

Zoologischer Anzeiger

begründet

von

J. Victor Carus

herausgegeben von

Prof. Eugen Korschelt

in Marburg.

Zugleich

Organ der Deutschen Zoologischen Gesellschaft.

XXXIII. Band.

Mit 1 Tafel und 372 Abbildungen im Text.



Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1908

11. Segmentregeneration bei Ephemeriden-Larven.

Von S. Oppenheim.

(Aus dem zoologischen Institut Marburg.)

(Mit 6 Figuren.)

eingeg. 13. März. 1908.

Über Segmentregeneration bei Ephemeriden-Larven ist bisher verhältnismäßig wenig bekannt geworden. In jüngster Zeit teilte Franz Megusar in seiner Arbeit über »Regeneration der Coleopteren« (Arch. f. Entwmech. Bd. XXV. 1907) einige Fälle von Segmentersatz bei Coleopteren mit. Wie er angibt, ist die Larve von *Tenebrio molitor* imstande das letzte Segment mit seinen Anhängen zu regenerieren. Dabei findet eine Verlagerung des Afters und der Fortschieber statt. Ferner konnte er nach Amputation der beiden letzten Abdominalsegmente von *Lampyrus noctiluca* den Ersatz derselben, einschließlich des mit der Entfernung der Segmente verloren gegangenen Leuchtorgans, beobachten. Vor einigen Jahren ezielte Godelmann Regeneration des letzten Segments an der Stabsheuschrecke (*Bacillus rossii*), nachdem er bei einer größeren Anzahl von Larven das letzte Segment mit Cercis entfernt hatte (Arch. f. Entwmech. 12. Bd. 1901). Im Jahre 1902 war es Hübner bei seinen Versuchen an Ephemeriden-Larven gelungen, ein Versuchstier am Leben zu erhalten und den Ersatz des letzten Segments zu beobachten (Zool. Jahrb. 15. Bd. Abt. f. Systematik).

In Verbindung mit andern Regenerationsversuchen an Arthropoden, nahm ich diese von Hübner im Jahre 1902 abgeschlossenen Versuche über Segmentregeneration an *Cloeon*-Larven im Herbst 1907 wieder auf. Hübner gibt über die Regeneration des letzten Segments folgendes an: Mit Ausnahme einer kleinen scharfen Einbuchtung an der hinteren äußeren Partie der rechten Seite hat das vorletzte Segment seine normale Form wieder erhalten. Bei dieser Einbuchtung endigt auch der rechte Tracheenstamm, der sich eigentlich noch in das letzte Segment fortsetzen sollte. Das regenerierte Segment stellt sich als ein mit der Spitze nach hinten gerichteter Kegel dar. Seine Wand ist nur eine kleine Strecke weit stärker chitinisiert. Im übrigen ist sie von weicher chitinöser Beschaffenheit, so daß der Inhalt des Segments zu fluktuieren scheint; linke Trachee und Enddarm sind neu gebildet; jedoch mündet letzterer nicht terminal, sondern auf der rechten Seite. Hübner konnte nur eine Häutung des Tieres beobachten; nach dieser ging es zugrunde. Obgleich zu dieser Zeit noch keine Anlagen für die Schwanzfäden vorhanden waren, so spricht Hübner doch die Ansicht aus, daß ihm eine Neubildung derselben nicht ausgeschlossen schein.

Bei meinen Versuchen wurde einer großen Anzahl von Larven,

die ich als *Clocon dipterum* bestimme, mit einem scharfen, aseptisch gemachten Messerchen das letzte Segment entfernt. Es ist mit der Operation, die eine Eröffnung der Leibeshöhle mit sich bringt, ein recht großer Blutverlust verbunden; die Tiere sind infolgedessen so ermattet, daß sie sich etwa eine Stunde lang nicht von der Stelle bewegen. Erst nach Verlauf dieser Zeit, nachdem sich ein festes Blutgerinnsel gebildet hat, das jeden weiteren Austritt von Blutbestandteilen hindert, fangen sie wieder an, langsam umherzuschwimmen. Von 532 operierten Tieren blieben 12 am Leben und regenerierten das letzte Segment. Die übrigen gingen meistens zwischen dem 3.—5. Tage zugrunde. Es war dann immer eine starke Pilzwucherung an der Wundfläche zu sehen, die sich oft bis in die normalen Segmente hinein erstreckte. Wahrscheinlich ist die hohe Sterblichkeitsziffer der durch die Operation schon an und für sich stark geschwächten Tiere zum großen Teil auf diese Infektionen zurückzuführen.

Die Regenerate erschienen nach der ersten Häutung mit Ausnahmen immer in Form eines mit der Spitze nach hinten gerichteten Kegels, der von einer noch sehr zarten chitinösen Membran bedeckt ist. Beide Tracheenstämme sind in das letzte Segment vorgewachsen, und der neugebildete Enddarm hatte immer seine normale Lage in der Körpermitte wieder erhalten (Fig. 1). Bei den oben erwähnten Ausnahmen war nach der ersten Häutung, die schon nach 3 und 4 Tagen eintrat, während sie in den übrigen 10 Fällen erst nach 8—12 Tagen erfolgte, einmal ein mehr trichterförmiges, das andre Mal ein cylindrisches Gebilde erschienen. Die Wand derselben ist von der gleichen weichhäutigen Konsistenz wie die der regenerierten Segmente. In der Wand des cylinderförmigen Regenerates sind die neugebildeten Teile der beiden Tracheenstämme deutlich zu erkennen, während sie bei dem andern Regenerat vollkommen fehlen. Die ziemlich weite terminale Öffnung stellt das Ende einer röhrenförmigen Aushöhlung dar, die sich an den Darm des vorletzten Segments anschließt. Durch die Röhre hindurch werden die Faeces stoßweise entleert; jedoch nimmt die scheinbar starre Wand der Röhre keinen aktiven Anteil an der Beförderung der Excremente nach außen; es scheint diese vielmehr von der Peristaltik des im vorletzten Segment gelegenen Darmabschnittes abhängig zu sein.

Diese beiden Regenerate, die ich als Präliminargebilde bezeichnen möchte, werden mit der nächsten Häutung abgeworfen, und an ihre Stelle tritt das normale Regenerat des letzten Segments, wie ich es oben beschrieben habe. Es gelang mir, im Gegensatz zu Hübners Beobachtungen, meine Versuchstiere mehrere Häutungen hindurch, in einem Falle bis zur 4. Häutung, am Leben zu erhalten, mit dem Resultat, daß

sich die Annahme Hübners in bezug auf die Schwanzfädenregeneration in der Tat bestätigte; ihr erstes Erscheinen nach außen fällt mit der 2. Häutung zusammen. Nach dieser ist das regenerierte letzte Segment größer geworden, es hat sich mit einer festeren Chitinmembran umgeben, die einzelne kleine Härchen trägt (Fig. 2); die Tracheenstämmen haben sich verlängert, und die Schwanzfäden sind in Form von drei ungliederten Stummeln an der Basis des regenerierten Segments angelegt (Fig. 2).

Zwischen der 2.—3. Häutung nähert sich das Segment allmählich seiner normalen trapezförmigen Gestalt (Fig. 3). Nur die terminale Partie der rechten Seite zeigt eine starke Einbuchtung, die Härchen am Segment

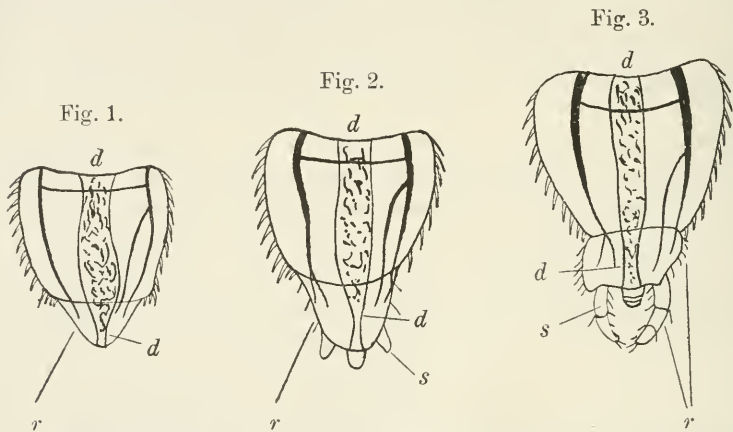


Fig. 1—3. Neubildung des letzten Körpersegments in verschiedenen Altersstadien ein und derselben *Cloeon*-Larve. Fig. 1 nach 9 Tagen; Fig. 2 nach 24 Tagen und Fig. 3 nach 32 Tagen. *d*, Darmkanal; *r*, Regenerat des letzten Segments; *s*, Schwanzfäden.

sind zahlreicher geworden, die Tracheen gewachsen, und gleichzeitig ist ein starkes Wachstum sowie Gliederung bei den Schwanzfädenanlagen, die jetzt schon schwache Behaarung zeigen, eingetreten (Fig. 3). Ferner läßt sich schon hier erkennen, daß in den Schwanzfäden kein regelmäßiges Wachstum stattfindet, sondern daß diese vielmehr eine ganz unregelmäßige Gestalt annehmen, und daß vor allem der mittlere in der Größe weit hinter den andern zurückbleibt; es sind diese Verhältnisse besonders hervortretend in Fig. 4 [die Zeichnung stellt das Regenerat des letzten Segments nach der 3. Häutung dar; sie repräsentiert dieselbe Larve wie Fig. 1—3; nur eben in einem weiteren Entwicklungsstadium]. Während das Segment hier eine fast normale Gestalt angenommen hat und sich durch die Beschaffenheit seiner Wand — Chitindecke und Behaarung sind normal geworden — sowie durch die im Segment enthaltenen sichtbaren Organe — Tracheen und Darm — kaum mehr

von dem normalen unterscheidet, haben sich die beiden seitlichen, stark gewachsenen Schwanzfäden recht unregelmäßig entwickelt, und der mittlere ist in der Größe hinter den beiden andern bedeutend zurückgeblieben (Fig. 4).

Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, daß nach weiteren Häu-

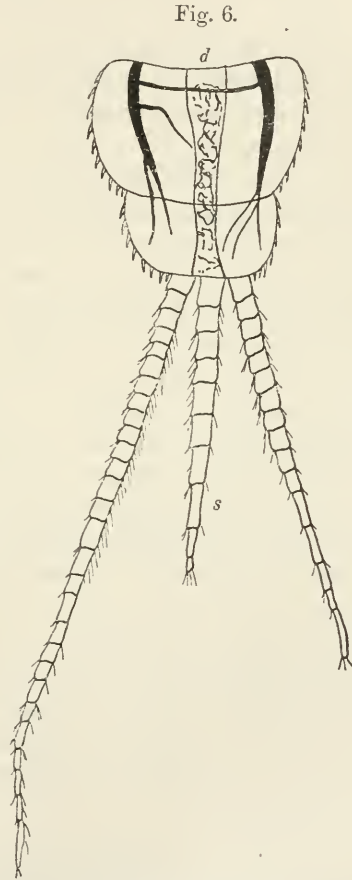
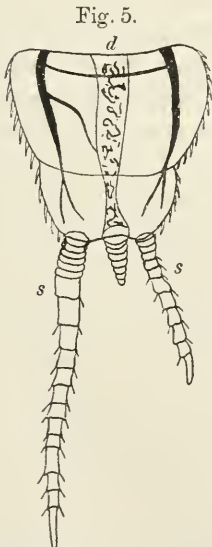


Fig. 6. Dieselbe Larve (wie Fig. 5) mit weiter ausgebildeten Schwanzfäden (*s*), 72 Tage nach der Operation.

Fig. 4. Hinterende derselben Larve mit weiter ausgebildeten Schwanzfäden (*s*), 45 Tage nach der Operation.

Fig. 5. Regeneriertes Hinterende einer *Cloeon*-Larve mit verschieden langen Schwanzfäden (*s*), 43 Tage nach der Operation.

tungen diese Verschiedenheiten in Form und Größe allmählich beseitigt werden. In einem Falle konnte ich eine solche Veränderung beob-

achten. Diese Verhältnisse sind in Fig. 5 u. 6 dargestellt. Fig. 5 zeigt eine Larve mit regeneriertem letzten Segment und den von der Basis desselben ausgehenden Schwanzfäden nach der 3. Häutung. Die Schwanzfäden haben noch keine normale Gestalt, und der rechte seitliche ist viel kürzer, vor allem aber bleibt der mittlere in der Größe weit hinter dem linken seitlichen zurück. Fig. 6 zeigt dieselbe Larve nach der folgenden, der 4. Häutung. Jetzt sind die Größenunterschiede der 3 Schwanzfäden bei weitem nicht mehr so hervortretend als vorher, und ihre Form hat sich der normalen stark genähert. Die Behaarung der in dieser Weise regenerierten Schwanzfäden ist in allen von mir beobachteten Fällen bedeutend schwächer als die der normalen. Die Tatsache, daß im allgemeinen der mittlere Schwanzfaden bedeutend hinter den beiden andern an Größe zurückbleibt, scheint mir mit dem Umstand zusammen, daß er in drei von sieben (3—4 Häutungen hindurch von mir beobachteten) Fällen von Schwanzfäden-Regeneraten, überhaupt nicht angelegt wurde, nicht ganz unwesentlich zu sein. Vielleicht könnte bei der Verwandtschaft der Ephemeriden mit den Perliden, deren Larven nur 2 Schwanzfäden besitzen, hierbei sogar an eine atavistische Erscheinung gedacht werden. Freilich wäre, um eine solche Hypothese aufzustellen, noch eine große Menge weiterer Beobachtungen notwendig.

Ermutigt durch die recht günstigen Resultate nach Entfernung eines Segments, unternahm ich es nun auch, mehrere Segmente abzuschneiden. Die Sterblichkeit der Tiere wurde natürlich durch diese schweren operativen Eingriffe noch bedeutend erhöht; jedoch gelang es mir von 800 der hinteren 2 Segmente beraubter Larven drei am Leben zu erhalten und zwei davon bis zur 2. Häutung zu beobachten. Nach der 1. Häutung war in den 3 Fällen ein mit der Spitze nach hinten gerichtetes kegelförmiges Gebilde sichtbar, von weichhäutiger fluktuierender Membran umgeben, dessen Spitze nach rechts oder links von der Körpermédiane abwich. Beide Tracheenstämme sind regeneriert, von dem Darm ist noch nichts zu erkennen; trotzdem bewegten sich die Faeces immer in derselben Richtung durch das regenerierte Segment und gelangten immer an derselben Stelle, rechts oder links von der Mittellinie des Körpers, nach außen. Sie blieben oft tagelang an der Austrittsstelle hängen, da wahrscheinlich die diese Excremente aus dem Körper treibende, jedenfalls in der Peristaltik des Darmabschnittes des vorletzten Segments zu suchende Kraft, nicht genügt, um sie mit einem Male nach außen zu stoßen. Nach der 2. Häutung haben sich zwei deutliche Segmente gebildet, das Chitin der Wand ist fester geworden, es trägt schon einzelne Härchen, die Tracheenregenerate sind gewachsen; sie sind jedoch nur auf das vorletzte regenerierte Segment beschränkt. Der Darm ist jetzt neugebildet; er durchzieht in dem einen von mir beobachteten Falle links, in dem

ändern rechts von der Körpermittellinie die beiden Segmentregenerate und mündet ebenso links oder rechts von dieser an der hinteren Wand des letzten Segments. An dieser sind in einem Falle auch zwei ungliederte Schwanzfädenanlagen deutlich zu erkennen. Leider gingen die Tiere bald nach der 2. Häutung ein; es ist als ziemlich sicher anzunehmen, daß mit den weiteren Häutungen eine Vervollkommnung der Regenerate verbunden gewesen wäre.

Ferner gelang es mir noch nach Entfernung von 3 Segmenten ein Regenerat zu erzielen, das etwa ovale Gestalt hatte. Die Beschaffenheit seiner Wand ist dieselbe wie in den vorher erwähnten Fällen. Sie zeigt auf jeder Seite zwei deutliche Einbuchtungen, die wahrscheinlich die primitiven Grenzen der später noch zu erwartenden 3 Segmente darstellen. In dem Regenerat haben sich auch kleine Tracheenstücke neugebildet; diese gehen nicht von den beiden Haupt- sondern von zwei Nebenzweigen derselben, des viertletzten Segments aus. Der Darm ist noch nicht regeneriert. Doch bewegen sich auch hier die Faeces immer in derselben Bahn und münden auch immer an derselben Stelle, auf der rechten Seite des Regenerats nach außen. Das Tier ging nach der 1. Häutung zugrunde. Wurden mehr als 3 Segmente abgeschnitten, so war es nicht möglich, die Tiere am Leben zu erhalten. Aus diesen Beobachtungen ergibt sich also, daß die Ephemeridenlarven imstande sind, das letzte Segment mit den darin vorhandenen Organen sowie seinen Anhängen, den Schwanzfäden, zu regenerieren; es ist auch ferner der Ersatz der beiden letzten Segmente mit Anhängen möglich und auch nach Entfernung der drei letzten Segmente tritt noch Regeneration ein.

Eingehender gedenke ich die vorstehenden geschilderten Versuche später noch zu behandeln; auch werden sie an ähnlichen und andern Objekten fortgesetzt werden. Mitgeteilt werden die bisherigen Ergebnisse deshalb schon jetzt, weil äußere Verhältnisse mich leider zu einer zeitweisen Unterbrechung der Untersuchung nötigen.

12. Marine Tardigraden.

Von Prof. F. Richters, Frankfurt a. M.

(Mit 4 Figuren.)

eingeg. 25. März 1908.

Boulenger, ein Schüler Dujardins, hat im August 1849 den ersten marinen Tardigraden an der Glaswand eines Gefäßes mit Seewasser entdeckt und selbständig auch als solchen erkannt. Dujardin beschrieb das Tier dann 1851 in den *Annales des sciences nat. Zool. sér. III. T. XV* unter dem Namen *Lydeella*. Später hat, so scheint es.