

## 7. Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration der Odonaten<sup>1</sup>.

Von Dr. Viktor Janda, (Prag-Karlín).

(Mit 14 Figuren.)

eingeg. 5. März 1910.

Mit dem Studium der Regenerationserscheinungen bei den Odonaten beschäftigt, gelangte ich zu einigen Ergebnissen, die ich im nachfolgenden kurz besprechen möchte.

### *Aeschna cyanea*.

Die Larven von *Aeschna* sind imstande abgeschnittene Fühler, Beine und Flügel zu reproduzieren. Die Regeneration der obgenannten Organe vollzieht sich in dem Zeitraum zwischen den einzelnen Häutungen langsam unter dem alten Chitinüberzug, ohne daß während dieser Zeit äußerlich etwas bemerkbar ist.

Die Regeneration der Fühler und Beine ist in jeder Höhe möglich und die Ausbildungsstufe des Regenerats ist, abgesehen von dem Alter und der Wachstumsintensität des Individuums, proportional der Zeit zwischen Operation und der nächstfolgenden Häutung.

Totalexstirpation von Fühlern und Beinen an der Larve führt ebenso zur Wiederherstellung derselben an der Larve oder Imago, wie jene von Flügelanlagen.

Die ersten Fühlerregenerate sind viel kürzer und besitzen in der Regel eine geringere Gliederzahl als die unverletzten Fühler. Sehr oft bestehen die Regenerate, die sich nach dem Abschneiden der ganzen larvalen Fühler entwickeln (wie bei sehr jungen, eben aus dem Ei geschlüpften Tieren), nur aus 3 Gliedern, 2 Grundgliedern und einem sehr langen, fingerförmigen 3. Glied, aus dem sich erst im Laufe der Häutungen 3–4 Geißelglieder bilden, so daß dann die Regenerate, was die Gliederzahl betrifft, fast vollständig mit den normalen Organen übereinstimmen.

Auch die jungen Beinregenerate zeichnen sich durch ihre unbedeutende Größe aus und lassen oft eine distinkte Gliederung erkennen, die mit der der normalen Beine in den Hauptzügen übereinstimmt; doch gibt es auch Fälle, wo die Gliederung völlig ausbleibt und das Regenerat in der Form eines ungegliederten Höckers an der Operationsstelle erscheint. Die Borsten der regenerierten Fußglieder sind kurz und spärlich. Werden die Beine in verschiedener Höhe abgenommen, so erstreckt

<sup>1</sup> Die vorliegende Mitteilung ist ein kurzer Auszug meiner Abhandlung: »O regenerační dějch u členovců Část II. Odonata«, die unlängst in den Sitzber. d. königl. böhm. Ges. d. Wissensch. Math.-Naturw. Kl. XXI. Prag. 1910. 2 Tf. 36. p. als zweiter Teil meiner Regenerationsstudien erschien.

sich die Verkleinerung nur auf die neugebildeten Teile derselben und ist am deutlichsten am Tarsus zu sehen. (S. Fig. 1.) — Der regenerierte Tarsus besteht ursprünglich nur aus einem, seltener aus 2 Gliedern. In diesem Punkte verhalten sich sämtliche Beinpaare gleich. Das letzte Tarsenglied, das zuerst zum Vorschein kommt, pflegt mit 2 Krallen versehen zu sein, doch können dieselben auch gänzlich fehlen. Im Laufe der Häutungen werden auch die zwei proximalwärts liegenden Tarsenglieder wieder ersetzt, so daß die älteren Tarsenregenerate die Gliederzahl (3) der normalen Tarsen erreichen. Die Neubildung der Tarsenglieder erfolgt in der Weise, daß zuerst das distalste Glied (Endglied) samt Krallen gebildet wird; ihm folgt das Basalglied nach, worauf erst das zweite (mittlere) Glied an die Reihe kommt. Es schreitet also die Tarsengliederung nach der Ausbildung des Klauengliedes centrifugal fort.

Werden sehr jungen Larven Gliedmaßeile ganz oder zum Teil abgeschnitten, so wachsen diese bereits zur Larvenzeit des Tieres wieder nach und können noch mehrmals regeneriert werden.

Die Regeneration der larvalen Flügelanlagen findet, wie gesagt, unter der alten Chitindecke statt. Das Regenerat kommt erst nach der Häutung zum Vorschein und ändert seine Gestalt und Größe bis zur nächsten Häutung nicht.

Werden die larvalen Flügelscheiden in verschiedener Höhe quer durchgeschnitten, so tritt nach der Häutung an dem verletzten Ende derselben nur eine mehr oder weniger deutliche Zurundung und Hervorwölbung des Schnittrandes zutage, die im Laufe der Häutungen immer deutlicher wird. Auch wird die verletzte Flügelscheide immer größer und der Form nach dem intakten Organ ähnlicher, was auch für Regenerate gilt, die sich nach der totalen Exstirpation der larvalen Flügelanlagen und Flügelscheiden entwickeln und zuerst die Form von kleinen, schuppenförmigen Gebilden besitzen.

Ich habe die operierten Larven das ganze Jahr hindurch gezüchtet und auch Imagines aus ihnen ausschlüpfen gesehen. Je nach der Art der an den Larven vorgenommenen Operationen und nach dem Alter der operierten Individuen erzielte ich bei dem Vollinsekt ziemlich verschiedene Resultate.

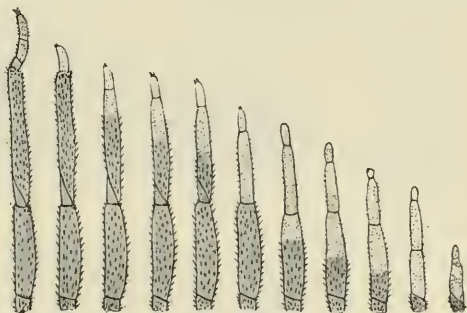


Fig. 1. Verschiedene Beinregenerate. (Die Beine in verschiedener Höhe durchgeschnitten.)

In einigen Fällen fehlte jede Spur von Regeneration, in andern gab es nur kurze Flügelstummel, Fig. 8, 9, 12, oder es wurden die Flügel mehr oder weniger vollständig regeneriert und unterschieden sich von den normalen Flügeln nur durch ihre geringere Größe, Fig. 2—5, 10, 11, 13, 14. Die Verkürzung des Flügelregenerats ist aber keineswegs durch

Fig. 2.

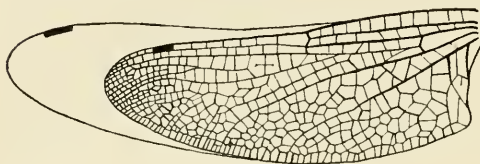


Fig. 3.

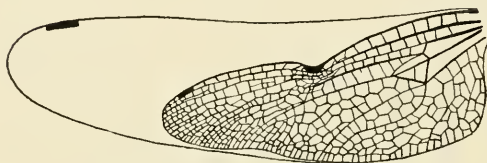


Fig. 4.

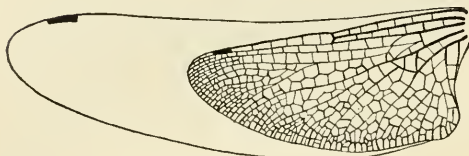


Fig. 5.

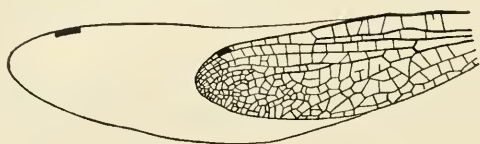


Fig. 2—5. Verschiedene Flügelregenerate von *Aeschna* (Imago). (Die larvalen Flügelscheiden ganz abgeschnitten.)

das Fehlen eines Teiles des Gesamtflügels verursacht, wohl aber (ähnlich wie Meisenheimer über regenerierte Flügel der Schmetterlinge berichtet) durch eine regelmäßige und proportionale Verkürzung des Ganzen, was sich besonders deutlich in dem Bau und Verlauf des neugebildeten Geäders und in der Lage des Nodus und Pterostigmas kund gibt.

Interessant ist die Tatsache, daß die Regenerationsfähigkeit d. Flügelscheiden auch dann nicht aufhört, wenn man nur gewisse Teile derselben entfernt, was besonders in bezug auf die Experimente, die von Kammerer an den Fliegen angestellt wurden, hervorgehoben werden muß. Dies erscheint jedoch keineswegs überraschend, wenn man

bedenkt, daß man es in unserm Falle mit einem hemimetabolen Insekt zu tun hat und daß es sich nicht etwa um einen imaginalen Flügel, sondern um larvale, in der Entwicklung begriffene Flügelanlagen handelt. Die Regenerationsfähigkeit der quer durchgeschnittenen Flügelscheiden ist desto größer und der förmliche Ausgleich derselben desto vollkommener, je mehr distalwärts die Wundstelle liegt und je jünger die operierte Larve ist (Fig. 6, 7). Erfolgt die Durchschneidung der larvalen Flügelscheiden in der Nähe ihrer Ansatzstelle (etwa in

proximalen Viertel derselben), so wird, besonders bei älteren Exemplaren, der Defekt ziemlich oft nur unvollkommen ausgeglichen; die Richtung des Schnittes bleibt auch am Imago-Flügel erkennbar, und man nimmt an demselben außer einer Verlötung, Vermehrung und Verdickung des in der Nähe der Wunde verlaufenden Geäders keine besonderen Veränderungen wahr. (Fig. 8, 9, 12.)

Eine wechselseitige Beziehung der Flügel zu den Beinen (eine Reduktion der Beine bei der Flügelregeneration und eine Reduktion der Flügel bei der Beinregeneration) habe ich nicht beobachtet.

### *Libellula depressa.*

Die Regenerationsfähigkeit der Libellulidennymphen ist viel geringer als die der Aeschniden, doch können unter günstigen Umständen

Fig. 6.

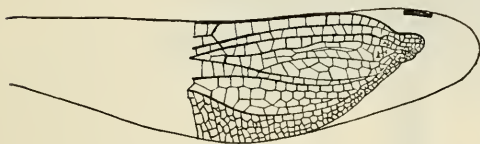


Fig. 7.

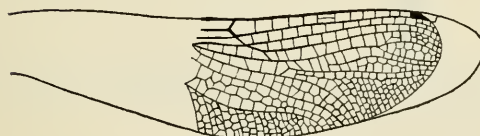


Fig. 8.

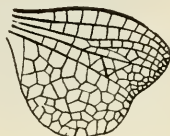


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 6 und 7. Teilweise regenerierte Flügelspitzen, die den Larven schief und quer abgeschnitten wurden.

Fig. 8, 9 und 12. Imag. Flügelstummel von *Aeschna* nach der Durchschneidung der larvalen Flügelscheiden in der Nähe ihrer Ansatzstelle.

Fig. 10 und 11. Unvollkommene Flügelregenerate einer Libelle (*Aeschna*), die sich aus einer Larve entwickelte, welcher im ungeflügelten Stadium die noch innerhalb des Körpers befindlichen Flügelanlagen vollständig entfernt wurden.

sowohl die Fühler und Beine als auch gewissermaßen die Flügel, falls der operative Eingriff nicht allzu tief war, regeneriert werden. Die Regenerationerscheinungen sind, abgesehen von der Wachstumsgeschwindigkeit und der Ausbildungshöhe der Regenerate, im wesentlichen dieselben wie bei den Aeschniden. Die morphologischen Veränderungen, die bei der Regeneration der durchgeschnittenen larvalen Flügelscheiden verlaufen, beschränken sich, soviel ich feststellen konnte, nur auf die nächste Umgebung der Wunde und führen am Imago nur zu einer ziemlich unvollkommenen Verwachsung der Schnittländer



und zur Vermehrung und Verschiebung des angrenzenden Flügelgeäders.

Nach dem Herausreißen der ganzen larvalen Flügelscheiden habe ich beim Imago keine Regenerete gefunden, vielleicht deswegen, weil mir nur ältere Exemplare zu Gebote standen. Werden die Flügelanlagen der Länge nach tief durchgeschnitten, oder werden größere Partien derselben abgeschnitten, so degenerieren die Flügelreste vollständig.

### Agrionidae.

Die Beobachtungen von Child und Young, daß die Füße der Agrionidennymphen in hohem Maße regenerationsfähig sind, und daß die regenerierten Tarsen eine geringere Gliederzahl aufweisen als die



Fig. 13. *Aeschna cyanea*. Imago mit Regenerat des linken Hinterflügels. (Die linke larvale Flügelscheide total entfernt.)

normalen, kann ich vollauf bestätigen. Auch habe ich die Autotomie und Regeneration der auf verschiedene Weise verletzten caudalen Kiemen beobachtet und eine präformierte Bruchstelle in der Nähe ihrer Basis festgestellt. Die Autotomie dieser Organe erfolgt sehr häufig, selbst wenn dieselben in den von der Bruchstelle weit entfernten Bezirken verletzt werden. Besonders die jüngeren Exemplare sind äußerst empfindlich und werfen die Kiemenblättchen mit einer überraschenden Leichtigkeit ab. Bei den älteren Tieren ist diese Empfindlichkeit viel geringer, und die Kiemen bleiben zuweilen auch nach der Verletzung mit dem Körper in innigem organischen Zusammenhang, was sonst auch künstlich mittels einer Chloroformnarkose erzielt werden kann. In diesem Falle ist die Schnittfläche die Ausgangsstelle der Regeneration, wogegen nach der Autotomie die Regeneration stets von der Bruchstelle aus erfolgt. Werden den Larven, welche nur wenige Tage vor der Häutung stehen, die Schwanzkiemen weit von der Basis durchgeschnitten

oder anderswie verletzt, so kommt nach der Häutung (wenn die Autotomie ausbleibt) an der Schnittfläche kein deutliches Regenerat zum Vorschein, sondern es findet nur eine unvollkommene Verwachsung der Schnittländer statt, und der Umriß des Organs bleibt fast unverändert. Erfolgt jedoch die Häutung längere Zeit nach der Operation, so erscheint ein deutliches Regenerat, das die Gestalt des abgeschnittenen Teiles mehr oder weniger annimmt. Im Laufe der Häutungen tritt die morphologische Zusammengehörigkeit der intakten und operierten Schwanzkiemen immer mehr in den Vordergrund.

Es sei noch betont, daß man alle 3 Schwanzkiemen total entfernen kann, ohne die Tiere zu töten. Sie bleiben nach der Operation manchmal noch eine geraume Zeit am Leben und lassen keine besonderen



Fig. 14. *Aeschna cyanea*. Imago mit Regeneraten der linken Flügel nach Wegschneiden der ganzen larvalen Flügelscheiden.

Störungen ihrer Bewegungen und ihrer Lebensweise erkennen. Es gelang mir, die Tiere ohne Schwanzkiemen mehrere Monate lang am Leben zu erhalten und bei ihnen einige Häutungen zu beobachten, eine Tatsache, die auf eine recht ausgiebige Darmatmung schließen läßt.

Auch bei den frisch gefangenen Tieren habe ich viele Defekte und Regenerate an den Fühlern, Füßen und Schwanzkiemen gefunden.

Weitere Regenerationsversuche, die ich an Agrionidennymphen vornahm, indem ich ihnen die Flügelscheiden und Augen abschneide, ergaben leider keine positiven Resultate, da mir alle (61) Exemplare, die zu diesem Zweck operiert wurden, bald nach der Operation, wahrscheinlich infolge starken Blutverlustes, eingingen.

#### Literaturverzeichnis.

- 1) V. Graber, Zur Entwicklungsgeschichte und Reproduktionsfähigkeit der Orthopteren. Sitzb. d. Ak. f. Wiss. Wien. m. n. kl. Bd. LV. I. 1867.

- 2) O. Hübner, Neue Versuche aus dem Gebiete der Regeneration usw. Zool. Jahrb. Abt. f. System. Bd. XV. 1902.
- 3) Ch. Child u. Young, Regeneration of the Apendages in Nymphs of the Agrioidae. A. f. Entwmech. Bd. XV. 1903.
- 4) P. Kammerer, a. Regeneration des Dipterenflügels beim Imago. A. f. Entwmech. Bd. XXV. 1907. b. Symbiose zwischen Libellenlarve und Fadenalge. A. f. Entw. Bd. XXV. 1908.
- 5) F. Megušar, Die Regeneration der Coleopteren. A. f. Entw. Bd. XXV. 1907.
- 6) J. Meisenheimer, Über Flügelregeneration bei Schmetterlingen. Zool. Anz. Bd. XXXIII. 1908.
- 7) J. Werber, Regeneration der exstirpierten Flügel beim Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*). A. f. Entw. Bd. XXV. 1908.

## II. Mitteilungen aus Museen, Instituten usw.

### Ergänzungen und Nachträge zu dem Personalverzeichnis zoologischer Anstalten.

Der Herausgeber richtet an die Herren Fachgenossen die Bitte, ihm etwaige Ergänzungen der Personalverzeichnisse oder eingetretene Veränderungen freundlichst bald mitteilen zu wollen.

E. Korschelt.

### Freiburg in der Schweiz.

Herr Dr. duc. de Gandolfi-Horngold wurde zum Assistenten des Zoologischen Instituts ernannt.

## III. Personal-Notizen.

### Nekrolog.

Am 19. März starb in Berlin der langjährige Direktor des Berliner Seewasseraquariums und dessen zoologischer Station in Rovigno Prof. Dr. Otto Hermes im Alter von 72 Jahren.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Janda V.

Artikel/Article: [Experimentelle Untersuchungen über die Regeneration der Odonaten. 602-608](#)