



PRESSEMITTEILUNG – Naturkundemuseum Stuttgart

Flügelmerkmale bei ursprünglichen Insekten entschlüsselt. **Eintagsfliegen geben neue Einblicke in die Evolution der Fluginsekten.**

Stuttgart, 23.11.2023. Eintagsfliegen sind ursprüngliche Insekten, die eine Eigenschaft besitzen, die sie von allen anderen Fluginsekten unterscheidet: Aus deren Larven schlüpft ein geflügeltes Zwischenstadium des Tieres, die so genannte Subimago, das noch nicht fortpflanzungsfähig ist und das sich nach kurzer Zeit samt seiner Flügel erneut zum erwachsenen Insekt häutet. Einem internationalen Team um Dr. Arnold Staniczek, Insektenspezialist am Naturkundemuseum Stuttgart, ist es nun mit modernen Technologien gelungen, einen wesentlichen Mechanismus bei dieser so genannten „Subimaginalhäutung“ zu entschlüsseln. Flügel von Eintagsfliegen sind durch Flügeladern verstärkt, die in manchen Bereichen blasenförmige Schwachstellen aufweisen, so genannte „Bullae“. Die nun durchgeführten Untersuchungen wiesen nach, dass diese Schwachstellen in den Flügeln von Eintagsfliegen nicht wie bisher angenommen eine Rolle beim Flug spielen, sondern entscheidend für die Häutung zum erwachsenen Fluginsekt sind. Die Ergebnisse lieferten dadurch auch Hinweise im Hinblick auf die Evolution der Fluginsekten. Die Forschungsarbeit wurde in der Fachzeitschrift „BMC Biology“ veröffentlicht.

Moderne Technologien helfen bei der Untersuchung der Flügelstrukturen

Seit 70 Jahren war die vorherrschende Lehrmeinung, dass den Schwachstellen in den Flügeladern der Eintagsfliegen eine wesentliche Funktion beim Flug der altertümlichen Insekten zukommt. Die Annahme war bisher, dass der äußere Teil des Flügels beim Aufschlag passiv nach unten abknickt, um weniger Luftwiderstand zu bieten und so ein leichteres Anheben des Flügels ermöglicht. Diese Theorie wurde nun mit neuen Untersuchungsmethoden kritisch überprüft.

„Als wir mit einer Hochgeschwindigkeitskamera Ultrazeitlupen vom Flug der Eintagsfliegen machten, stellten wir bald fest, dass die bisherige Theorie nicht stimmen konnte: Statt die Flügel beim Aufschlag abzuknicken, werden diese einfach senkrecht nach oben geführt, der Flügel selbst bleibt aber stabil“, so der Insektenexperte Dr. Arnold Staniczek. Eine Lösung des Rätsels um die Flügelblasen ergab deren anschließende Untersuchung mit modernen Technologien. Die Feinstruktur wurde mittels Rasterelektronenmikroskop, Mikro-CT und Fluoreszenzmikroskopie aufgeklärt und bestätigte, dass es sich bei diesen Strukturen um membranöse Stellen in den ansonsten versteiften Flügeladern beider geflügelten Stadien bei Eintagsfliegen handelt.

Als das Team dann die Häutung der Tiere von der Subimago zur Imago, also vom geflügelten Zwischenstadium zum erwachsenen Insekt, filmte, war klar, was es mit den Bullae auf sich hat: „Um die neuen Flügel aus dem „Häutungshemd“ der alten Flügel zu befreien, heben die Eintagsfliegen die Flügel an. Diese knicken dann an den definierten



Schwachstellen ab und ermöglichen dadurch das unbeschädigte Herausziehen aus dem alten Flügel. Ähnlich geht es uns beim Ausziehen eines Pullovers, was auch nur mit abgeknicktem Arm möglich ist“, sagt Dr. Arnold Staniczek. Das Forscherteam konnte ebenfalls belegen, dass bei den wenigen Eintagsfliegen mit abgewandelter oder verlorengegangener Subimaginalhäutung die Bullae im Flügel fehlen.

Wichtige Hinweise zur Evolution des Insektenflugs

Mit den Bullae wurde nun ein zuverlässiger Marker gefunden, mit dem eine Subimaginalhäutung nachgewiesen werden kann. Als Dr. Staniczek anschließend fossile Eintagsfliegen untersuchte, konnte er überraschenderweise Bullae selbst in 272 Millionen Jahre alten Fossilien aus dem Perm nachweisen. Dies zeigt, dass auch urzeitliche Vorfahren der heutigen Eintagsfliegen bereits ihre Flügel auf die gleiche Weise gehäutet haben. Dies gilt als wichtiger Beleg dafür, dass es sich bei der Subimaginalhäutung tatsächlich um ein ursprüngliches Merkmal handelt, das sich bei Eintagsfliegen bis heute erhalten hat. Bullae und das Stadium der Subimago sind heute bei anderen Fluginsekten nicht mehr zu finden. Bei den Eintagsfliegen hingegen könnte dieses Zwischenstadium aufgrund von Selektionsvorteilen im Zusammenhang mit dem Übergang von einem Leben im Wasser zu einem Leben an Land evolutionär erhalten geblieben sein. „Die Arbeit liefert neue Erkenntnisse und Grundlagen für weitere Forschungen zur Evolution der Fluginsekten. Eine gründliche Suche nach Bullae in fossilen Insekten könnte zeigen, ob auch andere Fluginsekten solche geflügelten Zwischenstadien hatten und an welchem Punkt der Evolution dieses Lebensstadium verloren ging“, so Dr. Arnold Staniczek.

Für die Redaktionen

Originalpublikation: Eduardo Domínguez, Thomas van de Kamp, István Mikó, M. Gabriela Cuezco and Arnold H. Staniczek: The function of wing bullae in mayflies (Insecta: Ephemeroptera) reveals new insights into the early evolution of Pterygota. BMC Biology.

DOI: <https://doi.org/10.1186/s12915-023-01750-8>

Veröffentlicht: 23.11.2023

Bildmaterial:

Bild 1: *Bild 1_Dänische Maifliege (Ephemera danica _SMNS_A.Staniczek.jpg*

Beschreibung: Dänische Maifliege (*Ephemera danica*).

Urhebervermerk: SMNS, A. Staniczek



Bild 2: *Bild 2_Vorderflügel der Dänischen Maifliege_SMNS_A.Staniczek.jpg*

Beschreibung: Vorderflügel der Dänischen Maifliege, Bullae rot umrandet.

Urhebervermerk: SMNS, A. Staniczek

Bild 3: *Bild 3_Bullae_SMNS_A.Staniczek.jpg*

Beschreibung: Bullae im optischen, rasterelektronenoptischen und fluoreszenzmikroskopischen Bild sowie Querschnitt durch den Flügel im Mikro-CT.

Urhebervermerk: SMNS, A. Staniczek

Bild 4: *Bild 4_Abknicken Flügel_Subimaginalhäutung_SMNS_A.Staniczek.jpg*

Beschreibung: Abknicken des Flügels bei der Subimaginalhäutung der Dänischen Maifliege.

Urhebervermerk: SMNS, A. Staniczek

Bild 5: *Bild 5_Protereisma insigne_Susan Butts_Yale Peabody Museum (YPM IP 001112).jpg*

Beschreibung: *Protereisma insigne*, eine ca. 272 Millionen Jahre alte permische Stammgruppenvertreterin der Eintagsfliegen, mit Bullae im Flügel, rot umrandet.

Urhebervermerk: Susan Butts/Yale Peabody Museum (YPM IP 001112).

Bitte beachten Sie, dass eine Verwendung des Bildmaterials nur mit Nennung des Urhebervermerks gestattet ist. Vielen Dank.

Kontakt für Fachinformationen:

Dr. Arnold Staniczek

Naturkundemuseum Stuttgart

Abteilung Insektenkunde, Kurator für aquatische Insekten

Tel. 0711 – 89 36 – 239

E-Mail: arnold.staniczek@smns-bw.de

Pressekontakt:

Meike Rech

Naturkundemuseum Stuttgart

Pressesprecherin

Tel. 0711 – 89 36 – 107

E-Mail: meike.rech@smns-bw.de

Liliana Reinöhl

Naturkundemuseum Stuttgart

Abteilung Kommunikation

Tel. 0711 – 89 36 – 106

E-Mail: liliana.reinoehl@smns-bw.de



Das Naturkundemuseum Stuttgart:

Das Naturkundemuseum Stuttgart ist ein zukunftsorientiertes Forschungs- und Kommunikationsinstitut. Seine Forschungssammlungen, die Archive der Vielfalt, beinhalten über 12 Millionen Objekte. Das Museum erforscht die Evolution des Lebens und analysiert die Artenvielfalt verschiedener Ökosysteme und vermittelt Forschungserkenntnisse an die breite Öffentlichkeit. Es engagiert sich außerdem stark in der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

www.naturkundemuseum-bw.de