

In dem System, welches Häckel in seiner oben citierten Arbeit für die Foraminiferen aufgestellt hat, werden dieselben wieder in Imperforata und Perforata geschieden, eine Einteilung, die, wie wir gesehen haben, von der Eimer-Fickert'schen grundsätzlich abweicht. Die Häckel'schen Anschauungen nähern sich indessen denjenigen Eimer's darin, dass er den Einflüssen der Umgebung und der Lebensweise einen bedeutenden Anteil bei der Gestaltung der Talamophorengehäuse zuschreibt. Er streift auch die Lehre vom organischen Wachsen, indem er die meist zunehmende Größe der jüngeren Kammern der Polythalamien als die notwendige Folge des beständig an Intensität gesteigerten Wachstums erklärt.

Es würde zu weit führen, wenn ich hier noch näher auf den speciellen Teil eingehen wollte. Ich habe es im Vorstehenden soweit gethan, als es zum Verständnis der allgemeinen Ausführungen nötig war und muss es jeden einzelnen überlassen, die Richtigkeit der Schlüsse an der Hand der systematischen Aufstellungen selbst nachzuprüfen. Immerhin glaube ich, dass es schon aus dieser gedrängten Uebersicht über die Eimer-Fickert'sche Arbeit hervorgeht, wie wichtig dieser Beitrag ist für die Lehre der Entstehung der Arten auf Grund organischen Wachsens. [97]
 v. L.

Edgar Krüger, Ueber die Entwicklung der Flügel der Insekten mit besonderer Berücksichtigung der Deckflügel der Käfer.

(Von der philosophischen Fakultät der Universität Göttingen gekrönte Preisschrift, zugleich Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde. Göttingen 1898.)

Da über die Entwicklung des Käferflügels bisher noch wenig gearbeitet worden ist, so bildet die vorliegende Arbeit Krüger's eine sehr wertvolle Ergänzung zu der Entwicklungsgeschichte dieser Tiergruppe. Der Verfasser beschränkt sich indessen nicht allein auf die Untersuchung des Coleopterenflügels, er bespricht auch seine Beobachtungen an andern Insekten und unterwirft die über diesen Gegenstand vorhandene Litteratur einer eingehenden Prüfung.

Für das Gelingen der Untersuchungen war die erste Bedingung, ein Mittel zu finden, um das harte Chitin der Flügeldecken der Käfer schneidbar zu machen. Es gelang Krüger, Schnitte von 8—10 μ Dicke anzufertigen, wenn er das Tier in einer konservierenden Flüssigkeit (Zenker'sche Flüssigkeit) fixierte und dann in 3% Salpetersäure verbrachte, wodurch das Chitin erweicht wurde, ohne dass die Gewebe eine merkliche Beschädigung erfuhren. Die Objekte wurden in hartes Paraffin eingebettet, nachdem sie vorher erst 3—4 Tage in flüssigem Paraffin gelegen hatten zum Zweck, das Chitin noch mehr zu erweichen.

An solchen Schnittserien, die fast ausschließlich mit Hämatoxylin gefärbt waren und verschiedene Entwicklungsstadien der Flügel von *Tenebris molitor*, *Lema asparagi* und *Lema meridigera* darstellten, machte der Verfasser die folgenden Beobachtungen:

Die Imaginalscheiben der Flügel treten bei den genannten Formen am Ende der Larvenperiode nach der letzten Larvenhäutung vor der

Häutung der Puppe auf. Sie entstehen der Lage nach eng über der Beinwurzel des Meso- und Metathorax. Bei *Tenebrio molitor* sind die Flügelkeime durch ein etwas eingesenktes hellgelbes Feld schon auf der äußeren Chitindecke bezeichnet und bilden im ersten Stadium eine sehr seichte langgestreckte Grube, deren mittlerer Teil schwach vorgewölbt und gegen die Chitindecke verdickt erscheint. Der Flügelkeim zeigt indessen schon in diesem frühesten Stadium die doppelte Lamellennatur des fertigen Flügels, er ist gegen das weiter innen liegende larvale Fettgewebe durch eine homogene kernlose Membran abgegrenzt und enthält weder Tracheen noch Nerven. Auch von einer Chitinüberkleidung der Imaginalscheibe ist noch nichts zu bemerken. Diese Verhältnisse treffen wir sowohl im Vorderflügel als im Hinterflügel, beide Organe unterscheiden sich bei ihrer ersten Anlage in keiner Weise voneinander. Im weiteren Verlauf der Entwicklung kommt die Flügelimaginalscheibe tiefer zu liegen, indem sich die Ränder der früher seichten Grube erheben und eine weitgeöffnete Hypodermistasche bilden. Gleichzeitig tritt ein Tracheenast an den Grund des conusartigen Flügelkeimes heran.

Bei *Tenebris molitor* ist die Gestalt der ersten Flügelanlage von der geschilderten etwas verschieden.

Je mehr nun die Flügelanlagen in die Länge wachsen, desto mehr treten sie aus der Hypodermistasche hervor und bilden vier Ausstülpungen an den Seiten des Körpers. Jeder Flügel stellt jetzt einen Schlauch dar, dessen Lumen von Blutflüssigkeit, Blutkörperchen und Tracheen erfüllt ist, und dessen Wandungen von gedrängt stehenden, spindelförmigen Hypodermiszellen mit spindelförmigen Kernen gebildet werden. Während bisher Vorder- und Hinterflügel noch keine Differenzierung zeigten, vollzieht sich im darauffolgenden Stadium eine bemerkenswerte Aenderung im Wachstum der beiden Flügel. Der Vorderflügel nimmt erstens schneller an Dicke zu als der Hinterflügel, außerdem bleibt der letztere noch länger in dem schlauchförmigen Stadium stehen, während im Vorderflügel jetzt schon die Wandungen des Schlauches an einigen Stellen miteinander verwachsen und nur einzelne Kanäle, die spätern Adern des Flügels, von dem mit der Leibeshöhle kommunizierenden Lumen des ursprünglichen Schlauches frei bleiben.

Auch im Flügelepithel vollzieht sich jetzt eine Aenderung. Das ganze Zellengewebe erscheint aufgelockert, die Zellen ziehen sich an ihrem inneren Ende zu Fäden aus, die zusammen ein feines Netzwerk bilden und meistens senkrecht zur Längsaxe des Flügels denselben durchsetzen. Die Wandungen des Flügels bilden jetzt deutliche Lamellen, welche durch eine schwach angedeutete Membran von einander getrennt werden. Dieses als Grundmembran bezeichnete Häutchen setzt sich in die Flügelkanäle und Adern fort. Im Hinterflügel vollziehen sich ganz ähnliche Veränderungen, nur geht der Prozess dort viel langsamer von statten als im Vorderflügel.

Im nächsten von Krüger beschriebenen Stadium haben sich die Unterschiede in der Entwicklung des Hinter- und Vorderflügels ausgeglichen. Die Grundmembran hat ein derberes kompaktes Aussehen erhalten, die fadenförmigen Fortsätze der Hypodermiszellen verlaufen annähernd parallel von der äußern Flügelwand zur Grundmembran und gehen keine Anastomosen mehr ein, sondern setzen sich in das Gewebe der

Grundmembran fort. Die interzellulären Lücken, welche durch den Auflockerungsprozess des Flügelepithels entstehen, sind mit Blutflüssigkeit erfüllt. In diesem Stadium finden sich im Blut, das die Flügeladern erfüllt, zahlreiche isolierte kugelige Zellen und es gelang Krüger nachzuweisen, dass dieselben dem Fettkörper entstammen und degenerierende Fettzellen darstellen. Der Verfasser hält diese im Blut suspendierten Zellen für Träger des Nährstoffs, dessen die Flügel zu ihrer weiteren Entwicklung benötigen. Das nächst höhere Stadium ist durch das Auftreten einer Menge von Blutkörperchen, sowohl im Blute, das die Adern erfüllt, als auch in dem Blute der Interzellularräume ausgezeichnet. Die Fettzellen sind jetzt bis auf spärliche Körnchenreste verschwunden, dagegen beobachtet man neben den Blutkörperchen kleine hellfarbene, kugelige Zellelemente, die Krüger für Weismann'sche Körnchenzellen hält, die von den Blutkörperchen abzuleiten sind.

Mit ihrem weitem Längenwachstum ist eine Faltung der Flügel verbunden, eine Veränderung, die sich um so leichter vollziehen kann, als die Flügellamellen durch die immer weiter fortschreitende Vacuolisierung der Hypodermiszellen äußerst zart geworden sind. Die Flügel selbst sind jetzt von einer feinen Chitinhaut bekleidet, die an Dicke zunimmt, bevor noch der Käfer die Larvenhülle sprengt, um zur Puppe zu werden.

Im Folgenden werden nun die histologischen und anatomischen Veränderungen beschrieben, welche sich im Flügel der Puppe und der Imago vollziehen. Besonders auffallend ist es, dass während der Puppenperiode der Hinterflügel viel dicker wird als der Vorderflügel, während in der Larvenzeit gerade das Umgekehrte zu beobachten war, im Uebrigen unterscheidet sich das erste Puppenstadium nur wenig von dem letzten Larvenstadium. Im weiteren Verlauf der Entwicklung ist nun besonders eine Spaltung der Grundmembran des Vorderflügels in zwei dünne Lamellen hervorzuheben. Im dritten Puppen-Stadium finden sich zum ersten Mal Anlagen von Drüsen- und Borstenbildung. Gleichzeitig beobachtete Krüger, dass auf dieser Stufe der Entwicklung die mit der Grundmembran verwachsenen Pfeiler der Hypodermiszellen des Hinterflügels sich stark verdickt hatten und so die interzellulären Bluträume erheblich eingeschränkt wurden. Dieser Vorgang ist im nächst älteren Stadium noch deutlicher zu beobachten, und wir sehen, dass mit der Verbreiterung der Zellenpfeiler eine außerordentliche Reduktion der Dicke besonders im Hinterflügel eintritt.

Die Adern beginnen sich zu dieser Zeit über die Flügelfläche hervorzuwölben, zum Teil nach oben und zum Teil nach unten. Der Vorderflügel schlägt nun eine vom Hinterflügel deutlich verschiedene Entwicklungsrichtung ein. Die Spaltung der Grundmembran und damit die Verschiebungen der Blutlakunen, die Reduktion der ventralen Flügellamelle gegenüber der dorsalen sind Erscheinungen, die wir beim Hinterflügel nicht beobachten. Auch durch sein schnelleres Längenwachstum unterscheidet sich der Vorderflügel in der Folge vom Hinterflügel, der ihm jetzt auch wieder wie anfangs in der Dicke weit nachsteht. Im Hinterflügel gehen sowohl die Grundmembran als auch die Zellenpfeiler allmählich verloren. Mit der Reduktion dieser Zellelemente beginnt gleichzeitig die Entwicklung der definitiven Chitinbedeckung und des Stachelbesatzes. Nicht alle Flügelteile schreiten indessen in ihrer

Entwicklung gleichmäßig fort, an einzelnen Stellen bleiben die ursprünglichen Zellfäden noch längere Zeit bestehen, während an andern die Chitinisierung schon weit vorgerückt ist. Am Vorderflügel wird die Ausscheidung von Chitin erst später beobachtet, sie beginnt hier an der Oberfläche des Flügels und erreicht erst im imaginalen Zustand ihre volle Entwicklung.

Im Gegensatz zu den Lepidopteren bleibt der Käfer, wenn er die Puppenhülle verlassen hat, noch längere Zeit in dem ihn schützenden Erdocon. In diesem Zeitraum wird das Wachstum der Flügel beendet, und diese erreichen, indem sich die Falten und Runzeln glätten, ihre definitive Form, Größe und Farbe.

Bei genauerer Untersuchung der imaginalen Flügel lässt sich im Hinterflügel, obwohl die beiden die Flügelmembran darstellenden Zelllagen überall nahe aufeinander gerückt sind, die doppelte Lamellenstruktur des Flügels deutlich erkennen. Der Hinterflügel hat ebenso wie der Vorderflügel, dieser allerdings in geringerem Maß, eine weitere Reduktion der Dicke erfahren. Im Vorderflügel sind noch immer eine Anzahl der ursprünglichen Zellelemente deutlich erhalten, neu ist indessen eine Absonderung von Chitin auf den sog. Querbrücken, d. i. schon früher angelegte Einfaltungen der dorsalen Flügelmembran, die später die ventrale Membran erreichen. Im weiteren Verlauf der Entwicklung bilden sich die Hypodermiszellen mit ihren Fortsätzen vollständig zurück, und die beiden Lamellen der Grundmembran sind jetzt an allen Stellen des Flügels von einander getrennt, so dass von ihnen ein einziger Hohlraum umschlossen wird, der mit der Leibeshöhle in Verbindung steht. Dieses Lumen erfährt indessen in der Folge durch die außerordentlich starke Abscheidung von Chitin eine fortgesetzte Reduktion, und schließlich erscheinen Bluträume und Tracheen nur noch als spärliche Reste zwischen den beiden Chitindecken. Noch enger liegen die Chitinlamellen im Hinterflügel aneinander, wo im fertigen Flügel nirgends mehr eine Spur von Plasma oder Kernen nachweisbar ist.

Außer der Entstehung des Käferflügels hat Krüger auch der Entwicklung anderer Organe, der Muskeln, Gelenke, der Drüsen im Deckflügel und der Chitinstacheln im Hinterflügel seine Aufmerksamkeit geschenkt. Bezüglich der Bildung von Muskeln und Gelenke kam der Verfasser zu der Anschauung, dass erstere früher auftreten als die letzteren und dass die Muskeln der Imago als umgewandelte Larvalmuskeln zu deuten seien.

Die Drüsen, welche im Deckflügel von *Lema meridigera* und *L. asparagi* vorkommen, sind beide von Hypodermiszellen abzuleiten, die sich schon in der zweiten Hälfte des Puppenstadiums durch ihre Größe und durch ihre eigentümliche Lage auszeichnen. Die Drüsen gehen im fertigen Flügel bis zur Chitinschicht durch die Hypodermis und endigen entweder in mehreren oder in einem gemeinschaftlichen Ausführungskanal (*L. meridigera* bzw. *L. asparagi*). Krüger sieht in den Drüsen der Käferelytren mit den Schuppen der Schmetterlingsflügel übereinstimmende Bildungen.

Die Chitinstacheln am Hinterflügel von *Lema* sind den Haaren homologe Organe. Sie entstehen ebenfalls aus Hypodermiszellen, und zwar entspricht jeder Stachel einer einzigen Zelle. Bei *Lema asparagi* be-

obachtete Krüger die ersten Stachelanlagen am Anfang des Puppenstadiums. Die Zellen des Hinterflügels zeigen in diesem Zeitpunkt kurze, spitzige Fortsätze, welche über die Oberfläche der Flügeldecke hervorragen. Auf diesen Fortsätzen scheidet sich dann nach und nach, im selben Verhältnis wie das Plasma schwindet, Chitin aus, bis schließlich der ganze Stachel aus dieser Substanz dargestellt wird.

Am Schluss seiner Arbeit erörtert Krüger die vielumstrittene Frage, welche morphologische Deutung dem Käferdeckflügel beizulegen sei. Sind es einfache Vorderflügel, oder sind dieselben mit den Halsschildseitenlappen der Heuschrecken und Käfer, den Tegulae der Hymenopteren, den Pterygoden der Lepidopteren zu homologisieren? Obwohl eine Identifizierung der Käferdeckflügel mit den Halsschildseitenlappen manches für sich hat, so bietet doch die durch Muskulatur und Gelenkbildung hervorgerufene Beweglichkeit der Elytren einen Vergleichspunkt, der es unmöglich macht, beide Bildungen als gleichwertig zu betrachten.

Krüger kommt zu dem Schlusse, dass die Käferdeckflügel einfache Vorderflügel sind, die sich aus einer identischen Anlage entwickeln wie die Hinterflügel. Das Wachstum der beiden Gebilde verläuft, wie wir gesehen haben, eine zeitlang parallel, dann aber schlägt der Vorderflügel eine Entwicklungsrichtung ein, die ihn zu einem vom Hinterflügel sehr abweichenden Gebilde ausgestaltet. Die beiden Flügellamellen sind im Vorderflügel weiter von einander entfernt als im Hinterflügel, die Chitinausscheidung ist eine bedeutend reichlichere als dort, die Aderung fehlt vollständig. Der ganze Vorderflügel wird von einem Hohlraum durchzogen, der mit der Leibeshöhle in Verbindung steht und nur durch die chitinisierten Querbrücken eingeschränkt wird. Dieser Hohlraum ist keine primäre, sondern eine sekundäre Bildung, er ist nicht identisch mit dem ursprünglichen Flügellumen und steht also auch in keinerlei Zusammenhang mit den Adern den Aesten des Hohlraums im Hinterflügel. Zusammenfassend sagt Krüger: „Der Vorderflügel beim Käfer ist also kein durch Hemmung der Entwicklung auf niederer Stufe verharrender, primärer Flügel, sondern ein Flügel, der von der Entwicklungsart des Hinterflügels sich entfernend, nur nach einer ganz andern Seite einer veränderten Funktion gemäß sich entwickelt.“ v. L. [98]

Beobachtungen über den Gasgehalt der Gewässer im Winter.

Von **Karl Knaute**.

(Aus dem tierphysiologischen Institut der königlichen landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin.)

In Nr. 22 Bd. XVII dieser Zeitschrift berichtete ich über den Gasgehalt unserer Gewässer unter Einwirkung der chromophyllhaltigen Organismen einer- und der verschiedenartigen Belichtung andererseits. Es erschien nun sowohl theoretisch, wie im Hinblick auf die praktischen Bedürfnisse der Fischhaltung wichtig, diese auf die Zeit des intensivsten Lebens im Wasser während des Sommers sich beziehenden Ermittlungen durch solche zu ergänzen, welche Aufklärung über den Gasgehalt des Wassers im Winter, speziell

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Linden von Maria

Artikel/Article: [Edgar Kruiger, Ueber die Entwicklung der Fluigel der Insekten mit besonderer Beruecksichtigung der Deckfluigel der Kaefer. 779-783](#)