

Beiträge zum 51. Entomologentag am 9. März 2013 „Sammeln und Forschen – Aktuelle Entomologie“

Insektenlarven - ein unbekannter Kontinent will erschlossen werden

Gerhard HASZPRUNAR

Jeder Biologiestudent weiß - oder sollte es wissen -, dass die Arten-Überfülle der (insbesondere) holometabolen Insekten nicht zuletzt darauf beruht, dass sich zwei völlig verschiedene Morphologien und Lebensweisen bzw. Autökologien im selben Genom manifestieren. In der Tat käme ohne direkte Beobachtung oder entsprechendes Studium wohl niemand auf die Idee, dass sich hinter den Begriffspaaren Drahtwurm - Schnellkäfer, Made - Stubenfliege (oder ein Vertreter der Hymenoptera-Parasitica), Ameisenlöwe und -jungfer, oder Raupe - Schmetterling (oder eine Blattwespe) ein und derselbe Organismus verbirgt. Historische Irrtümer wie die Beschreibung von Trichopteren-Larven (Genus *Hydropsyche*) als Wasserschnecken (siehe etwa BOURGUIGNAT 1859) oder jene der Larve der Schwebfliege *Microdon* als Nacktschnecke durch SPIX (1825) sind dabei nur die Spitze des Eisberges. Und es ist gar keine Frage, dass es in der mannigfaltigen Wechselbeziehung zwischen Mensch und Insekten nicht selten das jeweilige Larvenstadium ist, welches uns als Obst-„wurm“ (*Drosophila*-Made oder Geometriden-Raupe) oder Mehl-„wurm“ (Mehlkäfer *Tenebrio molitor*) Ärger und Mühsal bereiten, aber auch in der Madentherapie (Calliphoridae *Lucilla sericata*) Linderung oder Heilung bescheren.

Es ist nicht zum erstenmal, dass mit Nachdruck darauf hingewiesen wird, dass zum Verständnis eines jeden Organismus die Kenntnis des gesamten Lebenszyklus notwendig ist (z.B. KLAUSNITZER 1969, 2008). Und kein Geringerer als Willi HENNIG hat darauf hingewiesen, dass in vielen Larvalmorphologien der Insekten wesentliche Merkmale für Systematik und Phylogenie zu finden sind. Nicht zuletzt sei bemerkt, dass für ein Biomonitoring, also die Zustands- und Veränderungsbeschreibung von Ökosystemen anhand ihrer Lebensformen, häufig die Larven das relevante Stadium darstellen, man denke etwa an die Zuckmückenlarven (Chironomidae), deren Artenzusammensetzung aus allein in Bayern etwa 700 Arten jedes Gewässer charakterisieren.

All diesen Vorzügen und Bedeutungen stand bis vor kurzer Zeit allerdings eine substanzielle, nicht selten be- oder gar verhindernde Herausforderung gegenüber: die Larvenbestimmung. Sicherlich, da gibt es Raupen-Atlanten (z.B. NIPPE et al. 2000) und Fachliteratur insbesondere für Coleoptera und diverse Wasserinsektengruppen wie Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera oder Nepomorpha. Dennoch existieren gleich mehrere Großgruppen, deren Larven als extrem merkmalsarme „Maden“ nicht einmal auf Familienniveau zu determinieren sind, und selbst bei differenzierten Larven ist nicht selten bei Tribus oder Gattung Endstation.

Denn wie schon Franz Isidor VON EMDEN (1927) ausführte (Zusammenfassung bei KLAUSNITZER 2008), kann man sich der Artidentität einer Insektenlarve in der Regel nur selten sicher sein, nämlich (1) durch direkte Beobachtung der Eiablage, (2) durch direkte Aufzucht der Larven oder (3) durch Merkmale der Larve und ggf. der Puppe kombiniert mit einem detaillierten Bestimmungsschlüssel. Meist bleibt es aber bei einer mehr oder minder genauen Annäherung durch zusätzliche Kenntnis von (a) Habitat bzw. Wirt, (b) Fundort und (c) Fundzeit. All das erfordert jahrelange Erfahrung und scheitert dennoch in vielen Fällen. Das Ergebnis: selbst bezogen auf die einheimische Insektenwelt - d.h. vom Artenreichtum des Mediterranen Raumes oder gar der Tropen noch weit entfernt - sind Larven und ihre Lebensweise zu über 75% völlig unbekannt.

Das alles beginnt sich derzeit zu ändern, nicht zaghaft und gemächlich, sondern stürmisch und fordernd. Schon vor einigen Jahren meinte KLAUSNITZER (2008) zutreffend: „Große Möglichkeiten [bezüglich der Kenntnis der Larvenbiologie] eröffnen sich gegenwärtig durch die Anwendung

molekularbiologischer Methoden, wenn entsprechend aufbereitetes Material vorliegt". Was ist damit gemeint? Die Erbsubstanz, das Genom eines jeden Organismus bleibt über die ganze Lebensspanne, auch wenn jene morphologisch völlig unterschiedliche Stadien umfasst, weitestgehend gleich (gelegentlich gehen einige Gene verloren). Das heißt, wenn man eine Imago genetisch charakterisiert hat – das benötigt in der Tat einigen Aufwand – dann lässt sich diese Charakterisierung auf alle Stadien, vom Ei über die Larve, die Imago bis hin zum getrockneten Fleck auf der Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeuges direkt anwenden.

Das seit Beginn 2009 laufende, vom Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst finanzierte zentrale Projekt der Zoologischen Staatssammlung München, das „Barcoding Fauna Bavarica“ (www.faanabavarica.de) hat nach ca. 4 Jahren Laufzeit insgesamt für ca. 12.000 einheimische Arten solche Gen-Charakterisierungen erarbeitet, davon sind die ganz überwiegende Anzahl Insekten. Dieses Projekt erfährt seit Mai 2012 in Kooperation mit fünf weiteren deutschen Forschungsmuseen eine Erweiterung auf ganz Deutschland sowie den Einbezug der Pflanzenwelt und wird damit zum „German Barcode of Life“ (GBOL: www.bolgermany.de). Ähnliche Projekte gibt es weltweit und werden auch in den unmittelbaren Nachbarstaaten Schweiz und Österreich gerade avisiert, die Niederländer sind schon eifrig dabei. Wie die ersten größeren Auswertungen (z.B. HAUSMANN et al. 2011a,b) zeigen: ja, es funktioniert mit erstaunlich hoher Trefferquote gerade bei den Insekten.

Die genannten 12.000 Arten stellen ca. ein Drittel der bekannten Artenvielfalt Bayerns. Dabei ist zu beachten, dass viele Gruppen (insbesondere Milben, Diptera und Hymenoptera-Parasitica mit jeweils sehr hohen Artenzahlen) erst am Anfang stehen, andere (Wirbeltiere, Lepidoptera, großteils auch Coleoptera) sind bereits weitgehend erfasst. Auch fallen quer durch alle Gruppen ca. 30 Prozent aller gelisteten Arten unter das Kalkül „sehr selten“, d.h. dass sie in den letzten 30-50 Jahren nur 1-2mal gefunden wurden, nicht wenige davon sind als „Irrgäste“ und Zufallsfunde zu bezeichnen. Das bedeutet zweierlei: (A) Die Vervollständigung eines Kataloges genetisch charakterisierter Arten für Bayern bzw. Deutschland wird noch viele Jahre dauern. Ich kann dazu alle Fachleute und Sammler nur um Mithilfe bitten, entsprechende Proben seltener Arten beizusteuern, um den Katalog zu erweitern und immer besser zu machen. (B) Bereits mit ca. 50 Prozent der bekannten Arten ist eine Gruppe aber barcoding-praxistauglich, d.h. dass damit mehr als 95 Prozent aller realen Proben (nunmehr inklusive Larven oder Jungtieren!) abgedeckt werden können.

Schon gibt es auch die ersten Dienstleistungsfirmen, die DNA-Barcoding als Serviceleistung zu geringen Preisen anbieten. Dabei hängt der Preis einer DNA-Barcoding Probe von einer ganzen Reihe von Faktoren ab: (1) Geforderte Sicherheit und Genauigkeit: diese ist für die Erstellung des Kataloges natürlich deutlich höher als bei späteren Routine-Bestimmungen. (2) Service-Aufwand: geht es nur um die Sequenzierung einer bereits vorhandenen DNA-Probe, oder soll vom Dienstleistungs-Unternehmen Extraktion, Purifikation, Amplifikation, Sequenzierung und der Abgleich mit den internationalen Datenbanken (BOLD: <http://www.boldsystems.org/>) mitgeliefert werden? (3) Handelt es sich um eine Einzelprobe oder um Hunderte Proben ähnlichen Inhaltes (etwa für Monitoring-Zwecke)? (4) Wie geeignet ist das Ausgangsmaterial (lebendes oder tiefgefrorenes Gewebe, gut getrocknete Proben, Alkoholmaterial, jung oder alt,)? All das zeigt, dass eine generelle Preisangabe „Euro pro Probe“ kaum möglich ist, sondern von Fall zu Fall zu kalkulieren ist. Eines steht aber fest: für die Zukunft ist ein weiterer substanzialer Preisrückgang zu erwarten.

Mit diesem neuen Tool „genetische Artbestimmung“ lassen sich nun nicht nur zweifelhafte Art-Determinationen eindeutig (gerichtsfest, nicht unwichtig etwa bei Arten der FFH-Richtlinien) bestätigen, sondern gerade über die Larven das Monitoring bzw. die Populationsentwicklung der betroffenen Arten bedeutend verbessern: (1) Larven fliegen nicht und sind daher in der Regel leichter zu sammeln als die Imagines. Das gilt insbesondere für jene Arten, deren Imagines vorzugsweise in schlecht besammlbaren Habitaten wie etwa Baumkronen existieren. (2) Es gibt immer viel mehr Larven als Imagines, und die Larven kommen typischerweise gleich in größeren Stückzahlen vor.

Ich appelliere daher an Sie als entomologische Fachleute, sich deutlich stärker als bisher den Larven wieder zuzuwenden, und hier meine ich gerade jene Gruppen, wo es bislang kaum eine reelle Chance auf Bestimmung gab: DNA-Barcoding erlaubt nunmehr bei einer parasitierten Raupe (Lepidoptera oder Symphyta) sowohl den Parasiten (Ichneumonidae, Chalcididae, Braconidae, etc....) als auch den Wirt (das kann sogar noch nach dem Schlupf des Parasiten durch Sequenzierung der Magenreste erfolgen) eindeutig zu determinieren, und vielleicht ist sogar ein Hyperparasit dabei.

Untersuchungen zur Larvenbiologie gekoppelt mit eindeutiger Artbestimmung lohnen sich: Es warten viele spannende Fakten zur Biologie der Arten auf ihre Entdeckung – da ist viel zu holen, zu staunen und zu publizieren! Die Brücke hin zum weitgehend unbekanntem Kontinent „Insektenlarven“ ist gebaut, und sie wird täglich breiter und besser befahrbar – aber es braucht SIE, um den Kontinent endlich kennen zu lernen.

Literatur

Bemerkung: Ich habe hier, soweit es mir bekannt und zugänglich war, allen Zitaten den direkten Link zur elektronischen Version beigefügt. Dies sollte insbesondere bei den alten Referenzen des 19. Jahrhunderts die (oftmals schwierige) Zugänglichkeit substanziell erleichtern. Eine Einführung in die elektronischen Literatursammlungen ist für den Bayerischen Entomologentag 2014 geplant.

- BOURGUIGNAT, J. R. 1859: IV. Mélanges et Nouvelles (Remarque sur la brochure de M. TASSINARI 1858: Mollusci fluviatilis italicis nova species). – Revue et magasin de zoologie pure et appliquée **11** (2), 545-546. [mit Angaben ähnlicher Verwechslungen].
<http://archive.org/stream/revueetmagasinde11revu#page/544/mode/2up>
- EMDEN, I. v. 1927: Was hat die entomologische Larvensystematik den anderen entomologischen Disziplinen gegeben, beziehungsweise was kann sie ihnen geben? – 1. Wanderversammlung Deutscher Entomologen. – Entomologische Mitteilungen **16** (1), 12-15.
- HAUSMANN, A., HASZPRUNAR, G. & P. D. N. HEBERT 2011a: DNA Barcoding the geometrid fauna of Bavaria (Lepidoptera): Successes, surprises, and questions. – PLoS ONE **6**(2), e17134 (9 S.).
<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0017134>
- HAUSMANN, A., HASZPRUNAR, G., SEGERER, A. H., SPEIDEL, W., BEHOUNEK, G. & HEBERT, P. D. N. 2011b: Now DNA-barcoded: the butterflies and larger moths of Germany (Lepidoptera: Rhopalocera, Macroheterocera). – Spixiana **34** (1), 47-58 + S1 (28 pp) + S2 (25 pp).
http://www.pfeil-verlag.de/04biol/pdf/spix34_1_08.pdf
 Supplemente auf: http://www.pfeil-verlag.de/04biol/pdf/spix34_1_08s1.pdf
 sowie: http://www.pfeil-verlag.de/04biol/pdf/spix34_1_08s2.pdf
- KLAUSNITZER, B. 1969: Zur Bedeutung larvalsystematischer Untersuchungen für Ökologie und Faunistik. – Entomologische Berichte, Arbeitsmaterial für entomologische Fachgruppen im Kulturbund der DDR **1**, 12-16.
- KLAUSNITZER, B. 2008: Zur Bedeutung der Larven für Taxonomie, Systematik und Phylogenie der Holometabola. – Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie (DGAAE) **16**, 79-86.
http://www.dgae.de/html/publi/mitt2008/027_lo.pdf
- NIPPE, B., HAUSMANN, A. & M. A. MILLER. (Hrsg.) 2000: Atlas der Raupen europäischer und kleinasiatischer Schmetterlinge. – Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München. 96 S., 4 s/w Abb. im Text und 632 farbige Abb. auf 79 Taf..
- SPIX, J. v. 1825: Ueber eine neue Landschnecken-Gattung (*Scutelligera ammerlandia*) in Ammerland am Starenberger See in Baiern gefunden. – Denkschriften der Königlich Akademie der Wissenschaften zu München **9**, 121-124, 1 pl.
<http://archive.org/stream/denkschriftender08munc#page/120/mode/2up>

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Gerhard HASZPRUNAR
 Department Biologie II und GeoBio-Center der LMU München
 Zoologische Staatssammlung München
 Münchhausenstraße 21
 D-81247 München
 E-mail: haszi@zsm.mwn.de