

Neues zum „Auswachsen“ des Schmetterlingsflügels nach dem Schlüpfen des Falters aus der Puppe*).

Mit 1 Tafel.

Von Prof. Dr. med. K. Hasebroek, Hamburg.

Wenn ein Schmetterling nach Sprengung seiner Puppenhülle frisch ausgeschlüpft ist, so präsentieren sich bekanntlich seine Flügel zunächst noch als kleine schlaaffe Anhängsel am Thorax, die auf der Oberseite das Farben- und Zeichnungsmuster des fertigen Falters bis ins Einzelne en miniature erkennen lassen. Der Falter kriecht nun entweder auf die verlassene Puppenhülle oder irgendwo in der Nähe auf einen geeigneten Gegenstand, auf dem er sich mit den Beinen festklammern kann, und verharret hier in völliger Ruhe, bis die kleinen Flügel sich zur vollen Größe entfalten und nach der Erhärtung des bis dahin weichen Chitins flugbereit werden. Die Entfaltung besteht in einem langsamen, oft über Stunden sich hinziehenden Sichausrecken des harmonikaähnlich zusammengefalteten Flügelchens, der anatomisch aus einem abgeplatteten Säckchen, dessen Wandungen als obere und untere Chitinmembran aufeinander liegen, besteht.

Tötet man nun einen Falter mit hellen, durchscheinenden Flügeln, z. B. *A. crataegi* L. (Baumweißling), *G. rhamni* L. (Zitronenfalter), *St. salicis* L. (Weidenspinner) zum Zweck des Präparierens bzw. Aufspannens „zu früh“, d. h. vor dem völligen Erhärten des im übrigen bereits völlig ausgewachsenen Flügels, so kann man, wenn man die Flügel gegen das Licht hält, feststellen, daß die Blutlymphe im Flügelinnern sich noch nicht gleichmäßig zwischen oberer und unterer Flügelmembran verteilt hat, sondern an einzelnen Stellen sich anhäuft. Spießt man den Falter und dreht ihn zwischen den Fingern um die Nadelachse, so pendelt das Blut durch die Schwere hin und her. Hierbei fällt sofort auf, daß das Hin- und Hergleiten des Blutes wenig oder gar nicht durch die Flügeladern aufgehalten wird: man kann das Blut durch entsprechende Drehung des Falters nicht allein vom Wurzelfeld zum Saumfeld, sondern auch quer zu den Adern vom Vorderrand zum Hinterrand des Flügels treiben. So kann sich z. B. am vertikal gestellten Flügel eine relativ kleine Blutmenge durch die Schwere aus der obersten Zelle am Saumfeld dem Saum entlang abwärts bis zur Hinterrandzelle hinabsenken, indem etappenmäßig jedesmal eine höher gelegene Zelle sich allmählich entleert, um die nächst untere mit Blut zu füllen. (Fig. 1.) Die Adern sind also in diesem Stadium noch

*) Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 207 (1925), S. 140 ff. mit 8 Abbildungen.

nicht geschlossene Röhren, sondern nur Hohlrinnen auf den Innenflächen der oberen und unteren Membran, die, durch einen mit Blutlymphe gefüllten Spaltraum getrennt, sich einander gegenüber befinden.

Diese Feststellung ist von größter Bedeutung für eine veränderte Auffassung der Vorgänge bei der Ausbildung des fertigen Flügels.

Die nähere Untersuchung des abgeschnittenen Flügels, den man, am besten unter Wasser, in seine obere und untere Flügelmembran aufspalten kann, ergibt, daß die Hohlrinnengebilde im wesentlichen auf der Innenfläche der unteren Membran, und zwar den ursprünglichen Tracheenzügen folgend, angelegt sind, während auf der Innenfläche der oberen Membran nur ein entsprechender zartester plastischer Abdruck sich befindet. Diesem Verhalten entspricht auch am fertigen erhärteten Falterflügel die spätere Vollader, wie sie z. B. im bekannten Spulerschen Werk „Die Schmetterlinge Europas“, Stuttgart 1908, Seite XLIII, im Querschnitt abgebildet ist (Fig. 2). Spuler sagt hierzu: „daß in der Regel die Adern nach der Flügelunterseite bedeutend weiter vorspringen, als nach der Oberseite, an der sich, wenn sie abgehoben wird, manchmal keine Spur von Adern erkennen läßt“.

Das stärkere Vorspringen aber der Adern auf der Flügeloberfläche, wie man es an den fertigen Faltern stets findet, besonders an großen und starkflügeligen, entsteht so, daß die starkwandige Aderhohlrinne der Untermembran sich während des Erhärtungsstadiums des bis dahin weichen Flügels in toto durch die zartere Obermembran von unten nach oben zur Flügeloberfläche durchdrückt. So entsteht an jedem Sammlungsfalter der Eindruck, als lägen die Aderröhren überhaupt auf der Flügeloberseite. Man kann alles dies leicht feststellen, wenn man mit einem scharfen Messer sich einen Querschnitt durch das Wurzelfeld z. B. eines großen Schwärmers macht und die Schnittfläche mit der Lupe genauer ansieht (Fig. 3).

Eine erste Konsequenz dieser Art Entstehung der Adern ist diese: daß man jetzt die Art und Weise der Mission der bekannten mikroskopischen Seitentracheen, die in den allerersten Stadien der Flügelentwicklung in der Puppe wie Federfahnen, später unregelmäßig von den innerhalb der eigentlichen Adern gelegenen (Fig. 2) luftführenden Tracheenstämmen abzweigen (Fig. 4), klar erkennt. Solange nämlich die Adern, die die Tracheen einschließen, noch nicht geschlossene Röhren, sondern nur auf Ober- und Untermembran sich gegenüberliegende Hohlrinnen sind, haben die feinen sich abzweigenden Seitenausläufer der Tracheen freie Passage in die im Spaltraum zwischen der oberen und unteren Membran des Flügels befindliche Blutlymphe. Sie können hier frei flottieren. So erklärt sich zugleich deren bisher rätselhafte Knäuelbildung an den Enden (Fig. 4) mechanisch nach Art sich aufknäuelnder feinsten Fädchen, die man in einer Flüssigkeit flottieren läßt.

Man hat ferner bisher vergeblich nach dem Eintreten dieser Tracheenendigungen in die sich bildenden Schuppenzellen gesucht: die Tracheenendigungen treten überhaupt nicht in Zellelemente ein, sondern enden frei, und ihre Mission beschränkt sich darauf, daß sie die Tracheenluft mit ihrem Sauerstoff durch ihre Endöffnungen nur in die Blutflüssigkeit abzugeben haben. Die Zellen entnehmen ihrerseits selbständig den zu ihrer Entwicklung nötigen Sauerstoff durch Diffusion aus dem Blut. Und ebenso steht es mit dem zur Pigmentbildung der Schuppen nötigen Sauerstoff. Die Schuppen tauchen mit ihren Wurzeln, die Flügelmembran durchbohrend, gewissermaßen in die zwischen Ober- und Untermembran befindliche Blutlymphe ein. Ich habe dies mikroskopisch bei meinen Untersuchungen über das schwarze Pigment beim Melanismus der Schmetterlinge direkt nachweisen können.

Ich komme jetzt zum eigentlichen „Auswachsen“ des kleinen Flügels am geschlüpften Falter: Sind die Adern nur Hohlrinnen auf oberer und unterer Membran, so vollzieht sich im Flügelsäckchen, richtiger: im gesamten Spaltraum zwischen den Membranen und zwischen den Harmonikafältchen eine Aufsaugung der Blutlymphe aus dem Körperinnern durch Kapillarität. Zur Verfolgung dieses Vorganges habe ich viele Versuche an Spalträumen zwischen je 2 Glasplatten und je 2 feinen aufeinanderliegenden Gummimembranen, sowie an künstlichen aus Condomgummi und Fischblase gefertigten Modellflügelsäckchen angestellt. Hierbei fand ich ganz entsprechende Erscheinungen wie sie vom lebendigen Flügel bekannt sind, speziell die gleiche spontane Entfaltung und Vergrößerung eines zusammengefalteten mit einer Eingangsöffnung versehenen Modellflügels, wenn ich ihn unter Wasser brachte. Bekanntlich verhält sich — was wohl nicht allgemein bekannt ist — auch ein vom Leibe abgetrennter kleiner Naturflügel genau ebenso, indem er sich, unter Wasser gebracht, durch kapilläre Aufsaugung von Flüssigkeit ausdehnt und entfaltet. Dies war schon Swamerdam bekannt und ist von Petersen 1891 näher untersucht. Bei diesem kapillären Vorgang spielen wieder die hohlen Röhrenendigungen der in der Blutlymphe des Flügelsäckchens flottierenden Seitentracheen eine wichtige Rolle: denn nur durch diese offenen Enden der rückwärts mit der Außenluft kommunizierenden Tracheen werden die Bedingungen erfüllt, unter denen eine solche Kapillarwirkung möglich wird. Es bedarf nämlich zur kapillären Aufsaugung der Lympe aus der Leibeshöhle in das im übrigen allseitig geschlossene Flügelsäckchen eines Ausweichens der Blutlymphe rückwärts in die lufthaltigen Tracheen. Eine z. B. mit dem einen Ende in Wasser tauchende gläserne Kapillare muß, wenn die Flüssigkeit in sie aufsteigen soll, an ihrem freien Ende offen sein. Daß in diese feinsten Tracheenendigungen Blutlymphe tatsächlich eintreten kann, das sieht man mikroskopisch an den häufigen scheinbaren Unterbrechungen im Verlaufe der Seitentracheen, die nach dem jeweilig voneinander getrennten Luft- und

Blutinhalt optisch partiell besser oder schlechter sichtbar werden (Fig. 4).

Es war bisher rätselhaft, daß man bei der Schlußentwicklung des Flügels zahlreiche, selbst größere Tracheen nicht mehr nachweisen konnte, die bis dahin vorhanden gewesen waren. Man meinte, daß die Tracheen nach ihrer erledigten Mission als Sauerstoff zuführende Organe substanzuell zerfielen, um entweder von der Blutlymphe resorbiert oder von gewissen Zellen aufgefressen zu werden (*Phagocytose*). Jetzt erklärt sich das Verschwinden durch optische Täuschung: denn durch die Aufnahme der retrograd eintretenden Blutlymphe in die Tracheen werden diese unter dem Mikroskop gegenüber der sie umgebenden gleichen Blutlymphe schwer sichtbar, ja unsichtbar. Ich habe auch dies an rötlich tingierten Tracheen bei *V. urticae* L. während der Entwicklung direkt nachweisen können.

Ich wende mich jetzt zu den gröberen Vorgängen der Entwicklung des Flügels, wie es sich an dem weißen durchscheinenden Flügel des Spinners *S. salicis* L. beobachten läßt, und zwar vom senkrechten Aufrichten der Flügel an bis zu deren finalem Dachfirst ähnlichen sich Niederlegen an den Körper, wie man es bekanntlich bei den Nachtfaltern in der Ruhe findet. Hierbei hat sich ein bisher nicht berücksichtigtes Moment ergeben: nämlich der Einfluß der Schwerkraft auf die letzte gleichmäßige Verteilung der labilen Blutlymphe im Flügelinnern, wie sie bei der Hohlrippennatur der Adern zur Auswirkung kommen kann, um die niedergelegten Flügel von ihrer letzten Längsfaltung zu befreien und deren Oberfläche definitiv zu glätten. Erst jetzt — also ganz am Schluß, wenn die Erhärtung einsetzt — legen sich die auf Ober- und Untermembran einander gegenüber befindlichen Aderhohlrippen aufeinander und verkleben mit der Erhärtung zu wirklichen röhrenförmigen Gebilden wie wir sie am fertigen Falter kennen (Fig. 2 und 3).

Die Adern enthalten jetzt noch Blutlymphe, diese wird ja durch das Aufeinanderlegen der Zwischenadernmembranen naturgemäß geradezu in die Hohlrippen hineingedrängt. Erst nach erfolgtem Röhrenschluß beginnt die Blutlymphe aus dem gesamten Volladersystem allmählich in die Leibeshöhle des Falters wieder zurückzutreten, um die Flügel als leichteste lufthaltige Gebilde ihrer Flugbestimmung anzupassen.

Dieser, wohl mit dem ersten Fliegen einsetzende finale Zustand der Adern als lufthaltige Röhren hat irrtümlich dazu geführt — abgesehen von der so vielfach auch bei den praktischen Entomologen noch vorkommenden Verwechslung zwischen „Adern“ und „Tracheen“ —, die Adern von vornherein als leere Hohlorgane und Kanäle anzusehen, durch welche der Falter sich die Flügel zur vollen Größe selbsttätig aufpumpen oder gar aufblasen sollte. Es ist ja möglich, daß bei der primären passiven kapillären Füllung auch durch gewisse Reflexbewegungen des Falterleibes, wie sie durch irgendwelche Außenreize, z. B. Berührungen oder dergleichen, ausgelöst werden und die man gern

als „Pumpbewegungen“ auslegt, vermittelt sporadischer Überdruckwirkungen in der Leibeshöhle die Blutzufuhr in die größeren Flügelwurzeldepots unterstützt wird, aber die Annahme einer Pumpfähigkeit des Falters im teleologischen Sinne ist nicht mehr nötig, seitdem man die Bedeutung der Kapillarität erkannt hat.



Falterschicksal*).

Von Oberlehrer R. Hiller, Roßwein.

Einsam auf blumiger Aue
Ein Falter sich wieget im Sonnenschein.
Margarete, Glocke und Nelke,
Labkraut und Quendel schmücken den Rain.

Allüberall nascht er vom Kelche,
Honigseim gibt es in Hülle und Füll,
Doch einsam bleibt er im Felde,
Mag schauen und suchen so lange er will.

Bescheiden fragt er beim Quendel,
Bei Glockenblume und Blaublümlein an,
Ob man wohl Gespielen geschauet.
Doch niemand berichten und kunden ihm kann.

Da endlich, draußen am Raine,
Ein Schwesterlein flattert im blauseidnen Kleid,
Das weiß ihm Auskunft zu geben,
Doch Auskunft von Not und viel Herzeleid.

Im Frühling, als draußen noch ruhten
Die Räumchen und Puppen im Grase versteckt,
Da haben züngelnde Flammen
Vernichtend und sengend die Erde geleckt.

Bald lagen verkohlt weite Flächen,
Versengt stand der Strauch an dem Rain,
Den Feuertod mußten erleiden
Manch Räumchen und manches Goldkäferlein.

*) Gegenwärtig ist man dabei, auf Wiesen das dürr gewordene Gras zu verbrennen. Größtenteils ahnt man aber nicht, wieviel noch im Winterschlaf liegende Räumchen und Larven, aus denen sich später die Falter entwickeln, man dadurch vernichtet. Auch die Mehrzahl der Wald- und Buschbrände kommen auf das Konto dieser Verbrennungen, die zum Glück in unserer Gegend nur in ganz geringem Maße vorkommen.

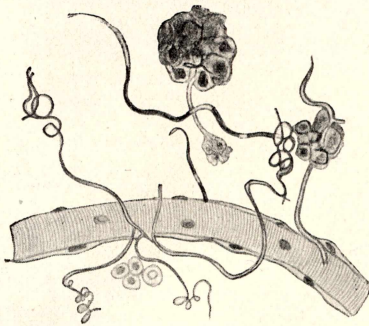


Fig. 4. Stammttrachee mit Seitentracheen von einem Kohlweißlingspuppenflügel aus früher Entwicklung. Zellenanhäufungen einer ersten Schuppenbildung.

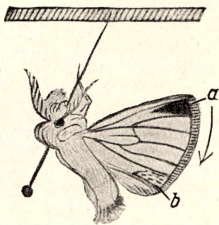


Fig. 1. Aufgespießter Falter *St. salicis* L., an dessen Hinterflügel eine in Zelle *a* befindliche Blutmenge sich durch die Schwere allmählich von Zelle zu Zelle, ungehindert durch die Flügeladern, nach *b* hinabsenkt.

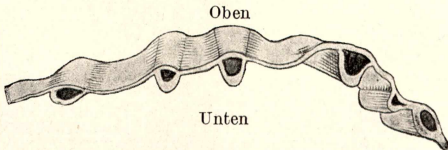


Fig. 3. Querschnittsband aus dem Wurzelfeld des Vorderflügels des Schwärmers *P. convolvuli* L.

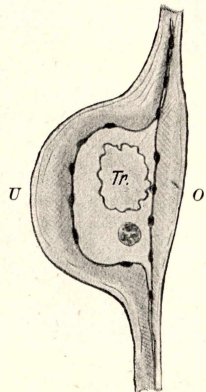


Fig. 2. Senkrechter Schnitt durch die Ader eines Schmetterlingsflügels (nach Spuler). *U* Unterseite, *O* Oberseite. Im Innern der Ader Trachea (*Tr*) und Nerv. Die Hohlrinne wird von der untern Membran gebildet. Die Ader wird erst zur Röhre beim Abschluß der Hohlrinne durch die obere Membran.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologisches Jahrbuch \(Hrsg. O. Krancher\). Kalender für alle Insekten-Sammler](#)

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: [1929](#)

Autor(en)/Author(s): Hasebroek Karl

Artikel/Article: [Neues zum „Auswachsen“ des](#)

Schmetterlingsflügels nach dem Schlüpfen des Falters aus
der Puppe 137-141