

Zoologischer Anzeiger

herausgegeben

von Prof. J. Victor Carus in Leipzig.

Zugleich

Organ der Deutschen Zoologischen Gesellschaft.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

XXIV. Band.

4. November 1901.

No. 656.

Inhalt:

I. Wissenschaftl. Mittheilungen.

1. Törnier, Bein- und Fühlerregeneration bei Käfern und ihre Begleiterscheinungen. (Mit 5 Fig.) (Schluß.) p. 649.
2. Verhoeff, Über die Gonopoden von *Odontopyge* und eine n. sp. d. G. (Mit 3 Fig.) p. 665.

II. Mittheilungen aus Museen, Instituten etc.
Marine Biological Association of the
West of Scotland. p. 672.

III. Personal-Notizen.

(Vacat.)

Berichtigung. p. 672.

Litteratur. p. 481—504.

I. Wissenschaftliche Mittheilungen.

1. Bein- und Fühlerregeneration bei Käfern und ihre Begleiterscheinungen.

Von Gustav Törnier (Berlin).

(Mit 5 Figuren.)

(Schluß.)

20. Mai 1899 (8 Tage nach der Operation) 1 Puppe.

Der Fühlerstumpf besteht aus 3 Gliedern, von denen das dritte mit einer Schnittfläche schließt. Aus dieser ist ein Regenerationskegel herausgewachsen von der Länge eines Fühlergliedes. Seine Oberfläche ist rauh, während die Fühlerstumpfglieder lebhaften Glanz zeigen, so wird hier am dritten Fühlerglied der Unterschied zwischen Regenerat und Nichtregenerat sehr deutlich. Auch das Basalglied dieses Fühlers zeigt übrigens am Vorderrand einen kurzen Einschnitt, der durch Regenerationsgewebe nicht glatt verheilt ist. —

22. Mai 1899 (10 Tage nach der Operation) 2 Puppen.

Ex. 1: Der Fühler weicht nicht mehr sichtlich vom normrechten Fühler ab.

Ex. 2: Auch dieser Fühler ist ein normrechtes Regenerat. — Da bei diesen Puppen die Fühlerregeneration bereits beendet scheint, schneide ich den übrig gebliebenen Larven auch vom linken Fühler ein Stück ab. Etwa 8 habe ich auf diese Weise behandelt. —

4. Juni 1899 (21 Tage nach der ersten, 13 nach der zweiten Operation) 1 Puppe.

Fühler rechts vollkommen normal, Fühlerstumpf links aus 2 Gliedern bestehend. Aus dem zweiten, das mit einer Schnittfläche schließt, ist ein Regenerationskegel von Spindelform herausgewachsen. —

7. Juni 1899 (24 Tage nach der ersten, 16 Tage nach der zweiten Operation) 2 Puppen.

Ex. 1: Fühler rechts normal, Fühler links 9gliederig, das neunte Glied zeigt eine verheilte Wundstelle und einen deutlich aus derselben heraustretenden schwachen Regenerationskegel. An der Verpuppungshaut beider Fühler ist die Schnittstelle noch von schwarzem Wundschorf bedeckt.

Ex. 2: Fühler rechts durchaus normal, Fühler links 8gliederig. Das achte Glied mit großem Regenerationskegel, dessen Oberfläche rauh erscheint, so daß an diesem Glied Altes und Neuentstandenes noch deutlich zu unterscheiden sind. Auf der Fühleroberseite sieht man außerdem diesen Regenerationszapfen aus der Ursprungsstelle wie eine Eichel aus ihrer Schale herausragen; an der Fühlerunterseite dagegen sind die Grenzlinien zwischen beiden verwischter. An der Verpuppungshülle beider Fühler ist die Schnittstelle noch mit schwarzem Wundschorf bedeckt. —

9. Juni 1899 (26 Tage nach der ersten, 18 Tage nach der zweiten Operation) 1 Puppe.

Beide Fühler normrecht und auffällig kräftig entwickelt. —

11. Juni 1899 (28 Tage nach der ersten, 20 Tage nach der zweiten Operation) 4 Puppen.

Ex. 1: Beide Fühler 11gliederig, die Spitze des linken aber nicht keulenförmig, sondern zugespitzt.

Ex. 2: Beide Fühler 11gliederig.

Ex. 3: Beide Fühler 11gliederig. Am rechten sind die 3 letzten Glieder nachgewachsen und zwar schief nach unten, weil die Schnittfläche am Ende des neunten Gliedes unregelmäßig und schräg nach unten gerichtet war.

Ex. 4: Beide Fühler normgerecht.

Schluß des Experiments.

Abschnitt III. Historisches über den Nachweis der Regeneration bei den Arthropoden.

Fraisse, Geoffroy, Lister, Goeze.

Die nachfolgenden Litteraturangaben dürften um so mehr berechtigt sein, weil das bekannte grundlegende Werk von Paul Fraisse:

die Regeneration von Geweben und Organen bei den Wirbelthieren, Cassel und Berlin 1885 auf p. 9 die ganz unrichtige Bemerkung enthält: »Über die Regeneration der Insecten, Arachniden und Myriapoden ist außer der angeführten Mittheilung von Heincken nichts bekannt.«

Der Erste, welcher bei den Arthropoden und zwar den Weberknechten Regeneration vermuthete, war Geoffroy (Tome II, p. 629); er fand ein solches Thier mit 8 Beinen, von denen eins wenigstens um $\frac{2}{3}$ kleiner war als die anderen und schloß aus der Kleinheit dieses Beines auf Regeneration. Sulzer citierte ihn (Abgekürzte Geschichte der Insecten, p. 246). Lister versichert darauf, daß den Spinnen Regenerationsfähigkeit zukomme (Historia Animal. Angliae 4, London, p. 72) und der Recensent des Sulzer'schen Werkes in Beckmann's: Physikal-öconom. Bibliothek, Vol. I, p. 20 giebt an, anormal kurze Beine mit allen Gliedern, aber nur von halber Größe nicht nur bei Spinnen, sondern auch bei der Wasserjungfer (*Agrion virgo*) gefunden zu haben. Goeze beschreibt und bildet dann die Larve einer *Perla* (nach Newport: *Sembris bicaudata*) ab, deren rechtes Hinterbein nur die halbe Größe des linken hat »übrigens aber mit allen Gliedern«, »sogar mit den vordersten Krallen« am Tarsus »in verhältnismäßiger Größe«. Er führt die Kleinheit dieses Beines auf Regeneration zurück und schließt seinen Bericht: »Der kürzere Fuß aber ist, dünkt mich, ein unwiderleglicher Beweis, daß er abgestoßen und wiedergewachsen sei. Artig ist es doch, daß die den Krebsen, Spinnen, Libellen und diesen Perlenlarven wiederwachsenden Füße allzeit kleiner und kürzer sind als die anderen; auch, wie es scheint, kleiner und kürzer bleiben. Wir haben also bei den Perlenlarven ein neues Beispiel von Insecten, die mit der Reproductionskraft versehen sind« (Goeze, Reproductionskraft bei den Insecten; Naturforscher, 1777, 12 Stück, p. 221, Taf. V. Fig. 8). — Irrthum ist in diesem Satz, »daß das regenerierte Bein abgestoßen« worden sei und daß die Beinregenerate der Insecten stets Zwergbildungen sind. —

Banks, Heincken, Burmeister, Johannes Müller.

Der Erste, der die Regeneration der Spinnenbeine direct beobachtete, war J. Banks (Ann. Mag. IV [1829] p. 430); ihm lief eine *Epeira* mit nur drei erhaltenen Beinen über den Tisch; er sperrte sie ein und beobachtete dann, daß sie nach 4 Wochen häutete und daß dabei ihre 5 verlorenen Beine durch Regenerate ersetzt wurden; bei der nächsten Häutung wurden diese Ersatzbeine noch größer.

C. Heincken war darauf der Erste, welcher die Frage der Regenerativfähigkeit der Arthropoden experimentell zu lösen unternahm, Beweis dafür sind seine beiden Arbeiten: Experiments and Obser-

vations on the casting off and reproduction of the legs in Crabs and Spiders. Zoological Journal, Vol. IV (1829) p. 284 und Observations on the reproduction of the members in Spiders and Insects. By Charles Heincken. Ann. Mag. Vol. IV (1829) p. 422. Er findet eine Reihe wichtiger Thatsachen: Er stellt Beinregeneration bei mehreren Spinnenfamilien und Fühlerregeneration bei Blattiden (*Blatta maderae*) und *Reduvius* fest, er führt ein genaues Journal über seine Experimente und sieht, daß das Wiederwachsen dieser Beine und Fühler nur während der Häutung stattfindet, daß dabei der Stumpf bis zur ersten Häutung »positiv« unverändert bleibt und daß 2—3 Häutungen zur Vollendung des Regenerativprocesses genügen. Er hat ferner bemerkt, daß die Regeneration bei den Arthropoden ausbleibt, »wenn die Häutung nicht mehr stattfindet« (d. h. in Umschreibung, wenn die Thiere ihr Vollstadium erreicht haben) und daß die regenerierten Gliedmaßen oder ihre Endglieder »unmittelbar bei ihrem Erscheinen« Krallen besitzen.

Im Jahre 1832 stellt Burmeister (Handbuch der Entomologie Bd. 1 [1832] p. 401 u. 402) die vor ihm über die Regeneration der Insecten vorhandene Litteratur zusammen und bemerkt dabei, »daß sie — die Insecten — nur sehr schwache Spuren von Regeneration aufweisen« und »daß verstümmelte Raupen bei der nächsten Häutung neue Glieder, d. h. Füße bekommen sollen«. Wichtiger ist dann aber folgende Bemerkung: »Merkwürdig indes bleibt es, daß diese Glieder nicht schon während das Kerf noch in der alten Haut steckt hervorkommen. Diesen Umstand möchte ich aus der Verhornung der Haut, wodurch sie gleichsam als abgestorben zu betrachten ist, erklären und daher auf den Grund der bekannten Thatsache leiten, daß die den Kerfen beigebrachten Wunden erst bei der nächsten Häutung — also in vollkommenem Zustande gar nicht — vernarben« (p. 401 u. 402).

Im Jahre 1837 constatirt dann Johannes Müller, daß die Larven der Insecten ihre Antennen und die von *Phasma* auch ihre Beine regenerieren können (Elemente der Physiologie, Bd. 1 (p. 183). — Newport, Fortnum, Tornier, de Réaumur u. Swammerdam und Mélise.

Im November 1839 fand Newport eine *Scolopendra subspinipes* mit einem Zwergbein unter sonst normalen und führt dessen Entstehen auf Regeneration zurück. Derselben Ansicht war dann auch F. W. Hope im Februar 1840, dem ein zweites Exemplar von *Scolopendra* mit Zwergbein vorlag. Da aber gleichzeitig ein Gegner dieser Meinungen auftrat, experimentierte Newport in den nächsten Jahren mit Myriapoden (1841 mit Chilognathen, 1842 mit Chilopoden) und 1843 auch mit Schmetterlingen (Philosophical Transact. Royal

Soc. London 1844 p. 283—294. Plate XIV, Ann. Mag. Nat. Hist. 1845. Vol. 15 p. 279—280 und 373—374 und Anu. Mag. Nat. Hist. 1846. [Vol. 17] p. 282).

Auf diese Experimente wies zuerst Waterhouse im Januar 1844 hin, als in der Entomological Soc. of London einige Beobachtungen von Fortnum über die Regeneration des linken Mittelbeins der Phasmide: *Diura violascens* Gray vorgelesen wurden, und gleichzeitig zeigte Newport einen Vortrag über seine Experimente an und besprach einige Ergebnisse seiner Untersuchungen, auf die erst später eingegangen werden wird.

Jene Beobachtungen von Fortnum sind: Bei der ersten Häutung, die auf den Verlust des Beines folgte, erschien ein kleines Regenerat am alten Stumpf, wie eingetrocknet anzusehen und anscheinend ohne Gliederung. Nach der zweiten Häutung war das Bein bis zur Hälfte seiner Naturgröße gewachsen und mit allen Gliedern versehen. Bei der dritten Häutung trat das Thier in das Puppenstadium und hatte sein Bein ungefähr $\frac{2}{3}$ der Originalgröße. Nach dem Ausschlüpfen des Vollthieres hatte die Gliedmaße normrechte Größe erreicht. Hierzu bemerkte dann noch Marshall, daß er ein Specimen der gemeinen *Blatta* beobachtet habe, bei dem ein Bein viel kleiner war als alle übrigen (Ann. Mag. 1845 [Vol. 16] p. 273).

Ehe ich auf die Resultate der Newport'schen Untersuchungen eingehe, will ich bemerken, daß ich selbst einer größeren Anzahl verschiedener Schwärmer- und Nachtschmetterlingsraupen kurz vor der Verpuppung (die sicher eintreten mußte, da die Thiere im Spätherbst gesammelt wurden), das eine oder beide Hinterbeine abgeschnitten habe und daß diese Hinterbeine alsdann bei der Puppe und dem Vollschmetterling nur so weit vorhanden waren als sie als Beinestümpfe bei der Larve stehen geblieben waren, doch hatten diese Beinestümpfe bei der Verpuppung jene Größe erlangt, die sie bei entsprechenden Vollinsecten haben mußten; es verhalten sich demnach die Schmetterlingsraupen kurz vor der Verpuppung regenerativ genau so wie die Käferlarven in demselben Alter.

Dasselbe Resultat erhielt auch de Réaumur, der Erste, welcher Raupenbeine abschnitt und damit Regenerationsversuche anstellte, ohne es zu wollen (De Réaumur, Mém. de l'Acad. des Sciences 1718 p. 263 und Mémoires sur les Insects 1834. I. p. 365). Seine Angaben darüber, die auch in Rücksicht auf Nachfolgendes sehr wichtig sind, lauten in freier Übersetzung so:

Die Art, wie am Schmetterlingskörper die 6 Beine sitzen, begründet die Annahme, daß diese Beine in die 6 Beinskelete der Raupen eingelagert waren und das ist auch so, obgleich die Länge und

Dicke, welche die Schmetterlingsbeine bereits in der Puppe haben, dagegen zu sprechen scheinen und dieser Zweifel auch durch die Thatsache unterstützt wird, daß die Haare des Schmetterlings nicht aus den Raupenhaaren entstehen. Um aber die Wahrscheinlichkeit durch entscheidende Thatsachen zu ersetzen, habe ich einer Raupe, in der bereits die Puppe war, und deren Haut schon auf dem Rücken gespalten war, mit der Schere die drei Beine einer Körperseite bis über die Mitte hinaus abgeschnitten. Trotz dieser Mißhandlung fuhr die Puppe mit dem Hautabstreifen fort, und es gelang ihr auch. Nun mußte sich entscheiden lassen, ob ihre Beine in den Hauthüllen der Raupenbeine gesteckt hatten, denn war dies der Fall gewesen, mußte die Puppe nunmehr an einer Seite verstümmelte Beine haben, und in der That waren bei ihr die drei Beine der einen Körperseite kürzer als ihre Gegenstücke der anderen Seite. Wenn ich ferner bei Raupen, welche der Verpuppung nicht ganz so nahe waren wie die eben erwähnten, Beinpartien abschnitt, so sind die Thiere fast immer bereits vor der Häutung zu Grunde gegangen, nur eins verwandelte sich trotz so eingreifender Operation in eine Puppe, aber mit drei verkrüppelten Beinen (*mais c'a été avec trois jambes estropiées*). Endlich habe ich Raupen im Stadium der Verpuppung in Spiritus abgetödtet, darin gehärtet und dann enthäutet, dabei konnte ich die Puppenbeine aus den Beinskeleten der Raupen herausziehen.

Ferner ergibt die Beobachtung die Thatsache, daß die Puppenbeine, obgleich sie viel länger und dicker sind als das entsprechende Raupenbeinskelet, in dieses eingeschlossen werden konnten, weil sie darin zusammengefaltet und zusammengedrückt lagen. Die Reibung, die sie später erleiden, wenn die Puppen sie aus diesen Scheiden herausziehen, verlängert und entfaltet sie. Betrachtet man aber unentfaltete Puppenbeine mit der Lupe, so sieht man in ihnen Quergruben (*rayes*), die einander genau parallel sind und sehr nahe an einander liegen, aber fehlen, wenn die Verpuppung des Thieres eingetreten ist. Diese Quergruben lehren, daß die Beine so verkürzt waren, wie es eine Drahtfeder in der Lampenröhre ist, wenn sie von Gewichten belastet wird (*comme l'est un ressort à boudin chargé de quelques poids*). Wenn sie frei werden, dehnen sie sich nicht nur aus, sondern blähen sich gleichzeitig auf unter dem Einfluß des Saftes, der aus dem Körper des Thieres in sie eindringt. — Dasselbe Resultat hat auch Swammerdam erhalten und M. Mélise, der ihn citiert, indem er gleichzeitig über eigene Experimente berichtet, die von ihm ohne sonstige Litteraturkenntnis angestellt wurden (*Compt. rend. Soc. d'Entomol. Belgique 1879 p. XCII*). Diese Experimente ergaben Folgendes: Er schnitt der ersten von 10 Seidenraupen 15 Tage vor

der Verpuppung, und den anderen noch näher der Verpuppung, also allen — wie der Autor selber sagt — im letzten Stadium ihrer Entwicklung das rechte Hinterbein ab. Das Experiment bestätigte darauf die Angaben von Swammerdam, denn alle diese operierten Schmetterlinge besaßen nach der Entpuppung rechte Hinterbeine mit Fehlstellen. Außerdem endete jeder dieser Beinstümpfe mit einer dem Aussehen nach richtigen Schnittfläche, denn die feine Behaarung, welche das Bein bedeckt, hörte an der Spitze des Stumpfes, d. h. der eigentlichen Schnittstelle, auf, so daß diese völlig nackt geblieben war. Ferner fehlte jedem Bein dabei, wie der Autor richtig vermuthet, so viel vom Spitzenabschnitt, als dem Raupenbein abgeschnitten worden war. Dreien fehlten drei Tarsusglieder nebst Kralle; drei hatten nur noch Schenkel und Schienbein; einem war der Schenkel mitten durchgeschnitten; zwei zeigten einen nur kurzen Gliedmaßenstumpf. (Interessant ist eins dieser Objecte, von dem der Autor angiebt: »es fehlten ihm am Hinterfuß drei Tarsen, merkwürdigerweise ist aber sein Krallenglied vorhanden«. Mir scheint es nicht zweifelhaft, daß dieses Thier eins von denen ist, die als erste operiert wurden und daß seine Krallen bereits Regenerate waren, denn anders ist ihr Auftreten an einem Bein, dem die Spitze abgeschnitten wurde, wohl nicht zu erklären. Von drei anderen Exemplaren giebt der Autor an: ihnen fehlten drei Tarsen mit den Klauen (diese Exemplare werden wohl später operiert worden sein als das ersterwähnte und konnten so das verlorengegangene nicht mehr regenerieren).

Ein Referat über die Arbeit von M. Mélise erschien in den *Proceed. Entomol. Soc. London 1879*, p. XXXII unter dem Titel: »Correlation of Mutilation in the Larva with Deformity in the Imago« (Verfasser: R. M'Lachlan). — Ein deutsches Referat enthielten die entomologischen Nachrichten 1879, p. 333.

G. Newport's Beobachtungen sind zahlreich und wichtig, doch fehlt seiner Arbeit die Durchbildung, was zu entschuldigen ist, da es dem Autor im Wesentlichen nur darauf ankam, bei den Insecten mit vollkommener Metamorphose Regenerationsfähigkeit festzustellen; indes lassen doch die Ergebnisse seiner Experimente klar erkennen, daß die Beinregeneration der Schmetterlinge und Käfer Parallelprocesse sind. Die Hauptergebnisse seiner Arbeit sind:

Die von ihm operierten Myriapoden regenerierten ihre Antennen und Beine, die untersuchten Schmetterlinge ihre Beine. Diese Regeneration findet stoßweise nur während der Häutung des Thieres statt, in den Zwischenräumen zwischen 2 Häutungen setzt sie aus. Mehrere Häutungen gehören zur Vollausbildung des Verlorengegangenen, d. h. bis es die volle Größe eines Normgliedes erreicht.

Diese Vollausbildung der Verlorenen tritt aber nur ein, wenn die Thiere bei der Operation noch recht jung sind; ja ein junger *Lithobius* regenerierte dieselbe Gliedmaße noch einmal. Bei älteren Raupen oder Thieren, d. h. solchen, die nur noch 1 oder 2 Häutungen vor ihrer Verpuppung oder vor der Erreichung ihrer Normalgröße durchzumachen haben, erreicht das Regenerat niemals die Normgröße, sondern es treten dann öfter Zwergbeine auf, wie seine — auch hier in Fig. 4 reproducirte — Abbildung einer *Vanessa Io* zeigt. Auch erhielt Newport bei älteren Raupen einige Male keine Beinregeneration, spricht sich aber über die Ursachen dieses Ausbleibens nicht weiter aus, führt aber an, daß der Stumpf zu der entsprechenden Beinpartie der Puppe und des Vollthiers geworden sei.

Ferner sind nach Newport keine präformierten Regenerativstellen in der Arthropodengliedmaße, sondern die entsprechende Fähigkeit liegt »im

Fig. 4.

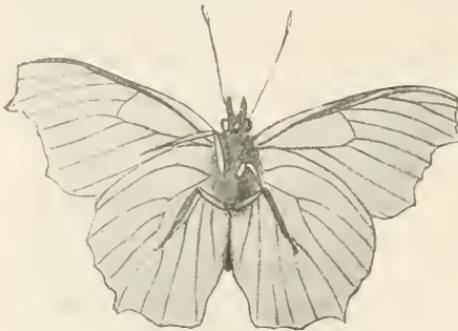
Fig. 4. *Vanessa Io* mit regeneriertem Zwergmittelbein (nach Newport).

Fig. 5.

Fig. 5. *Pannesthia* mit regeneriertem Zwerghinterbein (nach Newport).

ganzen organisierten Gewebe«.

Dabei entsteht die nachwachsende Gliedmaße aus der Wunde als ein kleines Höckerchen, das bis zu einer gewissen Länge auswächst, bevor seine Sonderung in Glieder stattfindet.

Sind die Gliedmaßen nachgewachsen, so haben sie alle wesentlichen Theile, nämlich Coxa, Femur, Tibia, Tarsus und die Krallen; aber ihre Entwicklung ist kaum jemals ganz normal, entweder fehlen ihnen einige Tarsalglieder oder sie zeigen Unregelmäßigkeiten in der Entwicklung der Bewaffnung; besonders fehlen die Schienendornen fast immer (almost always), aber die Krallen sind dagegen stets vorhanden. Dies war besonders schlagend bei einigen Schmetterlingen

mit »Theilreproduction«, bei welchen die Krallen ohne Zwischenglieder dem ersten Tarsusglied (Metatarsus) unmittelbar ansaßen. Und auch sonst waren sie vorhanden, wenn ein oder mehrere Tarsalglieder fehlten (p. 292).

Auch an den Fühlern der Iuliden sind solche Unregelmäßigkeiten vorhanden, so ist jedes Fühlerglied an seinem distalen Ende von Haaren umgeben, während die Glieder der normalen Antennen nur einige wenige verstreute Haare an der Unterseite haben.

Über die Ursachen dieser abnormen Gestaltung der regenerierten Gliedertheile hat Newport in seinen Hauptarbeiten gar keine Meinung aufgestellt, und doch sind vor Allem an seinen Schmetterlingen die Beinverbildungen wesentlich größer als es nach seiner Beschreibung scheint. Das läßt sich constatieren, weil er nämlich eine größere Anzahl dieser Beine abbildet und unter diesen ist die Mehrzahl nicht nur recht klein, sondern auch verkrüppelt oder doch mehr oder weniger zusammengedrückt oder verbogen. Erst in seiner letzten Mittheilung, als er jene Blattide *Pannesthia* erhielt und abbildete, die wegen ihres außerordentlich winzig regenerierten Hinterbeines auch in dieser Arbeit (Fig. 5) nachgebildet ist, hat Newport dann (Ann. Mag. Nat. hist. [1847] Vol. 19, p. 148) für den Mangel der Tarsusglieder bei den regenerierten Schmetterlingsbeinen ein — von ihm hypothetisch angenommenes durchaus unrichtiges Entwicklungsgesetz des Tarsus verantwortlich gemacht, das folgendermaßen lautet: In nachgewachsenen Gliedmaßen, welche noch nicht die Normgröße erreicht haben, hat der Tarsus selten mehr, gewöhnlich weniger Glieder als der Norm entspricht; das ist aber stets der Fall in den ersten Regenerativstadien der Gliedmaßen. Wenn das ganze Organ dann weiter wächst, nimmt der Fuß entsprechend den anderen Gliedmaßentheilen an Länge zu und wenn das Insect das nächste Mal seine Haut wechselt, ist in dem Fuß die Gliederzahl jedes Mal durch ein hinzu regeneriertes Glied vermehrt, das an der distalen Spitze des vorletzten liegt, zwischen diesem und dem Endglied, welches die Klauen trägt; genau so, wie auch dem Körper der Myriapoden neue Segmente hinzugefügt werden, zwischen dem letzten neu entstandenen d. h., dem vorletzten und dem Caudalglied. Auf ähnliche Weise werden auch an den Antennen des *Lithobius* neue Glieder entwickelt und zwar immer am distalen Rand eines vorher entstandenen, nur daß es in diesem Fall am distalen Ende jedes vorhergehenden Gliedes gebildet wird.

Richtiger dürfte Folgendes sein:

Die Ursachen für die abnorme Gestaltung dieser regenerierten Myriapoden- und Schmetterlingsbeine sind dreifacher Art. Die zu starke Behaarung der Ersatzfühlerglieder des *Lithobius* beruht sicher,

wie die zu starke Behaarung der Ersatzschienen bei den von mir untersuchten Mehlkäfern auf der Überernährung des Regenerats bei seiner Anlegung, es wurde dadurch zu groß angelegt und erhielt so eine zu reiche Behaarung.

Ferner beruhen die Verbiegungen, Abknickungen und sonstigen Druck- und Zugverbildungen der regenerierten Schmetterlingsbeine, sowie die Störungen in ihrer Dornbewaffung, die bis zu fast völligem Schwinden derselben führen können, darauf, daß diese Zwergbeine wie die der Mehlkäfer im Puppenstadium dem Druck der ihnen anliegenden Flügelanlagen nachgaben und daher verbogen oder zusammengedrückt oder noch complicierter verbildet wurden. Merkwürdig ist dabei, daß diesen Schmetterlingsbeinen gewöhnlich die Schienendornen fehlen, während sie dagegen bei den Käferbeinen wohl immer vorhanden waren. Neue Experimente zur genauen Untersuchung dieser Differenzpunkte wären hier daher recht am Platz.

Auf das angebliche Fehlen der Fußglieder bei den Newport'schen Schmetterlingen will ich hier nicht näher eingehen, da ich darauf in einer besonderen Arbeit zurückkommen will. Wahrscheinlich liegen hier Täuschungen des Beobachters vor, denn die meisten der regenerierten und dabei verbildeten Mehlkäfertarsen machen ebenfalls den Eindruck, als hätten sie weniger oder mehr Glieder als der Norm entspricht, erst sehr eingehende Untersuchung derselben mit starker, 20fach vergrößernder Lupe, zeigt, daß es nicht der Fall ist, sondern daß die scheinbar überzähligen Tarsenglieder durch Knickfalten, welche die Tarsenglieder durchziehen, vorgetäuscht werden, während andererseits stark zusammengeschobene Tarsenglieder oft ein einziges Glied zu sein scheinen. —

Pictet, Westwood, Erichson.

Gegen die geschilderten Newport'schen Versuchsergebnisse wandte sich 1846 Pictet [Biblioth. universelle de Genève, Supplément (Archives des Scienc. phys. et naturell.) T. 3. 1846. p. 332—338. — Referat in Schleiden's und Froriep's Notizen (1847) St. I. 344] mit folgenden durchaus falschen Auseinandersetzungen:

Er giebt an, er habe zahlreichen erwachsenen Larven von *Phryganea striata* und *Phryganea pantherina* Beine an drei verschiedenen Stellen abgeschnitten, in der Mitte der Schiene, des Schenkels und in der Mitte der Coxa, in der Hoffnung auf diese Weise, wie Newport, Individuen ohne Beinregeneration oder mit Beinen in nicht voller Ausbildung zu erhalten; er habe aber bei den Puppen und Vollthieren stets völlig normale Beine erhalten, ja so normal seien dieselben gewesen, daß selbst mikroskopische Untersuchungen und ge-

naue Messungen keine Unterschiede zwischen ihnen und Stammgliedmaßen ergeben hätten. Er fügt dann noch hinzu, bei dem Abschneiden hätten die Beine dieser Phryganidenlarven nicht geblutet, während die Raupenbeine, welche von Newport operiert wurden, wie dieser angäbe, sehr stark geblutet hätten und dadurch sei wahrscheinlich die Raupe so geschwächt worden, daß sie ihre »Puppenbeine« nicht habe ausbilden können. Darum sagt er, seien Newport's Experimente ohne Beweiskraft für die Regeneration der Gliedmaßen bei den Insecten. Dagegen seien seine Phryganidenversuche ein neuer Beweis für seine bereits früher geäußerte Ansicht (*Recherches sur les Phryganides*, p. 42. pl. II fig. 16—18), daß die Beine der Vollkerfe nicht direct aus den Beinen der entsprechenden Larven entständen. Es lasse sich das übrigens auch in folgender Weise beweisen: Wenn man einer Phryganidenlarve kurz vor der Verpuppung die Haut aufschlitze, könne man sehen, daß die Fühler und Beine der Puppe unter jener Haut lägen und daß sie eingerollt und ohne directe Beziehung zu den homologen Larvenpartien seien; die Puppenbeine speciell seien zusammengefalted und weich und ihre Tarsen ständen in Berührung mit der Coxa der Larve. Es bestehe daher wohl eine Beziehung zwischen Larven- und Puppenbein in der Art, daß beide benachbart seien; aber gleichzeitig ergebe sich daraus, daß die Glieder des alten Beins nicht die des neuen sind, und daß die Ausbildung der neuen Theile ganz unabhängig von den alten verlaufe. Deshalb schneide man mit einem Larvenbein nicht auch das entsprechende Puppenbein ab und dieses könne daher dann später sehr wohl völlig normal entwickelt werden.

Gegen diese Pictet'schen Angaben wäre Folgendes zu sagen:

Er gründet seine Annahme, daß die Puppenbeine nicht aus den Larvenbeinen hervorgehen, nicht — wie er angiebt — auf wirkliche Larven, sondern auf halbfertige Puppen, welche zwar noch in der unverletzten Larvenhaut stecken, aber unmittelbar vor der Zersprengung derselben stehen und deshalb die Larvenhaut bereits so weit abgestreift haben, daß sie in ihr mit ihren Anhängen, wie der menschliche Körper in einem umgehängten — nicht angezogenen — Mantel liegen. Sie haben alsdann also bereits ihre Beine aus der Larvenhaut so weit herausgezogen, daß die Beine nur noch mit ihren Krallengliedern in sie hineinreichen und zwar nur bis zur Coxamitte. Bei den Mehlkäferlarven ist dieses Vor-Puppenstadium dann eingetreten, wenn die Larven, zur Verpuppung bereit, mit etwas in sich zusammengezogenem, aber fast gerade gestrecktem Körper und mit ebenfalls ausgestreckten Beinen, die einander parallel stehen, ruhig daliegen und beim Berühren nicht mehr den Versuch machen weg-

zukriechen, sondern sich nur hin und her wälzen oder mit dem Kopf nach den Seiten hin und her schlagen.

An solchen Pseudolarven und nicht an vollkräftigen hat nun Pictet seine Versuche angestellt, wie seine Angaben sicher beweisen, und ich durch Versuche an Mehlkäfern nachweisen konnte, denn nur bei diesen »Larven« können die Beinenden, aufwärts bis zur Coxa-mitte, abgeschnitten werden, ohne daß die alsdann entstandenen Wunden bluten; und weil dabei lebende Beinpartien des Thieres überhaupt nicht verletzt werden, kann später die Puppe mit völlig unverletzten Beinen die Larvenhaut verlassen. Schneidet man aber Mehlkäferlarven in diesem Entwicklungsstadium die Beine unmittelbar am Körper ab, so fließt bei ihnen aus der entstandenen Wunde viel Serum und Körpersubstanz aus und der ausschlüpfenden Puppe fehlen dann die Spitzen an den betreffenden Beinen.

Im Übrigen hat Erichson vollkommen recht, wenn er über die Pictet'schen Ideen schreibt (Bericht über die wissenschaftlichen Leistungen in der Naturgeschichte der Insecten während des Jahres 1847. Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte 1848): Es giebt gewiß keinen stärkeren Beweis gegen diese Ansicht als die Newport'schen Versuche.

Auch J. O. Westwood war Gegner Newport's, wurde aber durch diesen immer mehr widerlegt, bis er (Ann. Mag. 1847. [Vol. 19] p. 279) den Beweis zu erbringen versprach, daß abnorm kleine Beine bei Vollinsecten mit fußlosen Larven durch »verzögerte Entwicklung« dieser Organe entstanden seien; doch ist dieser Beweis nicht erbracht worden. —

Watson.

Im Jahre 1891 veröffentlichte John Watson einige Experimente über das Nachwachsen verlorener Insectenbeine ohne Kenntnis der Vorarbeiten auf diesem Gebiet und mit der falschen Angabe, daß Regeneration sowohl bei Larven als Puppen vorkommen kann. (The Re-development of Lost Limbs in the Insecta. By John Watson. The Entomologist 1891 [XXIV.] p. 108—109.)

»Den ersten Fall« fand er bei der Larve von *Platysamia cecropia* (einer nordamerikanischen Seidenmotte) und machte dann Experimente: Eine dieser Larven hatte dreimal gehäutet; sie verlor ein Mittelbein am Tage als ihre Beobachtung begann. Bei der vierten Häutung (Übergang in's fünfte Alter) hatte sie an Stelle des Beines eine kleine conische Anschwellung mit schwarzer Spitze. Bei der Puppe schien das Bein noch zu fehlen, dagegen war es beim Vollschmetterling nachgewachsen, hatte die gewöhnliche Gliederzahl und freie Beweg-

lichkeit, war aber nur etwa $\frac{1}{3}$ so groß als das correspondierende Bein der anderen Seite. (Hieraus schließt der Autor, daß das Bein bei der Puppe nachgewachsen sei.)

Bei einer zweiten Puppe, die angeschnitten wurde, trat angeblich »vollständige Narbenbildung« ein. Es war ihr aus Versehen eine Antenne abgeschnitten worden, während das Messer gleichzeitig über einen Flügel hin fuhr, so daß eine blutende Schnittlinie entstand. Die Antenne hatte sich beim Vollschmetterling nicht über die Schnittstelle hinaus weiterentwickelt, nur der Stumpf war vorhanden — also ist hier richtig das Fehlen der Regeneration im Puppenstadium constatirt worden — am rechten Oberflügel reichte die Schnittmarke und Narbe (?) von der Mitte des distalen Randes bis unmittelbar an die Innenseite des Augenflecks. (Wirkliche Narbenbildung tritt bei den Insecten, die als Puppe verletzt werden, bis zum Ausschlüpfen des Vollthieres nicht ein; die Wunden bluten im Gegentheil gewöhnlich noch beim Abwerfen der Puppenhaut. Ref.)

Im dritten Fall wurden einer Larve der puss-moth, die im vierten Alter stand, 2 Beine mit feiner Seide abgebunden und dann abgeschnitten, so dicht am Körper wie möglich. Bei der nächsten Häutung waren 2 neue Beine entwickelt, wenn auch nicht vollständig, da das letzte Glied und die Krallen fehlen (? Ref.), aber größer als bei der ersten Larve (*cecropia*), weil das Thier in einem viel früheren Stadium des Larvenlebens operirt worden war. (Weitere Angaben über das Thier fehlen.)

Viertens wurde einer *Agrion*-Larve im November 1900 am Körper das linke Mittelbein abgebunden und abgeschnitten. Die Larve häutete nach 2 Monaten und entwickelte ein neues Bein. Dieses hat die Glieder in normrechter Zahl, aber die Krallen des letzten Gliedes fehlen. Das Bein ist viel kleiner als die anderen. (Daß diesem Thier an dem nachgewachsenen Bein, obgleich es normrechte Gliederzahl hatte, die Krallen fehlten, ist als anormal zu betrachten; entweder sind die Krallen übersehen worden, oder sie gingen dem Thier auf irgend eine Weise durch eine Verletzung des Regenerats verloren.) Der Experimentator hofft, es werde bei jeder Häutung weiterwachsen.

Der Artikel schließt: Ich experimentiere jetzt mit Puppen. Wahrscheinlich ist aber dem Autor die vorhandene Litteratur bekannt geworden, worauf er die Experimente aufgab, denn publicirt sind sie nicht worden. —

Gadeau de Kerville.

1890 veröffentlichte Gadeau de Kerville experimentelle Untersuchungen über das Nachwachsen von Gliedmaßen bei Insecten.

(Expériences tératogéniques sur différentes espèces d'insectes par Henri Gadeau de Kerville. Le Naturaliste 1890. p. 115.)

An Beinen und Antennen, die entweder abgeschnitten oder zerdrückt worden waren, erhielt er Regenerate bei folgenden Insectenarten:

Schmetterlinge: *Yponomeuta malinella* Zell., *Noctua xanthographa* S. V., *Arctia urticae* Esp., *Orgyia antiqua* L., *Saturnia pavonia* S., *Vanessa Io* L. und *Papilio podalirius* L.

Käfer: *Coccinella septempunctata* L., *Galeruca tanacetii* L., *Tenebrio molitor* L., et *Diaperis Boleti* L.

Die Regeneration erfolgte dabei in dreifacher Weise:

Erstens: Die Beine und Antennen ergänzen sich vollständig, die constituierenden Glieder der Beine und Antennen sind von derselben Configuration, aber immer viel kleiner als ihre Pendants der entgegengesetzten Körperseite, die nicht abgeschnitten wurden.

Zweitens: Die Beine und Fühler regenerieren sich unvollständig, die nachgewachsenen haben geringere Gliederzahl als die Pendants und ähnliche oder verschiedene Form, sind aber beträchtlich kleiner. (Es sind offenbar die Objecte, bei welchen im Puppenstadium der Flügeldruck die nachgewachsenen sehr kleinen Gliedmaßen besonders stark verbildete. Ref.)

Drittens: Die Beine und Antennen wurden nicht regeneriert.

Man begreift leicht, schreibt der Autor, daß diese drei Fälle von verschiedenen Bedingungen abhängen, auf die er aber nicht näher eingeht; constatirt wurde aber, daß wenigstens eine Häutung nothwendig ist, damit Anfangsstadien der Bein- und Fühlerregeneration bemerkbar werden, und außerdem ist es nothwendig, daß das Individuum einige Zeit vor der Häutung operirt wurde, »was übrigens ganz natürlich ist«. Vollständige Beinregenerate wurden nur erhalten, wenn das Insect noch nicht in das Puppenstadium eingetreten war, »aber ich bin sehr geneigt zu glauben, daß, wenn man Larven, die ein langes Larvenleben haben, in der ersten Entwicklungsperiode operirt, vollständige Beine und Antennen regeneriert werden, immer aber, wohlverstanden, mit geringeren Dimensionen als ihre Pendants«.

Begleitet werden die Angaben des Verfassers durch eine Anzahl recht unklarer Figuren, über deren Herstellung der Verfasser selbst bittere Klage führt: Fig. 1 zeigt die Fühler eines Mehlkäfers im Endstadium mit folgender Erklärung: Ausgekrochen 9. Juli 1884. Vollständig regeneriert — abgeschnitten 28. Mai 1884. (Verfasser giebt an, der Zeichner habe sich versehen, die Fühler müßten 8 Glieder haben; ein normrechter Mehlkäfer besitzt aber 11 Fühlerglieder.) —

Fig. 2. Hinterbein vom Mehlkäfer im Endstadium: Ausgekrochen in der zweiten Hälfte des Juni 1885; das rechte Bein unvollständig regeneriert, war an der Larve am 2. Mai 1885 abgeschnitten worden. (Der Tarsus hat 4 Glieder, das heißt die normrechte Zahl, es haben ihm daher wohl die Krallen gefehlt; Krallenglied und Schiene sind stark verbogen durch den Druck der Flügeldecke. Ref.) — Fig. 3. Hinterbein eines Mehlkäfers im Endstadium: Ausgekrochen in der zweiten Hälfte des Juni 1885. Das rechte Bein, vollständig regeneriert, war an der Larve am 1. Mai 1885 abgeschnitten worden. (Ist wesentlich kleiner als das Pendant. Ref.) — Fig. 4. Mittelbein eines *Papilio podalirius* L. im Endstadium: Ausgekrochen am Ende des Mai 1884. Das rechte Bein, unvollständig regeneriert, war bei der Raupe im 4. oder 5. Alter (13. August 1883) abgeschnitten worden. (Es fehlt, wie es scheint, ein Tarsusglied, das im Puppenstadium abgebrochen wurde. Ref.) —

Chr. Schröder.

Im Jahre 1898 gab Dr. Christian Schröder eine kurze Notiz über die von ihm beobachtete Regeneration der beiden Hinterbeine bei einer Ephemeridenlarve. [Illustrierte Zeitschrift für Entomologie Bd. 3. (1898) p. 14.] Als diesem Thier bei der Untersuchung die beiden Hinterbeine abgerissen wurden, zeigten sich nach etwa 3 Wochen Fußstummel, »die mit dem weiteren Wachsthum der Larve die gegliederte Form und Größe der übrigen Gliedmaßen völlig erreichten, so daß das im Mai schlüpfende vollkommene Insect, wie ich mich besonders überzeugte, durchaus nichts von jener früheren Verletzung, wenigstens nicht unter der Lupe, erkennen ließ«. —

J. Carl.

Im Jahre 1899 macht J. Carl bei der Beschreibung von Collembolen folgende Angaben über regenerierte Sprunggabeläste bei *Isotoma sensibilis* (J. Carl, Notice descriptive des collemboles. La feuille des jeunes naturalistes [III p. 29 A.] 1899. p. 95):

Unter den Individuen von *Isotoma sensibilis*, welche ich untersucht habe, fand ich auch 2, welche sich von den anderen durch den besonderen Character eines ihrer Springgabeläste (Mucrones) unterschieden. Der Zahn, welcher zu dem abnormen Ast gehörte, war ein Viertel kürzer als der andere Zahn und beträchtlich dicker. Es ist offenbar, daß es sich hierbei um eine Regeneration handelte. Der abnorme Mucrozahn erscheint 3fach getheilt. Sein Mittelhaken, der größte von allen, schien den wahren Mucrozahn zu repräsentieren, während der vordere Haken näher dem unteren Rande des Mucro liegt und als Ventralzahn bezeichnet werden könnte. Der ganze ab-

norme Springgabelast erinnert bis zu einem gewissen Grad an dasselbe Organ bei der Gruppe *Isotoma palustris* Müll. Das Bemerkenswertheste dabei ist aber, daß bei zwei Individuen der regenerierte Springgabelast in derselben Weise von einem normalen abweicht. — Gonin u. Künkel D'Herculais.

Es wären hier nun noch zwei Arbeiten zu besprechen, die ich mir aber nicht habe verschaffen können und die, wie ich aus einem Bericht von Brindley ersehe, die Sache nicht weiter gefördert haben: J. Gonin, Recherches sur la métamorphose des Lépidoptères. Bulletin de la Soc. Vaudoise des Sciences Naturelles 1894. ser. 3. XXX. p. 112 und Künkel D'Herculais, Recherches sur l'organisation et la Développement des Volucelles 1875. p. 160. —

Graber, Brindley, Bordage.

Außer den bisher citierten Arbeiten über Regeneration bei Insecten, giebt es noch eine Anzahl von speciellen Arbeiten über Gliedmaßenregeneration der Orthopteren; die wichtigsten darunter sind die von Graber, Brindley und Bordage [Graber: »Zur Entwicklungsgeschichte und Regenerationsfähigkeit der Orthopteren«. Sitzungsber. der K. Acad. der Wiss. Wien, Math. nat. Cl. IV. Bd. I. 1867; und Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 3., XIX. p. 147. Brindley: »On the Regeneration of the Legs in the Blattidae«. Proc. Zool. Soc. 1897. p. 303 und: »On certain Characters of reproduced Appendages in Arthropoda, particularly in the Blattidae«. Proc. Zool. Soc. 1898. p. 924 (mit ausgezeichnetem Litteraturbericht). Bordage: »Sur la Régénération tétramérique du Tarse des Phasmides«. Comptes-rendus Acad. Soc. 1897. CXXIV. p. 1536; »Régénérations chez les Phasmides après des sections artificielles et non autotomique«. Bull. Soc. Entom. de France: séance du 13 juillet, 1898; »Sur les localisations des surfaces de Régénération chez les Phasmides«. Comptes-rendus Soc. de Biologie: séance du 30 juillet, 1898; »Sur le mode probable de formation de la soudure fémoro-trochantérique chez les Arthropodés«. Comptes-rendus Soc. de Biologie: séance du 30 juillet, 1898; »de l'influence de certaines conditions sur la régularité de la Régénération tétramérique chez les Phasmides«. Comptes-rendus Soc. de Biologie, Octobre 1898.

Eine Besprechung dieser Arbeiten, die das erwähnte Thema trotz recht interessanter Resultate keineswegs erschöpfend behandeln, würde mich viel zu weit führen; es sei deshalb auf die Originalarbeiten verwiesen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Tornier Gustav

Artikel/Article: [Bein- und Fühlerregeneration bei Käfern und ihre Begleiterscheinungen. 649-664](#)