

Helikomerie bei Odonata – eine ungewöhnliche Exuvie von *Aeshna juncea* (Odonata: Aeshnidae)

Andreas Pix

Andreas Pix, Mönchehofstraße 1, D-34127 Kassel, <andreas.pix@t-online.de>

Abstract

Helicomerism in Odonata – an unusual exuvia of *Aeshna juncea* (Odonata: Aeshnidae) – An exuvia of a female *Aeshna juncea*, collected on 20-vii-1988 at a boggy pond in the Solling area, Germany, showed fusing of its fifth and sixth abdominal segments by a twice twisting intersegmental membrane. Helicomerism is a category of aberrant segmentation in arthropods and annelids known from the field as well as experimental research in developmental biology. It leads to twisted forms of the segmentation. In Odonata this phenomenon is described for the first time.

Zusammenfassung

Am Beispiel einer weiblichen Exuvie wird ein Fall von Helikomerie für die Libellen präsentiert. Die ungewöhnliche Exuvie von *Aeshna juncea* wurde am 20. Juli 1988 an einem Moorgewässerkomplex im Solling (Oberes Weserbergland) gefunden. Sie weist einen aberranten Übergang zwischen ihrem fünften und sechsten Abdominalsegment auf, wobei deren ursprüngliche Intersegmentalmembranen zu einer gemeinsamen Doppelwindung verwachsen sind. Helikomerie ist eine Aberration der Segmentierung bei Arthropoden und Anneliden, die neben wenigen Funden in der Natur vor allem in der experimentellen Entwicklungsforschung bekannt ist. Sie zeigt sich in einer spiral-förmigen Abwandlung der Segmentierung. Für Libellen wird diese Anomalie erstmals beschrieben.

Einleitung

Ein zurückliegender faunistischer Beitrag enthält eine kleine schematische Skizze, die eine abnorm segmentierte Exuvie von *Aeshna juncea* zeigt (PIX & BACHMANN 1989). Sie war dort als illustrierte Kuriosität beigelegt, aber nicht näher kommentiert. Folgend wird auseinandergesetzt, dass es sich dabei um Helikomerie handelt, d.h. eine bestimmte Form von Aberration der Segmentierung, die bei Insekten selten ist – und offenbar besonders selten bei den Libellen. In der deutschsprachigen Odonaten-Literatur findet sich aber wenigstens ein expo-

niertes Beispiel von einer weiteren Form abnormer Segmentierung (GERKEN & STERNBERG 1999: Titelbild), das zusammen mit dem hier vorgestellten Fall im selben Kontext diskutiert werden soll.

Befund

Die aberrante Exuvie eines Weibchens von *Aeshna juncea* wurde vom Verfasser am 20. Juli 1988 in der „Teichwiese“ gesammelt. Der Flurname bezeichnet eine moorige Offenfläche in der Nachbarschaft des „Neuen Teichs“ im Solling, in der drei größere und sechs kleinere Stillgewässer angelegt worden waren. Das Exemplar stammt aus dem nördlichsten (9,61335°N, 51,72026°O; 350 m ü.NN) der sechs kleineren dieser Gewässer, an dem über mehrere Jahre regelmäßig Exuvien dieser Spezies in zweistelliger Zahl anfielen. Die Wasserfläche betrug etwa 20 m², und der tief braune Wasserkörper war vollständig von Torfmoospolstern durchsetzt. Der pH-Wert lag etwa bei 4.

Die Exuvie ist bis heute unversehrt und zeigt über ihre spezielle Anomalie des Abdomens hinaus keine weiteren Besonderheiten. Dorsal ist die terminale Intersegmentalmembran zwischen dem fünften und sechsten Hinterleibssegment (S5 bzw. S6) zu einer Einheit verschmolzen, die sich zweimal um das Abdomen windet (Abb. 1). Segment S5 ist links dorsal mit S6 vereinigt. Durch eine weitere Verschmelzung des S6 rechts dorsal mit S7 bzw. durch die hintere Blindendung der entstandenen Membranenspirale wird die reguläre Segmentabfolge wieder hergestellt, wobei im restlichen Abdomen eine schwache Torsion zurückbleibt – erkennbar an den seitwärts verrutschten Dorsalzeichnungen. Da der ventrale Verlauf der beteiligten Intersegmentalmembranen keine Abweichung vom Normalbild aufweist, ist im Ergebnis nicht eine Überkreuzung zweier Membranringe entstanden, sondern eine echte Helix mit zwei Windungen und zwei offenen Enden.

Diskussion

Einordnung des Phänomens

Die beschriebene Exuvie ist ein Einzelfund innerhalb einer 30-jährigen Aufsammung, in welcher unter ca. 20.000 Exemplaren von *Aeshna juncea* sowie wenigstens 50.000 anderer Anisopteren keine weiteren derart gravierenden Segmentierungsanomalien auffielen. Die Exuvien stammen mehrheitlich aus der Großregion um den Weserursprung, wo *Aeshna juncea* verbreitet und teils häufig ist.

Mit Poly-, Symphyso-, Heliko- sowie Hemimerie und Hemiatrophie unterscheidet BALAZUC (1948) fünf Anomalieformen in der Segmentierung bei Arthropoden, die an Beispielen von Käfern beschrieben werden, aber nicht auf diese beschränkt sind und ebenso nicht auf die Insekten. Bei der aufgefundenen *Aeshna*-Exuvie ist mit den zu einer Wendel verschmolzenen Intersegmentalmembranen, mit deren

blinden Enden und den entsprechend verschmolzenen Tergithälften eine rechtsgeführte monozyklische Helikomerie *sensu* BALAZUC (1948) zu diagnostizieren. Insbesondere folgt das Bild der *Aeshna*-Exuvie genau dem Muster eines dort gezeigten Beispiels (Larve des Mehlkäfer *Tenebrio molitor*, Coleoptera: Tenebrionidae), bei dem ein Spiralende bis quasi zu einem zentralen Anstoß zurückgelenkt ist (vgl. auch Abb. 2, rechts, Schema „Intermediate“). Der Begriff Spiralsegmentierung bzw. Helikomerie mag in monozyklischen Grenzfällen noch nicht ganz so transparent werden wie bei mehrzyklischen Beispielen, wo der Aspekt mehr durch die Periodik der Schraubenlinie dominiert wird als durch deren blinde und oft zurückgebogene Enden.

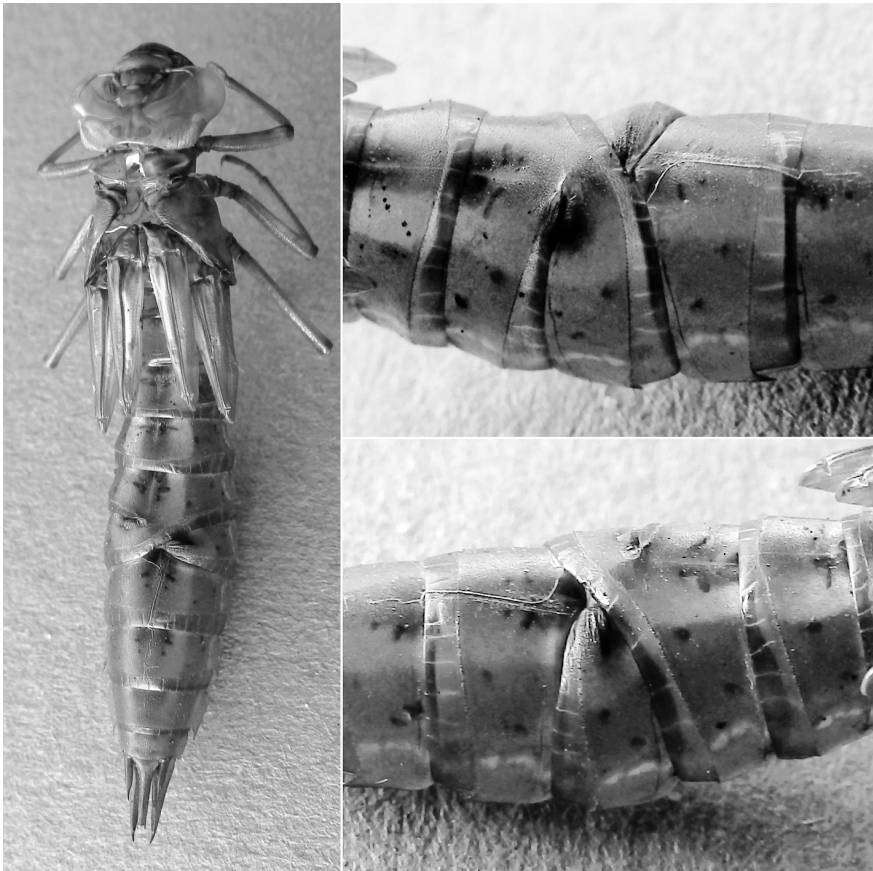


Abbildung 1: Helikomerie bei einer Exuvie von *Aeshna juncea*. Die Intersegmentalmembranen von S5 und S6 sind zu einer gemeinsamen Wendel verschmolzen. – Figure 1. Exuvia of an *Aeshna juncea* showing helicomericism. The intersegmental membranes of S5 and S6 have fused into a spiral unit.

Allgemein gilt für die Helikomerien, dass sich die Anzahl der Membraneinheiten formal um $\Delta M = S - 1$ reduziert, wenn S Segmente an der Verschmelzung beteiligt sind. Als höchster Grad einer Spiralsegmentierung wurde dabei mit $\Delta M = 3$ die trizyklische Helikomerie gefunden. Ein tetrazyklisches Beispiel bei dem Totengräber *Nicrophorus vespilloides* (Coleoptera: Silphidae) ist als unsicher erwähnt. Daneben verweist BALAZUC (1948) auch auf etliche durch weitere Autoren zusammengetragene Beispiele für Helikomerie, und zwar für so verschiedene Taxa wie die Lepidopteren, Hymenopteren, Dipteren, die Myriapoden und die Arachniden sowie die Pentastomiden, Clitellaten und Polychäten (vgl. COCKAYNE 1929). Das Phänomen kann bei Larven und Imagines auftreten, bei holometabolen Insekten auch an der Puppe (illustriertes Beispiel bei BENTON & JENNINGS 1975).

Helikomerie und vergleichbare Segmentierungsanomalien treten bei Insekten sehr selten auf (COCKAYNE 1929). Für die Saltatoria beispielsweise wurde der erste Nachweis erst 1954 erbracht (RAMSAY 1959). Die Odonata sind in dem Übersichtswerk von BALAZUC (1948) sowie in allen weiteren vorliegenden Quellen weder mit einem Beispiel für Helikomerie noch generell erwähnt. Ebenso erbrachte die Recherche weiterer Literatur sowie im Internet keinerlei Hinweise auf Segmentierungsanomalien bei Libellen, in welchem Stadium und welcher Form auch immer. Somit liegt hier offensichtlich der erste beschriebene Fall von Helikomerie für die Odonata generell vor.

An dieser Stelle muss auf die in der Einleitung erwähnte Illustration einer weiteren Segmentierungsanomalie zurückgekommen werden. Diese betrifft eine Exuvie von *Gomphus simillimus* (GERKEN & STERNBERG 1999: Titelbild). Gemäß obiger Klassifizierung könnte sie eventuell einer Hemipolymerie entsprechen. BALAZUC (1948) schreibt den Aberrationen teils einen embryonalen Ursprung zu – und gerade den Helikomerien, deren eigentliche Ursache er aber rätselhaft

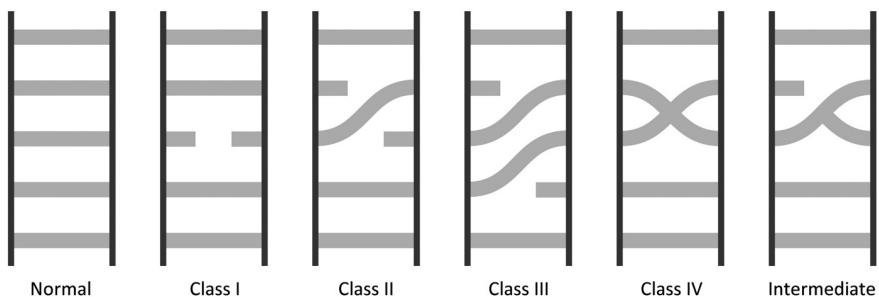


Abbildung 2: Auswahl einiger Segmentanomalien, die bei *Calliphora*-Larven (Diptera) nach Röntgenbestrahlung der Eier auftraten – schematisch verändert nach PEARSON (1974). – Figure 2. Few forms of segmental abnormalities in larvae of *Calliphora* (Diptera) induced by X-ray irradiation of eggs – modified after PEARSON (1974).

nennt. Er gibt den Hinweis, dass Helikomerien erzeugt werden konnten, indem Eier von *Drosophila* und Schmetterlingen bestrahlt wurden.

Embryologie und Genetik

VERHOEFF (1919) konnte zeigen, dass diese Aberrationen im Laufe der Imaginalentwicklung nicht regeneriert werden. Am Aaskäfer *Phosphuga atrata* (Coleoptera: Silphidae) dokumentierte er die Weitergabe der Anomalie von einer Primärlarve über Larve und Puppe bis hin zur Imago. Durch die auf breiten Beobachtungen solcher Art und dem Wissen über kurzweilige Strahlung und andere mutagene Agenzien aufbauende Mutantenanalyse erlangten dann neben verschiedenen induzierbaren Mutationen schließlich auch die Helikomerien mehr Bekanntheit aus den Labors als aus der Natur. Dass sie in diesem Kontext meist nicht so bezeichnet wurden, berührt hier nicht; z.B. sprechen LOHS-SCHARDIN et al. (1979) immerhin von „spiral larvae“.

PEARSON (1974), der mit der Fliege *Calliphora erythrocephala* (Diptera: Calliphoridae) arbeitete, vergab eigene Klassennamen, illustriert durch Schemagrafiken für Larven und Imagines. In einem Vergleich mit diesen lässt sich die hier vorliegende Helikomerie unschwer einer der monozyklischen Varianten „Class II“ oder „Intermediate“ zuordnen bzw. mit ihr analogisieren (Abb. 2). Die Versuche von PEARSON (1974), der Helikomerien und andere Aberrationen durch Röntgenbestrahlung der frühen Embryonen induziert hat, zeigen auch, dass solche Segmentanomalien bei *Calliphora* in manchen Fällen während der Metamorphose geheilt werden, in anderen nicht. In ähnlicher Weise vermissten KOBEL & VAN DEN BOSCH (1970) bei *Drosophila hydei* (Diptera: Drosophilidae) eine Korrelation zwischen imaginaler Segmentierungsanomalie und der larvalen Segmentation, während eine solche sich bei *D. melanogaster* gezeigt hatte. Die Frage, ob sich die an der Exuvie des letzten Larvenstadiums von *Aeshna juncea* sichtbare Anomalie auf die Imago übertragen hat, bleibt daher Spekulation.

CHESEBRO (2012) stellte in einer genetischen Studie an der Schabe *Periplaneta americana* (Blattodea: Blattellidae) namentlich auch Helikomerie fest und merkte an, dass die genetische Ursache solcher Segmentierungsstörungen noch nicht identifiziert worden ist. Es folgt ein Hinweis auf das Gen ‚tarsal-less‘ (tal) und auf dessen Ausschaltung tal^{RNAi}, die bei entsprechenden Mutanten von *Drosophila melanogaster* zu keinen Segmentierungsfehlern führte, wohl aber bei solchen der Käfergattung *Tribolium* (Coleoptera: Tenebrionidae) und der oben erwähnten Schabengattung *Periplaneta*. Der Autor trennte dabei zwischen den Langkeim-insekten, d.h. Fliegen wie *Drosophila* spp., und den Kurz- und Intermediärkeim-insekten, zu denen die Arten der Gattungen *Tribolium* und *Periplaneta* gehören. Die Keimanlage der Libellen gehört zum intermediären Typ (TAUTZ et al. 1994). Nach Ergebnissen von z.B. HASSAN (2002) an *Drosophila simulans* scheint eine Vererbung auf Nachfolgegenerationen möglich. Soweit läge es nahe, die Segmentierungsanomalien bzw. Helikomerien als Folge von Mutationen anzusehen. Nach

anderen Einschätzungen (z.B. LEŚNIEWSKA et al. 2009) haben diese Anomalien dagegen keine monokausale Ursache, sondern sind das Ergebnis unterschiedlicher Faktoren. Im Experiment wurden Helikomerien z.B. über Hitzeschocks und mechanische Reize induziert (vgl. RAMSAY 1959). Aber auch Bestrahlungsversuche unterschiedlicher Spektren erbrachten entsprechende Befunde, z.B. mit Laser-UV- (LOHS-SCHARDIN et al. 1979), Röntgen- (PEARSON 1974) und γ -Strahlung (HASSAN 2002).

Vielleicht verzichten viele Fallbeschreibungen für Helikomerie aus der Natur, auch neuere, vor diesem Hintergrund ganz auf eine Ursachendiskussion, unter anderen ORNOSA et al. (2001: Hymenoptera), SCHNEIDER & FEITZ (2007: Hymenoptera) sowie ASIAIN & MÁRQUEZ (2009: Coleoptera).

Dank

Ist das beschriebene Phänomen schon an sich sehr selten, so gilt das mehr noch für seine konkrete, abgrenzende Benennung. Die Auffindung des Begriffs Helikomerie gelang mir erst nach einer besonders tiefen Recherche, die durch eine erste Suche seitens Andreas Martens motiviert worden war. Für Verbesserungen und Ergänzungen des Manuskripts möchte ich neben ihm ganz wesentlich Hansruedi Wildermuth und Theodor Benken danken.

Literatur

- ASIAIN J. & J. MÁRQUEZ (2009) New teratological examples in Neotropical Staphylinidae (Insecta: Coleoptera), with a compilation of previous teratological records. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 129-139
- BALAZUC J. (1948) La tératologie des coléoptères et expériences de transplantation chez *Tenebrio molitor* L. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Nouvelle Série* 25: 1-293
- BENTON T.A. & D.T. JENNINGS (1975) Pupal anomaly of *Rhyacionia neomexicana* (Olethreutidae). *Journal of the Lepidopterists' Society* 29: 192-194
- CHESEBRO J. (2012) Mechanisms of segmentation in the American cockroach, *Periplaneta americana*. PhD thesis University of Sussex
- COCKAYNE E.A. (1929) Spiral and other anomalous forms of segmentation. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 77: 177-184
- GERKEN B. & K. STERNBERG (1999) Die Exuvien europäischer Libellen. The exuviae of European dragonflies. Arnika & Eisvogel, Höxter
- HASSAN M. (2002) Mutagenic effect of 5000 r gamma rays in *Drosophila simulans*. *International Journal of Agriculture & Biology* 4: 35-38
- KOBEL H.R. & J.J. VAN DEN BOSCH (1970) Abnormal-Abdomen bei *Drosophila hydei*. *Genetica* 41: 119-140
- LEŚNIEWSKA M., L. BONATO, A. MINELLI & G. FUSCO (2009) Trunk anomalies in the centipede *Stigmatogaster subterranea* provide insight into late-embryonic segmentation.

Arthropod Structure & Development 38: 417-426

LOHS-SCHARDIN M., C. CREMER & C. NÜSSLEIN-VOLHARD (1979) A fate map for the larval epidermis of *Drosophila melanogaster*: localized cuticle defects following irradiation of the blastoderm with an ultraviolet laser microbeam. *Developmental Biology* 73: 239-255

ORNOSA C., E. CASCALES & F.J. ORTIZ-SÁNCHEZ (2001) Nuevos Casos Teratológicos en Apoidea (Hymenoptera). *Annales de Biología* 23: 19-24

PEARSON M.J. (1974) The relation between larval and adult abnormalities in the abdominal segmentation of *Calliphora erythrocephala* (Diptera). *Journal of Embryology and Experimental Morphology* 32: 533-555

PIX A. & P. BACHMANN (1989) Libellen (Insecta: Odonata) im Reinhardswald (Nordhessen). *Göttinger Naturkundliche Schriften* 1: 47-69

RAMSAY G.W. (1959) Spiral Segmentation in two species of New Zealand Weta (Orthoptera, Gryllacridoidea, Henicidae). *Transactions of the Royal Society of New Zealand* 86: 393-394

SCHNEIDER N. & F. FEITZ (2007) Hélicomérie abdominale observée chez *Agénioideus sericeus* (Vander Linden, 1827) (Insecta, Hymenoptera, Pompilidae). *Bulletin de la Société des Naturalistes Luxembourgeois* 108: 53-54

TAUTZ D., M. FRIEDRICH & R. SCHRÖDER (1994) Insect embryogenesis – what is ancestral and what is derived? *Development* 1994 *Supplement*: 193-199

VERHOEFF K.W. (1919) Zur Lebens- und Entwicklungsgeschichte sowie Regeneration der *Silpha obscura* und *Phosphuga atrata* (Col.). *Supplementa Entomologica* 8: 41-116

