

Kreislauforgane in den Beinen von Insekten: Funktionsmorphologische Vielfalt und evolutive Aspekte

Circulatory organs in the legs of insects: variety of functional morphology and aspects of evolution

Alexander Pernstich & Günther Pass

Institut für Zoologie, Universität Wien, Althanstraße 14, A-1090 Wien

Abstract

The functional morphology of the accessory circulatory organs of insect legs was investigated in semithin sections of representative species of almost all insect orders. Five different morphological types can be distinguished. Most of them are only hemolymph canalizing structures, and a few taxa have autonomous pulsatile organs. The phylogenetic aspects of the results are discussed along with common cladograms of the Hexapoda.

Keywords

Hexapoda, morphology, phylogeny, circulatory organ, heart

Im offenen Kreislaufsystem der Insekten kann durch die Pumpaktivität des dorsalen Herzschlauchs die Hämolymphe in den verschiedenen Körperanhängen, wie z. B. den Extremitäten, nicht ausgetauscht werden. Diese Aufgabe übernehmen so genannte akzessorische Kreislauforgane. Dabei handelt es sich entweder um Strukturen, die den Hämolympfstrom einfach nur kanalisieren, oder um autonome pulsatile Organe, die Hämolymphe aktiv durch die Körperanhänge pumpen (PASS 2000).

Für die Hämolympfzirkulation in den Beinen der Insekten sind akzessorische Kreislauforgane mit unterschiedlicher Funktionsmorphologie beschrieben worden (BROCHER 1917, HANTSCHK 1991, WASSERTHAL 1998). Allerdings wurden bisher nur einzelne

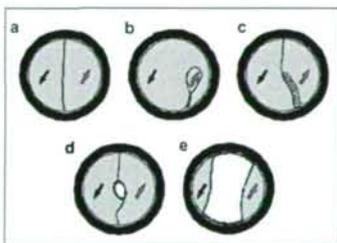


Abb. 1: Schematische Darstellung der akzessorischen Kreislauforgane in den Beinen von Insekten: a) bindegewebiges Diaphragma b) Hämolympfgefäß c) Pulsatiles Diaphragma d) Diaphragma mit Röhrentracheen. Die Pfeile zeigen die Richtung der Hämolympfströme im efferenten (grau) bzw. afferenten (schwarz) Sinus.

Arten oder Insektengruppen untersucht. Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine umfassende vergleichende Studie, um die systematische Verbreitung der einzelnen Bautypen zu erfassen und ihre evolutive Entstehung rekonstruieren zu können. Für die Untersuchung wurden aus nahezu allen Insektenordnungen mindestens drei Arten ausgewählt und die Anatomie

der akzessorischen Kreislaufstrukturen wurde mit Hilfe der Semidünnschnitt-Technik untersucht (einzelne Querschnitte durch Femur, Tibia und Tarsus, bei einigen Objekten Schnittserien).

Generell gibt es in den Beinen der Insekten eine Unterteilung des Hämocöls in zwei Sinusräume, in denen die Hämolymphe in entgegengesetzter Richtung fließt. Die Trennstrukturen zwischen zentrifugalem/efferentem und zentripetalem/afferentem Sinus können aus sehr unterschiedlichen Strukturelementen bestehen (Bindegewebe, Tracheen, Muskeln). Bei einigen Insekten kommen unterschiedliche Trennstrukturen in verschiedenen Beinregionen vor.

Morphologisch lassen sich in den Beinen der Insekten fünf verschiedene Bautypen akzessorischer Kreislauforgane unterscheiden:

- Diaphragma:** bindegewebige Membran, die sich vom Femur bis in den Tarsus erstreckt und das Beinhämocöl in zwei Sinusräume teilt, die an der Beinspitze miteinander verbunden sind.
- Hämolympfgefäß:** bindegewebiges Gefäß im proximalen Teil des Beins, in dem der efferente Hämolympfstrom fließt; geht distal in ein Diaphragma über.
- Diaphragma mit Pumpmuskel ("pulsatiles Diaphragma"):** bindegewebiges Diaphragma, das mit einem Muskel assoziiert ist. Durch seine Kontraktion wird das Diaphragma bewegt und es kommt zu Pump- bzw. Saugeffekten in den Sinusräumen.
- Diaphragma mit Röhrentracheen:** bindegewebiges Diaphragma, mit dem ein oder mehrere Röhrentracheen assoziiert sind.
- Elastischer Tracheensack:** Trennung der Sinusräume durch einen voluminösen Tracheensack.

Wie wird der gegenläufige Hämolympfstrom in den beiden Sinusräumen der Beine erzeugt? Nur Insekten mit "pulsatilem Diaphragma" haben richtige Pumporgane, die sich rhythmisch kontrahieren ("Beinherzen"), wodurch ein stoßartiger Hämolympfstrom bewirkt wird (HANTSCHK 1991).

Bei Arten mit elastischen Tracheensäcken kommt es offenbar im Zusammenhang mit Herzschlagumkehr zu periodischen Volumsänderungen der Tracheensäcke in den Beinen und dadurch zur Verdrängung von Hämolymphe aus den Sinusräumen (WASSERTHAL 1998). Bei Insekten mit einfachen, bindegewebigen Diaphragmata lassen sich ebenfalls gegenläufige Hämolympfströme in den Beinen beobachten, allerdings ist noch weitgehend unklar, wie diese zustande kommen.

Die vergleichende Untersuchung der Kreislauforgane in den Beinen der Insekten ermöglicht zum gegenwärtigen Zeitpunkt folgende Schlussfolgerungen hinsichtlich ihrer evolutiven Entwicklung:

- Akzessorische Kreislaufstrukturen für die Beine fehlen bei den "Urinsekten". Es handelt sich offensichtlich um evolutionäre Innovationen der Pterygota.
- Der plesiomorphe Merkmalszustand der Pterygota ist ein bindegewebiges Diaphragma (Ephemeroptera), allenfalls auch ein bindegewebiges Diaphragma mit Röhrentracheen (bei den meisten Ordnungen).
- Hämolympfgefäße stellen eine Autapomorphie der Odonata dar.
- Pulsatile Diaphragmata stellen eine Autapomorphie der Hemiptera dar.
- Elastische Tracheensäcke sind mehrfach konvergent entstanden (Plecoptera, Trichoptera/Lepidoptera, Diptera).

Literatur

- ROCHER, F., 1917: Étude expérimentale sur le fonctionnement du vaisseau dorsal et sur la circulation du sang, chez les insectes - Les larves des odonates. - Archives de Zoologie expérimentale et générale, 56:445-490.
- HANTSCHK, A.M., 1991: Functional morphology of accessory circulatory organs in the legs of Hemiptera. - Int. J. Insect. Morphol. Embryol., 20:259-273.
- PASS, G., 2000: Accessory pulsatile organs: evolutionary innovations in insects. - Annu. Rev. Entomol., 45:495-518.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologica Austriaca](#)

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: [0005](#)

Autor(en)/Author(s): Pernstich Alexander, Pass Günther

Artikel/Article: [Kreislauforgane in den Beinen von Insekten: Funktionsmorphologische Vielfalt und evolutive Aspekte. 12](#)