

meine Beobachtungen noch nicht vollständig abgeschlossen, da aus den operierten Raupen noch nicht alle zu Schmetterlingen entwickelt sind. Ich hoffe erst in der definitiven Arbeit, in der auch die Literatur nähere Berücksichtigung finden wird, über alle Details ausführlicher zu berichten.

Vorliegende Untersuchungen wurden im Zoologischen Laboratorium der Jagellonischen Universität zu Krakau ausgeführt; Herrn Prof. M. Siedlecki will ich hiermit meinen aufrichtigen Dank für das rege Interesse an meinen Untersuchungen aussprechen.

## **2. Zur Kenntnis der Regenerationsfähigkeit der Puppenflügelanlagen von *Tenebrio molitor* und einige Bemerkungen über die theoretische Bedeutung der Befunde.**

Von Jar. Kříženecký in Kgl. Weinberge, bei Prag.

(Mit 3 Figuren.)

eingeg. 6. August 1912.

Über die Regenerationsfähigkeit der Insektenflügel haben wir bisher nur spärliche Nachrichten. Die erste diesbezügliche, von Tornier (1901a) unternommene Arbeit, betrifft mehr die Teratologie als Regeneration. Bedeutungsreichere Untersuchungen unternahmen Megušar, Werber, Kammerer, Meisenheimer und Janda.

Megušar (1907) und Meisenheimer (1908) stellten die Regenerationsfähigkeit der schon in den frühesten Stadien abgenommenen Flügelanlagen bei den Holometabolen fest, nach ihnen Janda (1910) für die Hemimetabolen; alle drei Forscher stimmen darin überein, daß auch die total exstipierten Anlagen regenerieren, und zwar, daß sie ein Regenerat ausbilden, welches, die einzelnen Elemente betreffend, ganz einem normalen gleich ist und von diesem nur in der Größe abweicht. Außerdem stellten die Beobachter fest, daß die Größe des Regenerats proportional ist der Zeit zwischen Operation und dem Ausschlüpfen der Imago; Meisenheimer und Janda bestätigten noch, daß die Klarheit und die Differenzierung der Strukturen mit der Distallänge von der Insertion sich vermindert. Megušar konnte diesen Umstand nicht untersuchen, weil er mit *Tenebrio*-Larven experimentierte; bei deren Imagines gibt es keine große Flügeloberfläche, und außerdem ist diese von einer sehr einfachen Struktur, während die beiden vorigen Autoren Objekte hatten, die zu solchen Untersuchungen geradezu herausforderten — Janda *Aeschna cyanea* (Odonata) und Meisenheimer *Oeneria dispar* (Lepidoptera); Megušar beobachtete aber eine Erscheinung, die wieder die zwei vorigen Forscher nicht gefunden hatten, das heißt eine «kompensatorische Regulation» zwischen dem operierten Flügel und dem entsprechenden Fuße.

Auf Grund dieser Experimente muß man die Regenerationsfähigkeit der während der Entwicklung entfernten Flügelanlagen für eine noch nicht genügend untersuchte Eigenschaft der Insektenlarven halten.

Janda (1910) befaßte sich außer den schon angeführten Experimenten auch mit der Regenerationsfähigkeit der letzten Nymphenstadien, teilweise noch bei *Aeschna cyanea* und dann hauptsächlich bei *Libellula depressa*, und stellte fest, daß in diesen Stadien schon irgendwelche Regenerationsfähigkeit schwindet, und daß hier nur eine gewisse Zurundungsfähigkeit bleibt; man würde sie vielleicht besser Ausgleichsfähigkeit nennen, weil sie durch einen Ausgleich der Schnittlinien zum Ausdruck kommt.

Was die Imagines betrifft, so glaubte man noch unlängst, daß bei diesen jede Regenerationsfähigkeit schwindet, und daß bei ihnen nur eine gewisse Verheilung des Chitinskelettes durch die neu ausgeschiedene Chitindecke geschehen kann, wie es Hofe (1846) und Verhoeff (1896) beobachtet hatten. Im Jahre 1907 konstatierten aber Werber und Kammerer eine Wiederauswachung der den geschlechtsreifen Imagines exstirpierten Flügel. Dadurch wäre also bewiesen, daß auch Insektenimagines eine Regenerationsfähigkeit besitzen, und daß die Hexapoden nicht in der sechsten Przibramps (1906a) Stufe, zwischen schwanzlose Amphibien, Reptilien, Aves und Mammalier eingereiht werden dürfen. Leider sind aber Werbers und Kammerers Befunde mit einer gewissen Reserve aufzunehmen, weil es sich hier kaum um eine »Regeneration«, wie wir diese jetzt kennen, handelt; und es ist auf einige sonderbare Umstände der Werberschen und Kammererschen Befunde aufmerksam zu machen, wie im folgenden zu zeigen ist.

Wie aus dem kurzgefaßten Entwurf des heutigen Standes unsrer Kenntnisse über die Regenerationsfähigkeit der Insektenflügel hervorgeht, kann man von einer Regeneration nur bei den Larven sprechen; bei den Puppen wandelt sich diese schon in eine bloße Ausgleichsfähigkeit der Wunden, und bei den Imagines kommt es nur zu einer gewissen Verklebung der in dem Chitinskelet entstandenen Öffnungen. Eine Untersuchung der Ausgleichungsprozesse unternahm bisher nur Janda (1910) bei den Odonaten, die zu den hemimetabolen Insekten gehören. Mit den Puppen, die den Jandaschen Versuchsstadien bei den Holometabolen entsprechende wären, experimentierte auf diese Weise noch niemand. Tornier (1901b) schreibt zwar, daß er den *Tenebrio*-Puppen außer den Fuß- auch Flügelanlageteile abgeschnitten hätte, aber über die Resultate dieser Operation gibt er im weiteren schon nichts mehr an; auch das eine, und zwar auch nur gelegentlich von Blunck (1909) vorgenommene Experiment ist mißlungen:

ein Querschnitt an den Puppenflügelanlagen von *Dytiscus marginalis* war nicht verheilt<sup>1</sup>.

Um diese Lücke in unsren Kenntnissen wenigstens einigermaßen auszufüllen, unternahm ich in dieser Richtung hener im Frühling eine Reihe von Experimenten. Diese Experimente sind noch nicht zu Ende geführt, wenigstens nicht so, wie ich es wünschte, doch sind die Resultate, zu denen ich bisher gelangt bin, so interessant und besonders in ihren theoretischen Konsequenzen so bedeutungsvoll, daß ich den Entschluß gefaßt habe, über sie in dieser vorläufigen Mitteilung wenigstens eine kurzgefaßte Nachricht zu geben.

Zu meinen Experimenten benutzte ich höchstens drei Tage alte Puppen. Die Coleopterenpuppen, wie übrigens die von allen Holometabolen, leiden schon bei der geringsten Verwundung an starkem Blutverlust: auf diesen Umstand hatte schon Tornier (1901 b) seinerzeit aufmerksam gemacht. Darum geschah es oft, besonders bei einer größeren Verwundung, daß die betreffende Puppe sehr leicht verblutete. Mir scheint es aber, daß die *Tenebrio*-Puppen noch mehr auf Infektionen durch verschiedene Pilze, besonders durch den gewöhnlichen *Pennicillium glaucum*, die sich in der schon aus einer geringsten Wunde in der Menge ausfließenden Lymphe ganz gut halten, leiden. Darum mußten zu den Experimenten eine große Anzahl von Puppen verwendet werden, wobei sicher 33—50 % von ihnen riskiert werden.

Die Pflege dieser Tiere geschah am besten in kleinen, mit Mehl angefüllten Gefäßen; das Mehl ist insofern günstig, als es mit der ausfließenden Lymphe eine klebrige Masse bildet, die ganz leicht die Wunde verschließt und das überflüssige Blutvergießen verhindert. Ich benutzte diese Methode stets mit dem besten Erfolg. Die Operation nahm ich immer mittels der Schere vor, und zwar auf die Weise, daß ich die Puppe auf den Rücken legte, sie durch eine offene Pinzette festhielt, eine Scherenhälfte unter die Flügelanlage schob und schnitt; nachher legte ich die Puppe mit dem Bauch nach unten in das Pfleggefäß. So entstand auf die beschriebene Weise der Wundverschluß.

An den bisher operierten Tieren durchschnitt ich die Flügelanlage in verschiedener Höhe: in  $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$  der Länge von der Insertion gerechnet.

<sup>1</sup> Wörtlich schreibt Blunck folgendes: »Ich brachte am 27. Juli einer Puppe — die Larve war am 5. Juli an Land gegangen — einen 1 mm langen Querschnitt in den Innenrand der rechten Elytre in der Nähe der Spitze bei. Bei der am 31. Juli ausschlüpfenden weiblichen Imago war dieser Schnitt unverändert erhalten geblieben. Die Wundränder erschienen geschwärzt . . .« (S. 177).

Woraus er resultiert:

»Ich glaube, daß *Dytiscus* an seinen Flügeln überhaupt keine Fehler regenerieren kann, weil er dies nicht im Puppenstadium tut, wo die Bedingungen am günstigsten sind« (S. 179).

Der Umstand, in welcher Höhe die Flügelanlagen durchschnitten worden sind, hat, wie ich später durch Beispiele beweise, einen großen Einfluß auf die Vollkommenheit der Verheilung. Aus den auf diese Weise operierten Tieren krochen die Imagines am frühesten elf Tage nach der Operation aus. Die ausfließende Lymphe hatte oft die Puppenhaut und den in derselben sich entwickelnden Flügel zusammengeklebt, so daß in manchen Fällen die Imago sich nicht von der Puppenhaut befreien konnten; und so bekam ich Exemplare, an deren hinterer Körperhälfte noch die unabgelöste Puppenhaut hing. Diese Haut löste sich auch nicht einmal von dem zweiten nichtoperierten Flügel ab, den sie dann in seiner weiteren freien Ausbildung hinderte und so aus diesem eine verdrehte Mißbildung hervorgerufen ließ und zwar von einer ähnlichen Form und ähnlich liegend wie die Puppenflügelanlagen<sup>2</sup>.

Daraus geht hervor, daß die Flügel der beiden Seiten nicht innerlich voneinander abhängig sind, und daß die Atrophie des Flügels der zweiten, nichtoperierten Seite ganz mechanisch, durch äußere Einflüsse bewirkt wurde, sowie daß die Operation des zweiten Flügels darauf nur sehr indirekte Einwirkung hatte.

Die Flügeldecken, deren Anlage im ersten Viertel von der Insertion gerechnet, abgeschnitten war, entwickelten sich wie ganz normale Flügel, die aber in der angegebenen Distanz vertikal zu seiner Längsachse durchschnitten sind. Zwischen den so ausgepflegten Flügeldeckenrudimenten und den Rudimenten der Imagines fanden sich keine Unterschiede vor, höchstens waren die ersten durch die Puppenhaut zerknittert. Alle Längsstrukturen (die Längsfurche, Punktreihen usw.) führten ganz parallel bis zu der Schnittlinie, ohne die geringsten Unregelmäßigkeiten. Kurz gesagt, ich wiederhole, man nehme eine normale Flügeldecke, schneide diese in einem Viertel quer durch, so wird man dasselbe Gebilde, das ich bekam, wenn ich auf diese Weise schon die Puppenanlagen operierte, erhalten.

Wenn ich aber die Puppenflügelanlage in der Mitte der Länge nach durchgeschnitten hatte, so bekam ich ganz andre Gebilde. Im ganzen entwickelte sich zwar die betreffende Flügeldecke normal, fast zu gleicher Breite, aber man kann beobachten, daß vor dem Ende die Ränder und alle Längsstrukturen auf einmal abzuweichen beginnen, und zwar in der

---

<sup>2</sup> Solche Mißbildungen, und zwar immer der beiden Flügeldecken (um die es sich übrigens auch in meinem Falle handelt) hatte seinerzeit, so viel mir bekannt ist, L. v. Heyden in »Deutsche entom. Zeitschr.« (1881), und zwar bei einigen, anders ganz normalen Exemplaren von *Carabus*, beschrieben. Diese Mißbildungen kann man nun nach den obigen Beobachtungen immer dadurch erklären, daß die Puppenhaut von einer (uns nicht immer bekannten) Ursache nicht von dem betreffenden Flügel sich ablösen konnte und damit ihn in der freien Aufknospung verhindert hatte.

Richtung zur Mittelachse des Flügels (vgl. dazu die Fig. 1). In einigen Fällen kann diese Richtung irgendwelcher Rand schon von dem Anfang einnehmen — an unsrer Abbildung kann man es an dem Innenrande beobachten —, aber immer ist diese Abweichung vor dem Ende am stärksten.

Durch diesen Prozeß verschmälert sich die Flügeldecke, und zwar von beiden Seiten regelmäßigt, und diese Verschmälerung kann manchmal bis  $\frac{2}{3}$  der normalen Flügeldeckenbreite erreichen.

Wenn wir nun die so zustande gekommenen Rudimente genauer untersuchen, so werden wir an ihren Enden eine durchsichtige, farblose, membranähnliche Umfassung, die breiter als der verschmälerte Flügeldeckenrand ist, finden. Diese Umfassung halte ich für einen homologen Teil der eigentlichen Flügeldecke, aus welchem alle Geflechte (Capillartracheen, Gefäße usw.) herausgezogen wurden, so daß hier nur eine aus dem pigmentlosen Chitin bestehende Membran übrig blieb. Aus der Abbildung geht hervor, daß die erwähnten Geflechte und das Pigment sich hinter einer Linie zurückgezogen hatten, welche Linie wir für die Richtung der Flügeldeckenabrundung halten können, die ausgebildet wurde, wenn sich die äußeren Ränder mehr zusammenzogen.

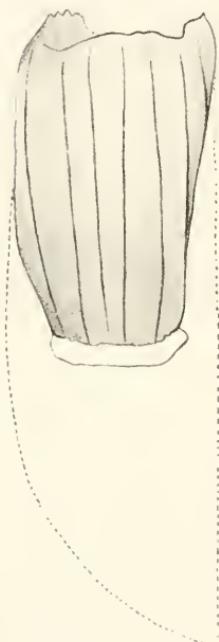


Fig. 1. Ein Flügeldeckenrudiment nach dem Querschnitt der Flügelanlage in der Mitte ihrer Länge. Man sieht ganz gut die Einschnürung der Seitenränder und die pigmentlose Membranumfassung. Die gestrichelt dargestellte Linie stellt uns die normale Flügeldecke vor.

Diese Möglichkeit tritt ein, wenn man die Flügelanlagen in  $\frac{2}{3}$  ihrer Längen durchschneidet. Dann bekam ich wenigstens immer Flügeldecken, die normal entwickelt, aber in der angegebenen Distanz auf einmal abgestutzt waren. Gerade so wie in dem vorigen Falle, aber mit dem Unterschied, daß hier die Ränder so gebogen waren und sich einander so genähert hatten, daß sie entweder voll zusammengeflossen waren oder nur unbedeutend voneinander entfernt blieben. Der

Abstand zwischen den nichtzusammengeflossenen

Rändern wurde durch eine Chitinmasse erfüllt. Die Membranumfassung fand ich in diesen Fällen niemals mehr; vielleicht ist sie, wenn sie sich ausgebildet hatte, schon abgefallen. — Unter diesen Umständen kann man dann sagen, daß der Schnitt auf diese Weise ausgeglichen ist. Einen solchen Fall zeigt uns die Fig. 2. Hier sehen wir klar, durch Vergleich mit der vorigen Abbildung, daß der Ausgleich hier wirklich

fast in der Linie, die an der Fig. 1 die Grenze der Pigmentierung der Flügeldecke darstellt, sich ausgebildet hatte.

Bisher führte ich ausschließlich meine Beobachtungen an den Flügeldecken an; aber dasselbe kann man auch an den Hinterflügeln finden. Leider leiden diese zu sehr durch die ausfließende Lymphe, und wegen ihrer Feinheit, sowie weil sie zusammengeklebt sind, sind sie einer genauen Untersuchung nur schwer zugänglich. Trotzdem gelang es mir einen Hinterflügel zu präparieren, und zwar einen Flügel aus der Serie, bei der ich den Schnitt in der Längsdistanz von je zwei Dritteln der Flügelanlagelänge geführt hatte. Und auch an diesem Hinterflügel, soweit es seine Strukturlosigkeit erlaubt, können wir dieselbe morphologische Erscheinung, die ich oben an den Flügeldecken beschrieb, beobachten; das heißt, ein Bestreben der Ränder, vor dem Ende zusammenzufließen. Jedoch kommen hier infolge einer unregelmäßigen

Fig. 2.

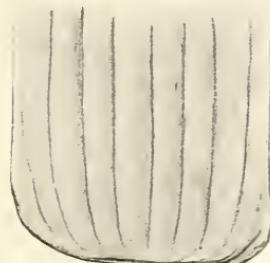


Fig. 3.



Fig. 2. Das Ende einer Flügeldecke nach dem Querschnitt der Flügelanlage in  $\frac{2}{3}$  der Distallänge. Man sieht an dieser Abbildung ganz klar den Ausgleich der Schnittlinie und die Biegung der Längsstrukturen. Die Membranumfassung ist hier schon weggefallen.

Fig. 3. Hinterflügelrudiment nach dem Querschnitt der Flügelanlage in  $\frac{2}{3}$  der Distallänge. Man kann hier eine Materialanhäufung bei der Schnittlinie und zugleich eine Biegung des Vorderrandes in der Richtung zur Längsachse bemerken.

Nervatur des Hinterflügels verschiedene Komplikationen vor, die in dieser vorläufigen Mitteilung nicht detailliert beschrieben werden sollen. Ich begnüge mich also einstweilen mit dem Hinweis darauf, daß wir auch bei den Hinterflügeln im Grunde dasselbe finden, was ich für die Flügeldecken beschrieben hatte.

Und welches ist nun das Resultat meiner bisherigen Befunde? Zuerst sehen wir in der Mehrzahl der Fälle das Bestreben, die Schnittlinie auf einem möglichst kleinen Umriß des übriggebliebenen Teiles auszugleichen. Der kleinste Umriß bei demselben Insekt wäre ein Kreis; und approximativ genommen, sind wirklich die Ecken des Stumpfes kreisförmig abgerundet. Diese Verheilung gleicht also viel-

leicht der Wundheilung bei den Protozoen und flüssigen Kristallen; und zwar nach Przibram (1906 a, b) kann man bei letzteren diese Erscheinung in Zusammenhang mit der Oberflächenspannung bringen. Das bei der Verheilung nötige Material betreffend, geht aus den mitgeteilten, sowie aus den noch nicht angeführten Beobachtungen hervor, daß die Puppen keine neuen Geflechte mehr ausbilden, sondern daß sie jede Wunde durch eine neue Anordnung der schon fertigen Geflechte zu verheilen bestrebt sind.

Daß sie auch neue Geflechte zu produzieren nicht imstande sind, schloß ich daraus, daß bei einer zu großen Breite des Schnittes (bei den Schnitten in  $\frac{1}{4}$  oder  $\frac{1}{2}$  der Distallänge) die Flügelränder sich nicht zusammenziehen konnten, auch niemals die Wundheilung eintrat.

Die erwähnte neue Umlagerung der histologischen Elemente besteht meiner Ansicht nach in folgendem:

Zuerst ziehen sich die Gewebe aus dem nächsten Umkreis der Wunde und hauptsächlich aus den Ecken heraus; dann beginnen die Ränder und mit diesen auch die Innenlängsstrukturen sich in der Richtung zur Längsachse des Flügels zu biegen; aus dem durch die beschriebene Zusammenziehung aufgehäuften histologischen Material beginnen sich dann die übriggebliebenen Ränder weiter aufzubauen, bis diese sich einander genähert haben und zusammenfließen.

Aus dem Vergleich des Angeführten mit den Ergebnissen Jandas (1910) geht hervor, daß die Resultate der Experimente, die meinigen und die Jandas, sich völlig gleichen. Auch Janda resümiert: »Die Regenerationsfähigkeit der quer durchgeschnittenen Flügelscheiden ist desto größer und der morphologische Ausgleich derselben desto vollkommener, je mehr distalwärts die Wundstelle liegt und . . . . Erfolgt die Durchschneidung der larvalen Flügelscheiden in der Nähe ihrer Ansatzstelle (etwa im proximalen Viertel derselben), so wird der Defekt ziemlich oft nur unvollkommen ausgleichen; . . . .<sup>2</sup>« (S. 30) und die morphologischen Veränderungen bei der Regeneration »beschränken sich, soviel ich feststellen konnte, nur auf die nächste Umgebung der Wunde und führen am Imago nur zu einer ziemlich unvollkommenen Verwachsung der Schnittränder und . . . .« (S. 31).

Außerdem versicherte Janda, daß der Ausgleich der Wunde noch von dem Alter des operierten Tieres abhängt; diese Angabe kann ich nicht mit den meinen vergleichen, weil Janda mit dem »Alter« die Zahl der Abhäutungen meint; aber wenn ich schon dabei bin, so sage ich auch, welches meine Erfahrungen in dieser Sache sind. Mir scheint es nicht, als ob bei den Coleopteren-Puppen das Alter der operierten Tiere eine wichtigere Rolle bei dem Ausgleich spielt, wobei die Grenzfälle ausgenommen sind. Wenn ich mit dem Alter die Zahl der Tage,

die zwischen der Operation und dem Ausschlüpfen der Imago verflossen sind, meine, so muß ich sagen, daß das Alter hier bedeutungslos ist; ich bekam wenigstens bei ein und derselben Operation (in der Längsdistanz von je  $\frac{2}{3}$ ) bei einem Exemplar nach 14 Tagen einen vollkommeneren Ausgleich als bei den zweiten nach 18 Tagen. Vielmehr beruht dies hier vielleicht auf Dispositionen eines jeden einzelnen Individuums, wie übrigens auch Janda (1910) zugestanden hatte.

Und die Bedeutung unsrer Befunde für die Untersuchungen für die Regenerationsfähigkeit der einzelnen Insektenentwicklungsstadien?

Schon im vorhergehenden hatte ich bemerkt, daß wir hier von keiner »Regenerationsfähigkeit«, sondern von einer gewissen »Ausgleichsfähigkeit« sprechen können; Janda würde diese vielleicht als »Zurundefähigkeit« bezeichnen. Und jetzt, nach Kennzeichnung der Hauptresultate der Experimente erkennt man ganz klar, wie ich glaube, warum ich diese Fähigkeit eine »Ausgleichsfähigkeit« nenne. Niemals, so viel mir zu untersuchen möglich war, hatte sich der Schnitt durch Produktion der neuen Geflechte, durch Regeneration ja auch nie im Sinne der »Wundheilung« von Przibram (1909) ausgeglichen, sondern immer und immer nur durch eine neue Anordnung und Anreihung der schon entwickelten Geflechte.

Daraus geht hervor, daß die Coleopterenpuppen nicht mehr die Flügelanlagen zu regenerieren imstande sind und daß alle Verheilungsprozesse nur durch neue Anordnung des hier schon vorhandenen histologischen Materials entstehen. Diese Erscheinung hängt vielleicht mit dem sogenannten »vollkommenen Zustande« der Coleopterenpuppen zusammen, was in Przibram's (1907) Sinne »die Erreichung einer äußeren Form, die im weiteren Leben des Tieres nicht mehr bedeutungsvolle Veränderungen erfährt« (S. 622), bedeutet.

Und wenn wir jetzt alle bisherigen Angaben über die Reproduktionsfähigkeit der Insektenflügel zusammenfassen, so sehen wir sie in dem folgenden Zusammenhang:

Bei den Larven kommt eine Regeneration im eigentlichen Sinne des Wortes vor.

Bei den Puppen<sup>3</sup> schwindet die typische Regeneration und an ihre Stelle tritt die Fähigkeit, die Wunden mittels einer neuen Anordnung der schon entwickelten Geflechte auszugleichen.

Bei den Imagines kommt nur eine Verheilung der kleineren Wunden durch das von neuem ausgesonderte Chitin vor.

Eine diesem Schluß widersprechende Tatsache führte seinerzeit Watson (1891) an: Er beobachtete nämlich, daß, wenn einer Puppe

<sup>3</sup> Oder diesen bei den Hemimetabolen entsprechenden letzten Nymphenstadien.

von *Platysamia cecrofia* (Lepidoptera) ein Mittelfuß abgefallen (!) war, dieser an der Imago wieder zum Vorschein kam, und zwar um zwei Drittel kürzer als der entsprechende normale, aber mit allen Teilen wie dieser. Diese Angabe ist mit Vorsicht aufzunehmen, und es ist unmöglich, aus dieser einen Tatsache einen allgemein geltenden Schluß zu ziehen, weil, ohne Berücksichtigung anderer damit im Widerspruch stehender Angaben der übrigen Forscher, Watson selbst schon bei dem folgenden Falle sich überzeugt hatte, daß das, was er aus diesem Fund abzuleiten meinte, das heißt, daß die Lepidopterenpuppen regenerationsfähig sind, nicht richtig war: bei der zweiten Puppe, der er einen Teil der Antenne abgeschnitten hatte, übertrug sich dieser Defekt auch auf die Imago, was wieder klar erweist, die Insektenpuppen sind regenerationsunfähig.

Und in welchem Verhältnis zu diesen Resultaten sind Kammerers und Werbers Befunde der Reproduktion der Insektenimaginesflügeln? Es scheint, daß sie allen unsern Schlüssen widersprechen. Ich finde dagegen, daß umgekehrt unsre durch Tatsachen und systematische Untersuchungen gestützten Resultate beweisen, daß man diese Reproduktion der Imaginesflügel schwerlich für typische Regeneration halten kann.

Die Beweise dafür:

Wie kommt es, daß bei der Imago die Flügel regenerieren, wobei bei den Puppen bzw. bei den Hemimetabolen die ihnen entsprechenden letzten Nymphenstadien, wo die Bedingungen mit Berücksichtigung der Regel, daß die Regenerationsfähigkeit mit dem Alter vermindert wird, viel günstiger wären, niemals eine Regeneration nach der Exstirpation beobachtet wurde (Janda 1910)?

Wenn wir hier schon die Gültigkeit des Satzes: neunundzwanzig negative Resultate werden nicht ein positives negieren, annehmen, dann frage ich wieder, warum erreichten Werber und Kammerer einen so kleinen Prozentsatz positiver Erfolge, wenn die Regeneration, nach den neuesten Untersuchungen, besonders der »Biologischen Versuchsanstalt in Wien«, der die beiden Forscher angehören, eine »Grundeigenschaft der lebendigen Masse« ist. — Ungünstige Bedingungen, antwortet man. --- Ganz gut; dann muß man aber noch hören, wie man das Vorkommen von Regeneraten ohne die Häutung (Werbers Beobachtung einer sich abhebenden Haut könnte man aber fast mit der eignen Abhäutung homologisieren) und mit dem, in Kammerers Falle, scheinbar durch Pulsbewegungen hervorgerufenen Herauswachsen erklärt?

Und noch andre Einwendungen ließen sich gegen die Auffassung dieser »Wiederauswachsung« als »Regeneration« anführen.

Diese vorläufige Abhandlung soll nicht einer Kritik von Werbers und Kammerers Befunde gewidmet sein, jedoch halte ich mich für verpflichtet, nach meinen Befunden auch in theoretischer Hinsicht anzudeuten, wohin sie führen. Wir haben gesehen, daß sie ein besonderes Licht auf den Charakter des Wiederauswachsens der Imaginesinsektenflügel werfen. Eine genauere Darstellung wird in einer ausführlichen Arbeit erfolgen.

Kukus bei Königinhofe, am 3. August 1912.

### Literaturverzeichnis.

- Blunck, H., Regenerationsversuche an *Dytiscus marginalis* L. Zool. Anzeiger, Bd. XXXIV, S. 172—180). 1909.
- Hope, F. W., Entom. Soc. Febr. 1840. — May 1845. Ann. Mag. Nat. hist. XVIII. p. 353. [Zit. nach Przibram (1909)]. 1846.
- Heyden, L. v., Monströse Käfer aus meiner und der Sammlung des H. Prof. Doeblin in Aschaffenburg. (Deutsche entomol. Zeitschrift, Bd. XXV. S. 105—110.) 1881.
- Janda, V., O regeneračních dějích u členovců, Část II. Odonata (Über Regenerationserscheinungen bei Arthropoden. II. Odonata) (Sitzber. d. kön. böhm. Gesell. d. Wissenschaften in Prag). 1910.
- Kammerer, P., Regeneration des Dipterenflügels bei der Imago. (Arch. f. Entwicklungsmech. d. Org. Bd. XXV. S. 349—360.) 1907.
- Megušar, Fr., Die Regeneration bei Coleopteren. (Arch. f. Entwicklmech. d. Organ. Bd. XXV. S. 148—234.) 1907.
- Meisenheimer, J., Über Flügelregeneration bei Schmetterlingen. (Zool. Anzeiger, Bd. XXXIII. S. 689—698). 1908.
- Przibram, H., Die Regeneration als allgemeine Erscheinung in den drei Reichen. Vortrag, gehalten am 19. September 1906 in gemeinsamer Sitzung der Abteilung Zoologie und Physiologie auf der 78. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Stuttgart. — (Naturwissenschaftl. Rundschau, XXI. Jhrg.). 1906, a.
- , Kristallanalogien zur Entwicklungsmechanik der Organismen. (Arch. f. Entwicklmech. der Org. Bd. XXII. S. 207—287). 1906, b.
- , Experimentalzoologie. II. Regeneration. Leipzig u. Wien. 1909.
- Przibram, H. u. Werber, J., Regenerationsversuche allgemeiner Bedeutung bei Borstenschwänzen (Lepismatidae). (Arch. f. Entwicklmech. d. Org. Bd. XXIII. S. 615—631.) 1907.
- Tornier, G., Neues über das natürliche Entstehen und experimentelle Erzeugen überzähliger und Zwillingssbildungen. (Zoolog. Anzeiger, Bd. XXIV. S. 488—504.) 1901, a.
- , Bein- und Fühlerregeneration und ihre Begleiterscheinungen. (Zoolog. Anzeiger. Bd. XXIV. S. 634—664.) 1901, b.
- Watson, J., Re-developement of Lost Limbs in the Insecta. (The Entomologist. XXIV. p. 108—109.) [Zit. nach Tornier (1901, b.)] 1891.
- Werber, J., Regeneration der extirpierten Flügel beim Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*). (Arch. f. Entwicklmech. der Org. Bd. XXV. S. 344—348.) 1907.
- Verhoeff, C., Über Wundheilung bei *Carabus*. (Zool. Anzeiger, Bd. XIX. S. 72—74.) 1896.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Krizenecky Jar.

Artikel/Article: [Zur Kenntnis der Regenerationsfähigkeit der  
Puppenflügelanlagen von Tenebrio molitor und einige Bemerkungen  
über die theoretische Bedeutung der Befunde. 360-369](#)