



EINBLICK  
IN DIE  
ENTOMOLOGISCHE FORSCHUNG

## Unterschiede zwischen holometabolen und hemimetabolen Insekten

(Nach: M.R. Berenbaum, M.B. Isman (1989): Herbivory in holometabolous and hemimetabolous insects: contrasts between Orthoptera and Lepidoptera  
*Experientia* 46(3) Basel 1989. s. 229-236)

88% aller Insektenarten entwickeln sich holometabol, d.h. ihre Entwicklung geht nach dem Schema Ei - Larve - Puppe - Imago. Bei den Hemimetabolen entfällt das Puppenstadium und die Larve ähnelt im Aussehen dem erwachsenen Insekt. Interessante neue Aspekte bringt der oben genannte Aufsatz, der die Forschungsergebnisse der letzten Jahre zusammenfaßt. Die wesentlichen Gesichtspunkte werden hier in Tabellenform dargestellt.

Als beispielhafte Vertreter beider Insektengruppen sind hier die Schmetterlinge (*Lepidoptera*) und die Heuschrecken (*Saltatoria*) herausgegriffen worden.

### *Lepidoptera*

als Vertreter der Holometabolen

Etwa 80% aller Schmetterlingsarten sind oligophag und ernähren sich nur von Pflanzenarten einer Familie.

Die Schmetterlingslarven sind in ihrer Ernährungsweise sehr vielseitig. So fressen sie nicht nur die unterschiedlichsten Pflanzenteile (Wurzeln, Blätter, Blüten), sondern haben auch Minierer, Bohrer und Gallenbildner hervorgebracht.

### *Saltatoria*

als Vertreter der Hemimetabolen

Die überwiegende Anzahl aller Geradflügler ist polyphag und ernährt sich von verschiedenen, nicht verwandten Pflanzen.

Die Larven der Heuschrecken sind in ihrer Ernährungsweise recht einseitig: Sie sind Blattkauer.

Das Futter wird sehr effizient verwertet. Das kann man an einer großen Wachstumsrate von Häutung zu Häutung erkennen. Der Größenzuwachs liegt bei 45%!

Genauere Messungen ergaben, daß zwischen 39 und 73% des Futters zu Körpersubstanz umgebaut wird.

Die Umwandlungsrate von Futter in Körpermasse ist um 50% höher als bei den Heuschrecken, die Fraßrate gar um 100%!

Der Hauptgrund für diese auffälligen Diskrepanzen liegt in der unterschiedlichen Stoffproduktion. Vom Körpergewicht einer Schmetterlingsraupe entfallen zwischen 1,3 und 8% auf die Außenhaut, die Cuticula, die etwa 4 Tage nach einer Häutung fertig gebaut und gefestigt ist. Die meisten Schmetterlingsraupen fressen wenigstens teilweise die alte Larvenhaut und nutzen so erneut deren Bausteine. Die geringe Dicke der Außenhaut erlaubt auch ein Zwischenwachstum, wofür in der fertigen Cuticula Zellteilungen ablaufen. Der Erfolg zeigt sich in den wenigen notwendigen Häutungen. Da jede energetisch sehr aufwendig ist, weil Fett- und Kohlenhydratreserven umgebaut werden müssen, kommen wenige Häutungen dem Wachstum zugute.

Der Nachteil der dünnhäutigen Cuticula ist eine höhere Verletzbarkeit des Raupenkörpers, sowie eine Abhängigkeit von höherer Feuchtigkeit in der Umgebung.

Der Nachteil der großen Wachstumsrate ist eine geringe Mobilität der Raupen.

Beides führt zu einer versteckteren und oft nachtaktiven Lebensweise.

Chemorezeptoren gestatten einem Falterweibchen eine sorgfältige Auswahl der richtigen Fraßpflanze für die zukünftigen Larven. Dies ist sehr wichtig, da die Raupen nicht beliebig den Ort wechseln können, man denke nur an Minierer oder Bohrer.

Das Futter wird weniger effizient verwertet. Von Häutung zu Häutung beträgt die Größenzunahme etwa 18%.

Bei genauen Messungen zeigte sich, daß zwischen 7 und 39% des Futters in Körpermasse umgebildet wird.

Auf der gleichen Fraßpflanze wuchsen Heuschreckenlarven noch nicht einmal halb so schnell wie die der Schmetterlinge.

Heuschrecken produzieren eine Chitinmasse, deren Anteil am Körpergewicht bis zu zehnmal höher liegt als bei den Schmetterlingen. Etwa 49% der Körpermasse entfällt damit auf die Cuticula. Da eine alte Haut nicht wieder verwertet wird und auch der Kot mit einer dünnen Chitinmembran umhüllt und mit dieser ausgeschieden wird, ergeben sich hohe Materialverluste.

Die Folge sind erheblich mehr Häutungen.

Die Starrheit der gepanzerten Außenhülle erlaubt kein Zwischenwachstum, so daß die Größenzunahme jeweils recht gering, die dafür notwendige Stoffproduktion aber gewaltig ist.

Der Vorteil der dicken Außenhaut liegt in einem sehr guten Schutz vor Verletzungen und der Möglichkeit zur Besiedelung trockener Lebensräume.

Der Vorteil der nur allmählich größer werden Larven ist eine hohe Mobilität zusätzlich zum Sprungvermögen. Beides erlaubt ein freieres, hauptsächlich tagaktives Leben.

Da die Eiablage ohne Geruchsorientierung im Boden erfolgt, sind die Larven für sich selbst verantwortlich. Das Vorhandensein weniger Spezialrezeptoren steht im Einklang mit der zu beobachtenden fehlenden Futterspezialisierung. Die Larven sind wenig sen-

Hochempfindliche Rezeptoren für spezielle Pflanzenchemikalien an den Tarsen der Raupen helfen das richtige Futter schnell zu finden

Toxische Stoffe durchdringen die dünne Darmwand fast vollständig und können dann, frei im Blut zirkulierend, schnell zum Tode der Raupe führen. Besonders im Mitteldarm findet sich deshalb konzentriert das für Insekten typische Verdauungsenzym Cytochrom-P450-Monooxygenase, das besonders sekundäre Pflanzen-Inhaltsstoffe zerlegt, ehe sie schädlich wirken können.

Schmetterlingsraupen haben eine sehr gute Verdauung, bei der die Nährstoffe schnell durch die Darmwand in den Körper gelangen. Sie suchen daher proteinreiche Kost, die ihnen das schnelle Wachstum ermöglicht. Kohlenhydrate für die Chitinsynthese sind zweitrangig.

*Die Redaktion*

sibel für Nicht-Nährstoffe und nagen an vielem, was sich nur in der Konsistenz ähnelt, nicht aber in den Inhaltsstoffen. Ungenießbares, das die Nerven erregt, kann durch die hohe Mobilität vermieden werden.

Toxische Pflanzenstoffe (bes. Sesquiterpenlactone) in der Nahrung machen Heuschrecken praktisch nichts aus. Zum einen ist ihre Darmwand dicker und wird nach jeder Häutung erneuert, zum anderen ist sie für die fettlöslichen Bestandteile fast undurchdringlich und kann Pflanzengifte adsorbieren, bis sie fast 100%ig ausgeschieden werden. Dazu kommt, daß sich das Verdauungsenzym nicht nur im Darm, sondern auch im Fettkörper befindet, so daß wirklich ins Blut gelangte Gifte dort zerlegt werden können.

Der Preis für die Gifttoleranz ist die geringe Durchlässigkeit des Darmes für die wichtigen Nährstoffe, wie Proteine und Kohlenhydrate. Für die ständig ablaufende Chitinproduktion suchen Heuschreckenlarven besonders Kohlenhydratreiche Nahrung. Zusätzlich zur schlechten Verdauung verhindert daher ein ständiger Proteinmangel ein beschleunigtes Wachstum und zögert die Entwicklungszeit hinaus.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Galathea, Berichte des Kreises Nürnberger Entomologen e.V.](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Unterschiede zwischen holometabolen und hemimetabolen Insekten  
75-77](#)