen fossilen Arten. Dies deutet darauf hin, dass Insekten auch bei unterschiedlichen atmosphärischen Sauerstoffkonzentrationen ausreichend versorgt werden könnten, indem sie

die Anzahl der Tracheolen anpassen.

Dr. Edward Snelling von der University of Pretoria, der Erstautor der Studie, betont: "Wenn der Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre tatsächlich eine Obergrenze für die maximale Körpergröße von Insekten darstellt, dann müsste es Anzeichen für einen Ausgleich auf der Ebene der Tracheolen geben." Bei größeren Insekten gebe es zwar einen gewissen Ausgleich, dieser sei jedoch insgesamt vernachlässigbar.

Sein Kollege Dr. Roger Seymour von der University of Adelaide ergänzt: "Kapillaren im Herzmuskel von Vögeln und Säugetieren nehmen etwa zehnmal so viel relativen Raum ein wie Tracheolen im Flugmuskel von Insekten." Dies spreche für ein großes evolutionäres Potenzial, die Anzahl der Tracheolen zu erhöhen, falls der Sauerstofftransport die Körpergröße begrenzen würde. Auch mögliche Einschränkungen des Sauerstoffflusses könnten laut Snelling durch eine verstärkte Ausbildung von Tracheolen kompensiert werden.

Grundlagenforschung an der Universität Greifswald
Prof. Dr. Philipp Lehmann aus Greifswald ordnete die Daten nach Flugmuskeltypen und flugphysiologischen Parametern. Er zeigt sich "überrascht, dass die Muster über so große phylogenetische und physiologische Unterschiede hinweg bestehen" und betont, dass es "sehr lohnend war, grundlegende biologische Erkenntnisse zu gewinnen, die lang gehegte Annahmen über die Körpergröße von Insekten in Frage stellen". Lehmann bezeichnet die Veröffentlichung der Ergebnisse in *Nature* als wichtigen Meilenstein: "Es ist spannend, diese Erkenntnisse, die das Ergebnis von über fünf Jahren Arbeit sind, endlich in einer renommierten Fachzeitschrift wie *Nature* zu veröffentlichen." Er hofft, in den kommenden Jahren im Rahmen neuer Projekte weiter an diesen Fragestellungen arbeiten zu können.

Die Forschenden kommen zu dem Schluss, dass Sauerstoff und der Transport über das Tracheensystem die Körpergröße von Insekten offenbar nicht begrenzen. Das bedeute jedoch nicht, dass dies nicht bedeutet, dass Insekten von der Größe kleiner Flugzeuge existieren könnten. Andere Faktoren wie Prädation durch kleine Wirbeltiere oder mechanische Grenzen des Exoskeletts dürften die maximale Größe bestimmen.

Weitere Informationen
Snelling, E. P.; Lensink, A. V.; Clusella-Trullas, S.; Weldon, C.; Lehmann, P.; Terblanche, J. S.; Payne, N. L.; Harrison, J. F.; Hickey, A. J. R.; Donaldson, A.; Deschodt, C. M.; Seymour, R.: Oxygen supply through the tracheolar-muscle system does not constrain insect gigantism. Nature (2026). https://doi.org/10.1038/s41586-026-10291-3

Die Studie wurde im Fachjournal Nature veröffentlicht.

Ansprechpartner an der Universität Greifswald
Prof. Dr. Philipp Lehmann
Zoologisches Institut und Museum
Felix-Hausdorff-Straße 1, 17489 Greifswald
Telefon +49 3834 420 4290
philipp.lehmann obscureAddMid() uni-greifswald obscureAddEnd() de