

Der Funktionsmechanismus des Schmetterlingsrüssels am Beispiel von *Pieris rapae* L.

Harald W. Krenn

Der Rüssel der Schmetterlinge stellt in der Insektenwelt eine der auffälligsten Konstruktionen zur Nahrungsaufnahme dar. Dieser Saugrüssel ist meist länger als der Körper, in Ruhestellung ist er in mehreren Windungen spiralig unter dem Kopf eingerollt, und wird zur Nahrungsaufnahme in Bruchteilen einer Sekunde entrollt.

Die stark verlängerten Galeae bilden den Saugrüssel. Sie sind miteinander dorsal und ventral verhakt, und umschließen das zentrale Nahrungsrohr. Jede Galea ist eine Funktionseinheit und beinhaltet schräg verlaufende Längsmuskulatur, eine Trachee, einen Nerv und Septen. Die Galeawand ist aus unterschiedlichen Kutikulasorten aufgebaut, wodurch sich die elastischen Eigenschaften des Rüssels ergeben (HEPBURN 1971). Jede Galea ist gelenkig mit dem basalen Teil der Maxille, dem Stipes, verbunden und kann um dieses Gelenk als Ganzes auf- und abbewegt werden. Der Stipes bildet auf jeder Körperseite eine Röhre, die das Lumen der Galea mit dem Kopfhämocoel verbindet. An den medianen Seiten des Stipes setzen Muskeln an, die die Stipesröhre zusammendrücken können.

Eine Reihe verschiedener, oft widersprüchlicher Funktionshypothesen wurde seit der Erstbeschreibung des Rüssels für den Funktionsmechanismus aufgestellt. Die beiden modernsten und fundiertesten sind die Blutdruckhypothese (SCHMITT 1938, BÄNZIGER 1971) und die Verformungshypothese (EASTHAM, EASSA 1955). Nach der Blutdruckhypothese wird der Rüssel durch erhöhten Hämolympdruck entrollt und seine Muskulatur rollt ihn wieder ein. Nach der Verformungshypothese soll die Kontraktion der Galeamuskulatur bei verschlossenem Stipes den Querschnitt der Galeae verformen und dadurch den Rüssel strecken. Einrollen erfolgt passiv durch die Elastizität der Rüsselwand.

Obwohl diese beiden Funktionsmodelle die einzelnen Bewegungsvorgänge unterschiedlich erklären, werden die gleichen "Kraftquellen" für die Rüsselbewegungen angenommen: Muskulatur in der Galea, Hämolympdruck, Elastizität des Rüssels. Das bestätigen auch die Ergebnisse einer experimentellen Studie (BÄNZIGER 1971), die die Druckhypothese unterstützen, aber einige wichtige Fragen offenlassen:

Wird der Rüssel in Ruhestellung durch die Galeamuskulatur eingerollt gehalten oder bleibt der Rüssel durch seine Elastizität in dieser Stellung eingerollt?

Welche Rolle spielt die Rüsselelastizität?

Wie wird der Blutdruck erzeugt?

Wie entsteht die abgewinkelte Rüsselstellung bei der Nahrungsaufnahme?

Am Beispiel *Pieris rapae* (Linné 1758) wurde eine kinematographische Analyse der Rüsselbewegungen durchgeführt (KRENN 1985). Eine Beschreibung der Einstellungen gibt KRENN 1989. Die Bewegungsanalyse bildete, zusammen mit einer funktionsanatomischen Untersuchung bei verschiedenen Lepidopteren, die Grundlage für eine modifizierte Druckhypothese, die alle Bewegungen und Rüsselstellungen widerspruchsfrei erklären kann (KRENN 1990).

Der Bewegungsabläufe des Aus- und Einrollvorgangs sowie die Rüsselbewegungen in gestreckter Stellung werden in der Abbildung S. 200 zusammengefaßt. Eine ausführliche Darstellung und eine Diskussion des Funktionsmechanismus gibt KRENN 1990. Hier soll nur das Funktionsprinzip vorgestellt werden:

1. Ausrollvorgang

Der Rüssel entrollt sich in mehreren Bewegungsschritten in seiner ganzen Länge gleichzeitig. Dieses Bewegungsmuster ergibt sich aus dem hydraulischen Ausrollmechanismus. Der Rüssel wird schrittweise durch die Erhöhung des Drucks in den Galeae entrollt. Die dafür verantwortlichen Pumpen sind die Stipites. Jede Pumpbewegung preßt Hämolymphe in die ansetzende Galea und entrollt den Rüssel um etwa eine Windung.

2. Bewegungen des gestreckten Rüssels

Die typischen stochernden Suchbewegungen bestehen aus einer Kombination von Auf- und Abbewegungen des ganzen Rüssels am basalen Gelenk, sowie Beugen und Strecken des Rüsselkniees. Diese charakteristische Abwinkelung an einer bestimmten Rüsselstelle entsteht passiv durch besondere elastische Eigenschaften der Rüsselwand. Zusätzliche Stipespumpbewegungen und weitere Innendruckerhöhung strecken den distalen Rüsselabschnitt und die Rüsselspitze am Rüsselknie. In der maximal gestreckten Stellung ist das Rüsselknie fast nicht mehr erkennbar und der distale Abschnitt ist durchgebogen ("hyperentrollt" BÄNZIGER 1971). Druckerhöhung in nur einer Galea führt zu Seitwärtsbiegung des Rüssels.

3. Einrollvorgang

Der Rüssel wird sukzessiv von der Spitze zur Basis eingerollt. Bis die Ruhestellung erreicht ist, dauert es mehrere Sekunden, oft Minuten. Die Muskulatur der Galeae rollt den Rüssel vollständig unter dem Kopf ein (BÄNZIGER 1971).

4. Ruhestellung

Die elastischen Eigenschaften der Kutikula rollen den Rüssel nur in eine locker gerollte Stellung. Daher hat die Elastizität die Tendenz den vollständig eingerollten Rüssel zu entrollen, nachdem sich die Galeamuskulatur entspannt hat, und verspreizt den Rüssel unter dem Kopf. Dabei greifen Oberflächenstrukturen der Galeae inein-

ander und fixieren diese Stellung. So löst sich der scheinbare Widerspruch, daß der Rüssel ohne Muskelkraft vollständig eingerollt bleibt, obwohl ihn seine Elastizität nur locker einzurollen vermag.

Literatur

- BÄNZIGER, H. (1971) Extension and Coiling of the lepidopterous Proboscis - a new Interpretation of the Blood-pressure Theory. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 43/3-4, S. 225-239.
- EASTHAM, L.E.S. & EASSA, Y.E.E. (1955): The feeding mechanism of the butterfly *Pieris brassicae* L. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 239, S. 1-43.
- HEPBURN, H.R. (1971): Proboscis extension and recoil in Lepidoptera. J. Insect Physiol. 17, S. 637-656.
- KRENN, H.W. (1985): *Artogeia (Pieris) rapae* L. (Pier.) - Rüsselbewegungen und Nahrungsaufnahme. Film C 1819 des ÖWF Wien (Österreichisches Bundesinstitut f. d. wissenschaftlichen Film).
- (1989): *Artogeia (Pieris) rapae* L. (Pier.) - Rüsselbewegungen und Nahrungsaufnahme. Begleitveröffentlichung zu Film C 1819 des ÖWF Wien, Wissenschaftlicher Film Nr. 40, S. 28 - 34.
- (1990): Functional morphology and movements of the proboscis of Lepidoptera (Insecta). Zoomorphology 110: S. 105-114.
- SCHMITT, J.B. (1938): The feeding mechanism of adult Lepidoptera. Smithson. Misc. Collect: 97/4, S. 1-28.

Harald W. Krenn
Institut für Zoologie der Universität Wien
Althanstr. 14
A-1090 Wien



Bewegungen des Schmetterlingsrüssels (Kaderbilder aus KRENN 1985, die Zahlen geben die Bildnummern bei 24 Bilder/Sek. an, Pfeile weisen in die Bewegungsrichtung). 1a: Ausrollvorgang, 1b: Suchbewegungen des entrollten Rüssels, 1c: Einrollvorgang.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag Düsseldorf](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [1991](#)

Autor(en)/Author(s): Krenn Harald W.

Artikel/Article: [Der Funktionsmechanismus des Schmetterlingsrüssels am Beispiel von *Pieris rapae* L. 197-200](#)