

## Ueber die numerische Entwicklung der histologischen Elemente des Insectenkörpers.

Von den

Doctoren **Hermann** und **Leonard Laudois**,  
Botzlar. Greifswald.

Untersuchungen, welche, wie die vorliegende, den Zweck haben, Zahl und Grösse der Elementarbestandtheile sich entwickelnder Gewebe zu bestimmen, sind auf dem grossen Gebiete der Histologie immerhin noch Seltenheiten. Und dennoch kann nur auf diesem Wege Aufschluss erlangt werden über die Wachsthumsgesetze der Einzelorgane und somit des ganzen Thierkörpers.

Schon vor etwa zwanzig Jahren ist *Harting*<sup>1)</sup> mit diesem Gegenstande beschäftigt gewesen, indem derselbe einerseits für dicotyle Gewächse, andererseits aber auch für den menschlichen Körper die Gesetze zu entwickeln bestrebt war, nach welchen die Gewebelemente betreffs ihrer Zahl und Grösse im Wachsthum fortschreiten.

Rücksichtlich der histologischen Elemente des menschlichen Körpers hat *Harting* zwei Classen unterschieden. Zu der ersten sind diejenigen zu zählen, welche von ihrem ersten Auftreten im Körper bis zur völligen Ausbildung und Reife sich entweder gar nicht vergrössern, oder doch nur sehr unbedeutend. Das Wachsthum solcher Gewebe ihrer Masse nach kann daher nur so vor sich gehen, dass die einzelnen histologischen Elemente sich vermehren. Zu diesen Geweben sind zu rechnen: die Zellen der verschiedenen Epithelien, die Blutkörperchen, die Knochenkörperchen, die Fibrillen des Binde- und Sehngewebes und der quergestreiften Muskelfasern. Zu der zweiten Classe der Gewebe rechnet der Forscher diejenigen, deren Elemente sich in ihrem Durchmesser bis zur vollständigen Ausbildung des Organes stets vergrössern. Die Vermehrung

1) Recherches micrométriques sur le développement des tissus et des organes du corps humain. Utrecht 1845.

der Zahl derselben findet sich nur während des Fötuslebens, nach der Geburt aber scheint die Massenvergrößerung des Organes allein von der stattfindenden Vergrößerung der Einzellemente abzuhängen. Zu dieser Classe von Geweben sind zu zählen: Die Pigmentzellen der Chorioidea, die Fettzellen, die Leberzellen, die primitiven quergestreiften Muskelbündel, die glatten Muskelfasern, die Nervenfasern, die Knorpelzellen, die feinsten Harncanälchen, die *Malpighi'schen* Körperchen der Niere, wahrscheinlich auch die elastischen Fasern und die Ganglienkugeln. Die Linsenfasern gehören während des fötalen Lebens zur zweiten, nach der Geburt aber zur ersten Classe. Man könnte sogar nach *Harting* noch eine besondere Classe solcher Gewebe aufstellen, die scheinbar nach der Geburt sich an Zahl verringern infolge von Verschmelzung einzelner Elemente, z. B. die Knorpelzellen und auch die primitiven Muskelbündel. Mit letzterer Ansicht erklärt sich *Reichert*<sup>1)</sup> nach seinen und *Hols's* Untersuchungen einverstanden. Für die Zunahme des Volumens eines Organes lassen sich demnach in Betreff der zweiten Classe der Gewebe drei Perioden unterscheiden: in der ersten wird sie allein durch die Multiplication, in der zweiten durch Multiplication und Wachsthum, und in der dritten, nämlich nach der Geburt, allein durch Vergrößerung der das Organ constituirenden Formelemente geschehen. Die Arbeit *Harting's* ist eine ausgezeichnete zu nennen, tüchtig wie alle Leistungen des Forschers, und wenn neuere Untersuchungen auf diesem Gebiete vielleicht hie und da Differenzen nachweisen sollten, so liegt dies gewiss nicht an der Genauigkeit der Messungen, Zählungen und Beobachtungen, als vielmehr darin, dass beim Menschen und den Wirbelthieren überhaupt manche Gewebe in ihren Einzelbestandtheilen geringe Selbstständigkeit bewahren und somit schwankenden Bestimmungen unterworfen sind, und man daher, wie *Reichert* mit Recht hervorhebt, in Bezug auf das, was gemessen und gezählt werden soll, in Zweifel gerathen kann.

Da bei den Insecten die Gewebelemente in den sich entwickelnden Organen eine grössere Selbstständigkeit behalten, so ist es in dieser Hinsicht viel leichter an denselben Messungen anzustellen und Zählungen vorzunehmen, als bei den höheren Thiergruppen. Ausserdem wird die Zählung durch die relativ geringe Anzahl der Zellen selbst ausserordentlich erleichtert. So enthält der Darmcanal, die Serikterien und die *Malpighi'schen* Gefässe nur eine einzige Zellenlage, wodurch uns nicht allein die Messung, sondern auch die Zählung derselben möglich wird. Andererseits stellen sich aber derartigen Untersuchungen auch grosse Schwierigkeiten entgegen. Diese haben hauptsächlich darin ihren Grund, dass man die Entwicklung der histologischen Elemente an ein und demselben Individuum nicht beobachten kann. So erheischen z. B. die Beobachtung der Magenzellen, der Nervenzellen und der Blutkörperchen operative Ein-

1) *Müller's Archiv* 1846 Jahresbericht.

griffe in den Thierkörper, welche derselbe nicht lange übersteht. Will man aber verschiedene Individuen zu diesen Versuchen verwenden, so ist immerhin für viele Insecten wohl zu bedenken, dass Jahreszeit, Verschiedenheit des Futters, ungleiche Abstammung u. s. w. auf die Constitution der histologischen Elemente ihrer Körper ausserordentlich einwirken können. Um nun derartige Uebelstände zu beseitigen, oder möglichst zu umgehen, wurde unter den anzuführenden Umständen zunächst eine Species von Schmetterlingen herausgenommen und an dieser ein Theil der unten folgenden Beobachtungen angestellt. Theils durch Zufall, theils durch leitende Grundsätze bewogen, nahmen wir zu unseren Untersuchungen den Pappelschwärmer (*Smerinthus populi*). Im Juni 1864 wurde ein Pärchen dieses Schwärmers während ihrer Copulation gefangen. Sämmtliche am 5. Juli ausgefallenen jungen Räupecchen wurden sorgfältig aufbewahrt und mit möglichst grosser Sorgfalt aufgezogen. Die später ausgefallenen Eier wurden nicht mehr benutzt, weil bekanntlich die auch nur einen oder zwei Tage später auskriechenden Raupen in ihrer Entwicklung sich bedeutend ungleich in der Folge verhalten. Dadurch war man in den Stand gesetzt, an mehr als 70 Individuen derselben Species, die von denselben Eltern abstammten, zu gleicher Zeit ausgefallen waren, unter gleichen Witterungsverhältnissen und bei gleichem Futter aufwachsen, die Beobachtungen anzustellen, und auf diesem Wege glaubten wir gesicherte Resultate erzielen zu können. Ausserdem diente für manche Gewebelemente *Phthirus inguinalis* in verschiedener Grössenentwicklung, stets von demselben Individuum entnommen und daher unter möglichst gleichartigen Lebensbedingungen aufgewachsen; zu der Beobachtung der Zellen der Ovarien wurde ausserdem noch *Pulex canis* benutzt.

Folgende sind die histologischen Elemente, deren numerische Entwicklung wir in dieser Arbeit dargelegt haben:

1. Die Nervenzellen.
2. Die Nervenfasern.
3. Die Blutkörperchen.
4. Die Muskelfasern.
5. Die Magenzellen.
6. Die einzelligen Drüsen.
7. Die Zellen der *Malpighi'schen* Gefässe und Serikterien.
8. Die zelligen Elemente der Ovarien.
9. Die Zellen des Fettkörpers.
10. Das äussere Körperintegument.
11. Bemerkungen über die Entwicklung der Gewebe kranker Raupen.

## 1. Die Nervenzellen.

Bevor wir die numerische Entwicklung der histologischen Elemente des Nervensystems auseinandersetzen, schicken wir die Bemerkung voraus, dass von den drei Nervensystemen im Insectenkörper weder das sympathische, noch auch das System der queren Nerven <sup>1)</sup> wegen Präparationsschwierigkeiten sich zu den beabsichtigten Untersuchungen eignen. Gelingt es auch einzelne Theile dieser Nervensysteme zu isoliren, so leiden die Ganglienzellen derselben doch derart, dass an eine Messung, geschweige an eine Zählung derselben nicht zu denken wäre. Es wurden deshalb die Untersuchungen lediglich an dem Centralnervensystem, und zwar bei *Smerinthus*, angestellt.

Man unterschied bisher in dem Centralnervensystem drei histologische Elemente: 1) grössere Ganglienzellen, 2) kleinere Ganglienzellen und 3) die Nervenfasern. Sämmtliche Gebilde werden von dem Neurilem umhüllt. Das bindegewebige Neurilem umgiebt jedoch nicht allein — wie man bisher annahm — diese elementären Bildungen, sondern es bildet auch im Innern der einzelnen Ganglienknotten wirkliche Septen. Durch die gründlichen Untersuchungen *Walter's*<sup>2)</sup> über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere, — die sich aber nicht bis auf die Insecten erstrecken, — kennen wir bereits in den einzelnen Ganglienknotten der Crustaceen (*Astacus fluviatilis*) diese Scheidewände sehr genau; beiläufig wollen wir hier anmerken, dass es auch bei den Insecten, namentlich im Gehirn und in den Thoraxganglien zu einer ähnlichen Kammerbildung mittelst des Neurilems kommt. Namentlich ist es leicht in dem grossen Gehirn der Libellulidenlarven und in den Brustganglien der Schmetterlingspuppen derartige kammerartige Räume, in denen die Ganglienzellen liegen, nachzuweisen.

Die grösseren Ganglienzellen der Ganglienknotten variiren nicht selten in Bezug auf ihre Grösse, doch sind diese Schwankungen nie so bedeutend, dass die grossen Zellen nicht von den kleinen unterschieden werden könnten. Wenn man auch nicht ohne Weiteres *Walter* zustimmen will, der bei Gasteropoden, Anneliden und Crustaceen die grösseren Ganglienzellen als sympathische, und die kleineren als motorische Nervenzellen bezeichnet, so muss man doch vorläufig constatiren, dass sich auch bei den Insecten ein wesentlicher Unterschied zwischen grossen und kleinen Nervenzellen findet. Sowohl die grossen wie auch die kleinen Ganglienzellen sind nie apolar; unsere Untersuchungen we-

1) Das System der queren Nerven wurde auch bei *Smerinthus populi* von uns aufgefunden und zwar in den jugendlichen Rüpchen

2) Mikroskopische Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere, von Dr. *Georg Walter*, mit vier Steindrucktafeln. Bonn 1863.

nigstens führten uns schliesslich immer auf unipolare und bipolare Zellen zurück.

Ausser den grossen und kleinen Ganglienzellen finden wir bei den Insecten noch eine dritte Art zelliger Elemente in dem Centralnervensystem, nämlich die multipolaren Ganglienzellen. Weil dieselben von andern Forschern bisher übersehen wurden, so führen wir diejenigen Insectenarten besonders an, in deren Ganglien dieselben aufgefunden: In der Raupe von *Euprepia fuliginosa* und *Smerinthus populi*, in einer Tipulidenlarve, in der Larve von *Libellula depressa*, dann im Nervensystem von *Carabus granulatus* und *Silpha obscura*. Die multipolaren Zellen liegen mehr dem Mittelpunkte der Ganglienkugeln zugewendet und stehen durch ihre fibrillären Ausläufer sowohl mit den grossen, wie auch mit den kleinen Ganglienzellen in Verbindung. In Bezug auf ihre Grösse halten sie zwischen grossen und kleinen Ganglienzellen ungefähr die Mitte; ihre Anzahl ist in den einzelnen Ganglienkugeln nicht beträchtlich, und eben deswegen sind dieselben in Bezug auf die nachstehenden Messungen unberücksichtigt gelassen.

Es muss selbstredend das Raupenstadium von den spätern Zuständen in der Metamorphose des Pappelschwärmers, Puppe und Schmetterling getrennt behandelt werden, weil im Puppen- und Schmetterlingszustand das Nervensystem bedeutende Veränderungen erleidet. Einige Ganglienknoten, wie der sechste und siebente, verschwinden sogar vollständig; andere verschmelzen schliesslich mit einander: so wird aus dem zweiten und dritten und aus dem vierten und fünften je ein Ganglion.

Die Bauchganglien, welche in der Längsrichtung durch je zwei Nervenstränge unter einander in Verbindung stehen, senden nach jeder Seite zwei Nervenstämme ab. An der seitlichen Peripherie der Ganglien liegen eben die kleinen Ganglienzellen. Von diesen Zellen wurden an verschiedenen Beobachtungstagen eine grosse Anzahl gemessen, und jedesmal aus diesen Messungen das arithmetische Mittel gezogen, wobei sich folgendes Ergebniss herausstellte:

#### Grössenmessungen der kleinen Ganglienzellen.

Tag der Beobachtung:	Raupenlänge:	Grösse der kleinen Ganglienzellen:
8. Juli 1864.	7,5 Mm.	0,0153 Mm.
9. „ „	8 „	0,0169 „
11. „ „	13 „	0,0148 „
16. „ „	19,6 „	0,0203 „
22. „ „	21 „	0,0236 „
3. Aug. „	45 „	0,0203 „

Fassen wir diese Messungsergebnisse kurz zusammen, so ergibt sich folgendes Gesetz für die Grössenentwicklung der kleinen Nervenzellen bei unserer Raupe: Die kleinen Ganglienzellen nehmen im Centralnervensystem zuerst an Grösse ab, wachsen dann allmählich, bis sie eine in der Folge ziemlich constant bleibende Grösse erreicht haben.

Wenn die Grössenmessungen der kleinen Ganglienzellen relativ leicht auszuführen sind, so stellen sich der Zählung derselben bedeutendere, wenn auch nicht gerade unübersteigliche Hindernisse entgegen. Weil das Neurilem bei wachsendem Alter immer mehr undurchsichtig wird, so kann man ältere Raupen nicht mehr zu Zählungen der Nervenzellen verwenden. Bei der Oeffnung des Neurilems gehen so viele Nervenzellen sowohl durch den operativen Eingriff, als auch durch die zerstörende Wirkung der Umgebung zu Grunde, dass an ein genaueres Resultat nicht mehr zu denken ist. Aber auch bei jüngeren Räupehen sind wir nicht im Stande gewesen directe Zählungen vorzunehmen. Es wurde deshalb folgender Weg eingeschlagen, der zu einem befriedigenden Resultate führte. Da die kleinen Ganglienzellen an den Seiten der Ganglienknotten in den Septen aufgehäuft liegen, so ist man in den Stand gesetzt, die Anzahl der an der seitlichen Peripherie der Ganglienknotten liegenden Nervenzellen zu bestimmen. Man wird gewiss keinen bedeutenden Fehler machen, wenn man aus der grössern oder geringern gefundenen Anzahl der seitlichen peripherischen kleinen Ganglienzellen auf die Vermehrung oder Verminderung aller schliesst. Folgende Tabelle giebt uns über diese gefundenen Zahlen Aufschluss:

#### Zählungen der kleinen Nervenzellen:

Tag der Beobachtung:	Raupenlänge:	Anzahl der seitlichen kleinen Nervenzellen:
8. Juli 1864.	7,5 Mm.	18
9. „ „	8 „	21
11. „ „	13 „	28
22. „ „	27,5 „	28
3. Aug. „	45 „	30

Aus den Zahlen der vorstehenden Tabelle ergibt sich das Gesetz: Die kleinen Nervenzellen nehmen während des Wachstums der Raupe an Anzahl zu.

Es muss vorhin aufgefallen sein, dass die kleinen Nervenzellen in den ersten Lebenstagen der Raupe an Grösse abnehmen. Diese Grössenverminderung erklärt sich jedoch schon einerseits durch die Vermehrung der Zellen, andererseits aber auch dadurch, dass in der ersten Lebenszeit dieser Raupe nicht viel Nährstoffe von dem jungen Organismus assi-

milirt werden. Denn sobald die jungen Räupchen unseres Schwärmers aus dem Ei schlüpfen, beginnen sie ihre Wanderschaft. Als nicht gesellig lebende Raupen suchen sie sich gleich zu zerstreuen und nehmen nicht eher, selbst nicht bei reichlich vorgelegtem Futter, Nahrung zu sich, bis sie einen grossen, wenn auch vergeblichen Marsch in dem Kasten zurückgelegt haben. Diese Wanderlust dauert ungefähr zwei Tage, wonach sie in eine wahre Fresslust umschlägt.

Die Gesetze für die Entwicklung der grossen Nervenzellen stellen sich im Allgemeinen sehr ähnlich heraus. Um dieses zunächst für die Grössenzunahme nachzuweisen, sehe man die folgenden Messungen:

#### Grossmessungen der grossen Ganglienzellen:

Tag der Beobachtung:	Raupenlänge:	Durchmesser der grossen Nervenzellen:
8. Juli 1864.	7,5 Mm.	0,0324 Mm.
11. „ „	13 „	0,0453 „
12. „ „	14 „	0,0486 „
16. „ „	19,6 „	0,0423 „
22. „ „	21 „	0,0439 „
23. „ „	27,5 „	0,0544 „

In den ersten Lebenstagen der Raupe nimmt die Grösse der grossen Nervenzellen ab; bei acht Tage alten Raupen haben die Ganglienzellen bereits ihre ursprüngliche Grösse überschritten und nehmen von nun an allmählich an Grösse zu.

Dass die Anzahl der grossen Nervenzellen ebenso in dem wachsenden Raupenkorper zunehmen, wie es bei den kleineren Ganglienzellen der Fall war, ist aus nachfolgender Zählung ersichtlich genug:

#### Zählung der grossen Nervenzellen:

Tag der Beobachtung:	Raupenlänge:	Anzahl der grossen Nervenzellen:
8. Juli 1864.	7,5 Mm.	7
9. „ „	8 „	10
11. „ „	13 „	16

Es konnte bei den grossen Ganglienzellen die Zählung aus dem einfachen Grunde nicht weiter fortgesetzt werden, weil das Neurilem in der Folge zu undurchsichtig wird. Die auffallend kleinen Zahlen rühren daher, dass nur jedesmal eine Reihe der an der obern Peripherie des Ganglions aneinander liegenden grossen Ganglienzellen gezählt wurde. Mit

der Vermehrung dieser obern Nervenzellenreihe wird ohne Zweifel die Vermehrung der im Innern des Ganglions gelegenen Zellen gleichen Schritt halten, und wir sind deshalb berechtigt überhaupt eine Vermehrung der grossen Ganglienzellen anzunehmen.

Diese Resultate erhalten noch eine sehr kräftige Stütze daran, dass wir eine Vermehrung der Zellen auch anderweitig beobachteten. So sahen wir bei den Larven der Libellen, Tipuliden, Schmetterlingen etc. sehr häufig die Zellvermehrung der Ganglienzellen dadurch vor sich gehen, dass sich zunächst die Nucleoli theilten. Bei einer Larve von *Libellula depressa* fanden wir in den grossen Ganglienzellen nicht selten sogar fünf bis sechs Kernchen. Der Theilung der Kernchen folgt alsbald die Einschnürung des Nucleus, und es tritt bald der Zeitpunct ein, wo in der Ganglienzelle zwei vollständige Kerne mit eingeschlossenen Kernchen liegen. So wurde unter Andern aus dem Bauchganglion einer Tipulidenlarve eine 0,027 Mm. grosse Nervenzelle aufgezeichnet, welche zwei vollständig ausgebildete, 0,0401 Mm. grosse, etwas längliche Kerne enthielt. Es kann somit gar keinem Zweifel mehr unterliegen, dass eine Vermehrung der grossen Ganglienzellen stattfindet.

Um die Wachstumsverhältnisse der Ganglienknotten selbst genauer zu normiren, wurden zu den Messungen die Bauchganglien gewählt, weil diese in dem ersten Stadium der Metamorphose sich am regelmässigsten entwickeln. Nur der Vollständigkeit wegen sind die Messungen der Ganglien selbst hierher gesetzt, weil uns eigentlich schon der flüchtige Einblick in den Insectenkörper von der Grössenzunahme derselben überzeugt, und dieselbe durch genauere Messungen kaum constatirt zu werden braucht.

#### Grössenmessung des achten Bauchganglions:

Tag der Beobachtung:	Raupenlänge:	Querdurchmesser des achten Ganglions.
8. Juli 1864.	7,5 Mm.	0,1820 Mm.
12. „ „	44 „	0,4870 „
16. „ „	49,6 „	0,2165 „
22. „ „	27,5 „	0,5160 „
3. Aug. „	45 „	0,5734 „

Fassen wir schliesslich die Resultate der Messungen und Zählungen zusammen, so ergeben sich für die Entwicklung der Nervenzellen bei unserer Raupe folgende Sätze:

1. Die Ganglien des Centralnervensystems nehmen allmählich an Grösse zu.

2. Die kleinen und grossen Ganglienzellen vermehren sich allmählich im Stadium des Raupenlebens.

3. Die kleinen und grossen Ganglienzellen werden anfangs kleiner, nehmen aber alsbald an Grösse zu und bleiben in der Folge während des Raupenlebens in ihrer Grösse ziemlich constant.

Die äusserlichen Veränderungen, welche das centrale Nervensystem am Ende des Raupenlebens und während des Puppenzustandes durchmacht, sind durch die classischen Arbeiten von *Herold* und *Newport* schon seit langer Zeit bekannt; über das innere Verhalten der Nervencentren mögen die nachstehenden Beobachtungen einigen Aufschluss geben.

Die Grösse der kleinen Ganglienzellen ändert sich während des Puppenzustandes nicht wesentlich; denn die Messungen ergaben den Durchmesser derselben: 0,015—0,0169 Mm. Dasselbe muss von der Grösse der grossen Nervenzellen gesagt werden, deren Durchmesser bei einigen bis auf 0,0442 Mm. und selbst darüber sich belief. Allein wir treffen die Ganglienzellen auch schon in der Raupe in derselben Grösse an. Dabei steigt aber die Anzahl der grossen und kleinen Ganglienzellen ganz ausserordentlich. Namentlich erfahren die Thoraxganglien eine bedeutende Umwandlung, indem es in denselben zu einer ausgedehnteren Septenbildung kommt, deren Anordnung wir an einer andern Stelle auseinander zu setzen beabsichtigen. Diese Septen sind prall angefüllt theils mit kleinen, theils mit grossen Ganglienzellen, und übertreffen diejenigen Zellen, welche im Raupenstadium bereits existiren, gewiss um das Sechsfache an Anzahl. Eine genaue Zählung derselben vorzunehmen lässt sich zwar nicht ausführen, aber auch selbst diese allgemeine Schätzung hüst an Sicherheit gar nichts ein, weil eben die Vermehrung beider Arten von Ganglienzellen zu evident auftritt. Wir können also das Entwicklungsgesetz für die Nervenzellen dahin ergänzen: Sowohl die grossen, als auch die kleinen Ganglienzellen vermehren sich während des Puppenzustandes ganz bedeutend, während ihre Grösse mehr oder weniger constant bleibt, wenn sich die Grösse nicht gar um etwas vermindert.

Es möchte diese letztere Beobachtung geeignet sein, um über die Function der kleinen Ganglienzellen einigen Aufschluss zu erhalten. Für die Kruster, Schnecken und Würmer hat *Walter* bereits nachzuweisen versucht, dass die Ganglienzellen in sympathische, motorische und sensitive gesondert werden müssen. Für die Insecten, namentlich bei den Schmetterlingen, glauben wir uns theilweise dieser von *Jacobowitsch* entlehnten Anschauung anschliessen zu müssen. Da nämlich während des Schmetterlingslebens die Bewegungsorgane: Flügel und Beine im Gegensatz zur Ausbildung dieser an und in der Raupe ausserordentlich entwickelt sind, und ausserdem bereits in der Puppe die kleinen Nervenzellen sich sehr stark an Anzahl vermehren: so wird man schon allein aus diesem Umstande zu schliessen berechtigt sein, dass die Vermehrung der kleinen Ganglienzellen mit der Entwicklung der Bewegungsorgane am Thorax in innigster Beziehung stehen. Ausserdem ist es nicht schwie-

rig, die den kleinen Nervenzellen angehörenden Nervenfasern in die Nervenstämmen verlaufend zu verfolgen, welche zu den Bein- und Flügelmuskeln gehen. Wir tragen deshalb kein Bedenken, diese kleinen Nervenzellen für motorische Ganglienzellen zu erklären.

## 2. Die Nervenfasern.

Zur Untersuchung der Nervenfasern verwendeten wir *Phthirus inguinalis* in seinen verschiedenen Grössenstadien. Die Messung wurde vorgenommen an den aus dem letzten Abdominalganglion entspringenden Stämmen der Cauda equina dicht an ihrem Ursprunge. Da die Zahl der Nervenfasern bei *Phthirus* für das ganze Leben unverändert bleibt, so konnte sich unser Augenmerk natürlich nur auf die Breite derselben lenken. Die Nervenfasern müssen bei unserm Insect als Primitivröhren aufgefasst werden, da ihr Mark durchaus gleichartig ohne jede fibrilläre Zusammensetzung erscheint, obschon es vielleicht nicht unwahrscheinlich ist, dass jeder Nervenstamm sich im Innern der grossen Ganglien aus verschiedenen Ausläufern von Nervenzellen zusammenfügt. Die beige-fügte Tabelle zeigt die Maassverhältnisse an:

(Geschlecht.	Grösse des Thieres.	Breite der Nervenfaser.
♂	0,76 Mm.	0,007 Mm.
♂	0,96 „	0,010 „
♂	1,0 „	0,011 „
♂	1,46 „	0,011 „
♂	1,3 „	0,010 „
♂	2,4 „	0,011 „
♂	2,43 „	0,012 „
♂	2,5 „	0,014 „

Aus den mitgetheilten Messungen ergibt sich, dass die Nervenröhren während des Wachstums des Kerfs an Breite zunehmen, eine Thatsache, die in dem gleichen Resultate *Harting's*<sup>1)</sup> bei Messung menschlicher Fasern ihr Analogon findet.

## 3. Die Blutkörperchen.

Von allen histologischen Elementen des Insectenkörpers ist die Untersuchung der Blutzellen schon allein deshalb mit den wenigsten Schwierigkeiten verbunden, weil diese Zellen in dem Blutserum frei schwimmen und nicht mehr besonders präparirt zu werden brauchen. Bei der Unter-

1) a. a. O. p. 85.

suchung der Blutzellen in Bezug auf ihre Grösse und Vermehrung ist es nicht anzurathen, eine Zuckerlösung anzuwenden, weil die Blutkörperchen in derselben einerseits sich mehr oder weniger verändern, andererseits aber auch durch Anwendung einer fremden Flüssigkeit eine genauere Schätzung ihrer Anzahl unmöglich gemacht wird. Die Pappelschwärmer-raupe liefert aber auch schon in ihren ersten Lebensstadien eine hinreichende Menge Blutes, um die Blutkörperchen in ihrem Serum beobachten zu können.

Fragen wir zunächst nach der Anzahl der Blutkörperchen in den verschiedenen Entwicklungsphasen, so darf eine directe Zählung derselben nicht erwartet werden. Es bleibt uns kein anderer Weg offen, als eine allgemeine Schätzung der Menge der Blutzellen vorzunehmen. Je unsicherer nun solche Schätzungen ausfallen müssen, desto mehrere stellten wir im Verlaufe der histologischen Untersuchungen an, und glauben dadurch zu dem sichern Resultat gekommen zu sein, dass die Blutzellen bei den Raupen stets an Anzahl zunehmen; kurz vor dem Puppenstadium erreichen sie die grösste Zahl. In der Puppe verschwindet ein grosser Theil der Blutzellen, und diese Verminderung erreicht in dem geschlechtsreifen Insect ihren höchsten Grad.

Den weiteren Angaben über die Grössenverhältnisse der Blutzellen während ihrer fortlaufenden Entwicklung stellen wir nachstehende Messungen voran:

### Grössenmessungen der Blutkörperchen.

Tag der Beobachtung:	Raupenlänge:	Durchmesser der Blutzellen:
8. Juli 1864.	7,5 Mm.	0,015 Mm.
11. „ „	13 „	0,010 „
12. „ „	14 „	0,013 „
16. „ „	19,6 „	0,015 „
22. „ „	21 „	0,015 „
3. Aug. „	45 „	0,015 „

Ganz ähnlich wie bei den Nervenzellen tritt uns in dieser Tabelle der auffallende Umstand entgegen, dass die Blutkörperchen in den ersten Tagen des Raupenlebens an Grösse zuerst abnehmen und darauf wiederum wachsen. Wir schrieben dieses hauptsächlich dem Umstande zu, dass eben in den ersten acht Tagen eine bedeutende Vermehrung der Blutzellen stattfindet und dass, wie aus den frühern biologischen Notizen dieser Raupe erhellt, die Ernährung des Körpers überhaupt mit der Vermehrung der histologischen Elemente in der ersten Lebenszeit nicht gleichen Schritt hält. Bei reichlicher Nahrungsaufnahme und Stoffassi-

milation erreichen die Blutzellen aber bald wiederum ihre ursprüngliche Grösse, und diese bleibt in dem folgenden Raupenstadium, selbst in der Puppe constant, denn auch da maassen sie durchschnittlich 0,015 Mm. Das Gesetz für die Grössenentwicklung der Blutzellen wird also folgenderweise formulirt werden müssen: Die Blutzellen büssen zwar kurz nach dem Ausschlüpfen der Raupe aus dem Ei ein wenig ihrer Grösse ein, behalten aber in der Folge durch alle Entwicklungsperioden dieselbe Grösse, welche sie bereits in dem ausgebildeten Embryo hatten.

Die Blutzellen stehen somit zu der Entwicklung der Nervenzellen in gewissem Gegensatze. Die Nervenzellen nehmen an Anzahl und Grösse zu — durch die Entwicklung und Vervollkommnung des geschlechtsreifen Insectes hinreichend bedingt —; dahingegen haben die Blutzellen in den kleinen Räupecn bereits die charakteristische Grösse, die sich wenig oder gar nicht ändert. Die Anzahl der Blutkörperchen hat in dem fertigen Insect sogar bedeutend abgenommen, weil das Blut gerade in dem ersten Stadium der Metamorphose bei dem Aufbau und der Vergrösserung der Körperorgane seine Hauptrolle spielt, und später in dem geschlechtsreifen Schmetterlinge weit entbehrlicher wird. *Harting* (a. a. O. p. 83) fand beim Menschen, dass die Blutkörperchen sich während des Fötallebens stetig vergrössern. Bei der Geburt sind dieselben indessen noch kleiner als die des Erwachsenen. Erst mit dem Eintritt der Respiration, die an den Blutzellen den lebhaftesten Angriffspunct hat, erreichen sie ihre definitive Grösse, die bei dem weitem Wachstum keinen Schwankungen mehr unterworfen ist.

#### 4. Die Muskelfasern.

Die Muskelfasern erleiden während der Entwicklung des Insectenkörpers sehr eingreifende Veränderungen, und zwar treten diese nicht allein während der Zeitpunkte ein, wo der Körper während der Metamorphose auch äusserliche Gestaltsveränderungen gewahren lässt, sondern auch schon während des Raupenlebens gehen im Innern auch namentlich bei den Muskelfasern mannichfaltige Umbildungen vor sich. Einige Hinterleibsmuskeln, namentlich diejenigen, welche die Bewegung der Hinterleibsringel zu bewerkstelligen haben, werden relativ am wenigsten verändert; jedoch lässt sich dieses nur für die ersten Zeiträume der Entwicklung festhalten. Zu den Messungen wurden die Fasern ein und desselben Muskelfasercomplexes gewählt, welches in dem elften Hinterleibsringel nahe dem Centralnervensystem sich ansetzt; die einzelnen Fasern hatten während des Raupenlebens folgende Dicke:

### Messungen der Muskelprimitivfasern im elften Hinterleibsringel.

Tag der Beobachtung:	Raupenlänge:	Dicke der Muskelprimitivfasern.
8. Juli 1864.	7,5 Mm.	0,0219 Mm.
10. „ „	42 „	0,0253 „
11. „ „	43 „	0,0304 „
12. „ „	44 „	0,0490 „
16. „ „	49,6 „	0,1066 „
22. „ „	21 „	0,1133 „
3. Aug. „	45 „	0,3073 „

Nach diesen Messungen ist eine allmähliche Grössenzunahme der einzelnen Muskeln während des Raupenzustandes nicht mehr zu bezweifeln.

Ausser der Grössenzunahme der bereits im Embryo angelegten Muskelfasern müssen wir auf die vollständige Neubildung von Muskelfasern aufmerksam machen, welche bereits im Raupenstadium beginnt, ihre Höhe aber im Puppenstadium erreicht. Da jedoch derartige Neubildungen während der Metamorphose bereits von andern Seiten früher angemerkt worden ist, können wir dieselbe umsomehr hier unberücksichtigt lassen, als dieselben in den engeren Kreis dieser Untersuchungen nicht fallen. Die Neubildungen der Muskelfasern lassen sich wohl am leichtesten zwischen den Thoracalstücken der Puppe studiren.

Schwieriger ist die Frage zu lösen, ob die einzelnen Muskelprimitivfasern sich auch an Anzahl vermehren. Wenn man aus dem sehr häufigen Vorkommen solcher Muskelfasern, welche in ihrem Innern eine eng aneinander geschlossene Reihe von Kernen besitzen, auf ein Stadium der Vermehrung der Muskelfasern schliessen könnte, so wäre die Vermehrung der vorhandenen Fasern als eine erwiesene Thatsache anzusehen. Da aber die angestellten Zählungen bis jetzt kein befriedigendes Resultat gegeben haben, so müssen wir diese Frage vorläufig noch unentschieden lassen. — Bei den Wirbelthieren haben die Untersuchungen, namentlich die von *Budge*, gezeigt, dass die quergestreiften Muskeln sowohl durch Vermehrung der Primitivbündel, als auch durch Verdickung derselben wachsen.

#### 5. Die Magenzellen.

Am Darmcanal eignen sich zu genaueren Messungen und Zählungen nur die Magendrüsenzellen, zu deren bequemerer Untersuchung der Magen in der Längsrichtung aufgeschnitten und ausgebreitet wird. Die Messungen lieferten folgende Maasse:

## Messungen der Magenzellen.

Tag der Beobachtung :	Raupenlänge :	Durchmesser der Magenzellen :
8. Juli 1864.	7,5 Mm.	0,0186 Mm.
10. „ „	12 „	0,0236 „
11. „ „	13 „	0,02707 „
12. „ „	14 „	0,0372 „
22. „ „	27 „	0,0372 „
3. Aug. „	45 „	0,0406 „

Dass aus den Messungen, welche am 12. und 22. Juli vorgenommen wurden, gleiche Maasse resultirten, ist einfach dem Umstande zuzuschreiben, dass die letzteren Messungen ganz kurz nach der Häutung der Raupe angestellt wurden, wo die Zellen noch nicht durch neu aufgenommene Nährstoffe an Umfang zugenommen hatten. Im Allgemeinen stellt sich somit für die Magenzellen das Gesetz heraus, dass sie während des Raupenlebens allmählich an Grösse zunehmen.

Die Zählungen dieser Magenzellen wurden in der Weise vorgenommen, dass ihre Summe nach der Anzahl Zellen abgeschätzt wurde, welche in einer Reihe rings um den Magen lagen. Diese Abschätzungen lassen unzweifelhaft auf die Vermehrung der Zellen schliessen. Demnach müsste das Gesetz in folgender Weise formulirt werden: Die Magenzellen nehmen während des Raupenlebens sowohl an Anzahl, als auch an Grösse zu.

Im Puppenzustande lassen sich die zelligen Elemente des Magens in Bezug auf ihre Grösse und Anzahl nicht mehr verfolgen, weil mit ihnen eine zu tief eingreifende Veränderung vor sich geht. Die Magenzellen degeneriren in diesem Lebensstadium sämmtlich fettig und bauen sich später wiederum von Neuem auf. Im geschlechtsreifen Schmetterlinge erreichen die Zellen des Darmrohres aber nie weder Anzahl, noch die Grösse, in welcher wir dieselben in den erwachsenen Raupen antreffen.

Bei *Phthirus inguinalis* verhält sich die numerische Entwicklung der Magenzellen durchaus ähnlich. Die Grössenverhältnisse gehen aus folgender Tabelle hervor.

Geschlecht :	Grösse des Thieres :	Grösse der Magen zelle :
♂	0,76 Mm.	0,021 Mm.
♀	0,96 „	0,027 „
♀	1,0 „	0,028 „
♀	1,16 „	0,030—0,033 Mm.
♀	2,4 „	0,033 Mm.
♀	2,5 „	0,042 „

Was die Zahl derselben an betrifft, so ergaben directe Zählungen, dass in einem seitlichen Blindsacke des Magens bei sehr kleinen Thieren etwa 60, bei völlig erwachsenen Thieren etwa 90 Zellen lagen. Ausserdem spricht das Vorkommen von Kerntheilungen, die wir an den Magen-zellen junger Individuen beobachteten, für eine Vermehrung der Zellen durch Theilung.

### 6. Die einzelligen Drüsen.

Die einzelligen Speicheldrüsen von *Phthirus* haben wir mit in den Kreis unserer Beobachtungen gezogen, um, da ihre Zahl sich nicht verändert, über ihre Wachstumsverhältnisse Aufschluss zu geben. Wir unterscheiden bei der Filzlaus zwei verschiedene Speicheldrüsen, die bohnenförmige und die hufeisenförmige. Die Grössenverhältnisse der ersteren waren folgende:

Geschlecht:	Grösse des Thieres:	Drüse:	
		lang:	breit:
♂	0,76 Mm.	0,079 Mm.	0,043 Mm.
♀	0,96 „	0,102 „	0,051 „
♀	1,0 „	0,100 „	0,056 „
♀	1,16 „	0,100 „	0,07 „
♀	1,3 „	0,120 „	0,074 „
♀	2,3 „	0,086 „	0,066 „
♀	2,4 „	0,15 „	0,070 „
♀	2,43 „	0,14 „	0,074 „
♀	2,5 „	0,19 „	0,09 „

Bei der hufeisenförmigen Drüse wurden sowohl die Länge gemessen, als auch die Breite je eines Schenkels derselben. Die Tabelle zeigt uns das Genauere.

Geschlecht:	Grösse des Thieres:	Drüse:	
		lang:	Breite eines Schenkels.
♂	0,76 Mm.	0,13 Mm.	0,025 Mm.
♀	1,0 „	0,11 „	0,030 „
♀	1,16 „	0,129 „	0,030 „
♀	1,3 „	0,139 „	0,028 „
♀	2,4 „	0,12 „	0,03 „
♀	2,5 „	0,15 „	0,05 „

Das Ergebniss dieser Messungen ist, dass sich die einzelligen Drüsen zugleich mit dem Wachsthum des Kerfs stetig vergrössern. Geringe Abweichungen hiervon finden immerhin in dem Umstande ihre Erledigung, dass der Umfang der Drüse je nach dem Zustande der Entleerung oder Verhaltung ihres Secretes offenbar in gewissen Grenzen variabel sein muss.

### 7. Malpighi'sche Gefässe und Serikterien.

Diese beiden drüsigen Organe der Pappelschwärmerraupe erreichen von geringen Ausdehnungen beginnend durch das Wachsen ihrer zelligen Elementargebilde eine ganz bedeutende Grösse. Die Secretionszellen der *Malpighi'schen* Gefässe hatten in den verschiedenen Lebensstufen unseres Schmetterlings folgenden Grössendurchmesser:

#### Messungen der Secretionszellen in den Malpighi'schen Gefässen.

Tag der Beobachtung:	Raupenlänge:	Durchmesser der Secretionszellen:
12. Juli 1864.	44 Mm.	0,0252 Mm.
16. „ „	49,6 „	0,0321 „
22. „ „	24 „	0,0439 „
3. Aug. „	45 „	0,0846 „

Eine noch weit bedeutendere Grössenzunahme nehmen wir bei den Drüsenzellen der Spinngefässe wahr; denn wenn die Secretionszellen in den *Malpighi'schen* Gefässen etwa um das Vierfache in ihrer Ausdehnung zunehmen, so wachsen die Zellen der Serikterien sogar um das Dreiundzwanzigfache ihrer ursprünglichen Ausdehnung, wie dieses die nachstehenden Zahlen nachweisen:

#### Messungen der Secretionszellen in den Serikterien.

Tag der Beobachtung:	Raupenlänge.	Breitendurchmesser der Zellen:
8. Juli 1864.	7,5 Mm.	0,0287 Mm.
10. „ „	42 „	0,0330 „
14. „ „	43 „	0,0340 „
12. „ „	44 „	0,0406 „
16. „ „	49,6 „	0,0795 „
3. Aug. „	45 „	0,4619 „

Bei einer solchen eclatanten Grössenvermehrung der einzelnen Zellen lässt sich die Vergrösserung des ganzen Drüsenorgans hinreichend erklären; denn eine Vermehrung der Zellen findet hier nicht statt. Daraus resultirt für diese beiden Organe: Die Zellen der Serikterien nehmen im Raupenzustande ausserordentlich an Grösse zu, aber ihre Anzahl vermehrt sich nicht. Auch in den *Malpighi'schen* Gefässen nehmen wir eine Grössenzunahme der Secretionszellen wahr, nicht aber eine Vermehrung derselben.

### 8. Die zelligen Elemente der Ovarien.

Die ursprünglich indifferenten und gleichartig scheinenden Zellen des Ovariums der Filzlaus differenziren sich in der weitem Entwicklung sehr bald in drei ganz verschiedene Zellgebilde. Die mittlere Centralzelle gestaltet sich zum Keimbläschen, die am meisten oben liegenden Zellen, meist sieben an der Zahl, sind die Dotterbereitungszellen, die übrigen wandständigen bilden die epitheliale Auskleidung des Ovariums. Ganz entsprechend der verschiedenen Dignität der Zellen ist auch die weitere numerische Entwicklung durchaus verschieden. Die Keimbläschenzelle nimmt bis zur Vollendung stetig an Grösse zu, ohne sich zu vermehren; die Dotterbereitungszellen nehmen anfangs an Grösse zu, später jedoch, nachdem hinreichende Dottersubstanz abgesondert ist, nehmen sie wieder so sehr an Grösse ab, dass sie endlich mit der völligen Entwicklung des Eies durch Schwund zu Grunde zu gehen scheinen; die Epithelialzellen nehmen indess bis zum letzten Stadium der Eibildung sowohl an Zahl, als auch an Grösse zu. Wir haben für diese Verhältnisse keine Zahlen reden lassen, da man an gut präparirten Ovarien von der Spitze bis zum Ende zugleich ziemlich leicht übersehen kann. *Harting* (a. a. O. p. 83) fand, dass die Zellen des Epithels der Trachea des Menschen beim Fötus gleich gross sind, als beim Erwachsenen. Was den Epithelienbeleg der Ovarien an betrifft, so kann man sich auch an anderen Insecten davon überzeugen, dass die Zellen sich sowohl vermehren, als auch vergrössern. So zählten wir bei *Pulex canis* an zwei über einander liegenden Eifächern, von denen das unterste der Reifung ziemlich nahe stand, an letzterem 20 Epithelialzellen der Länge nach und 47 der Quere nach auf der halbirtten Oberfläche liegend, an dem obern beziehungsweise nur 16 und 14 Zellen. Die Grösse der Zellen des untern Faches betrug 0,014 Mm., ihres Kernes 0,007 Mm., die der Zellen des oberen 0,008 Mm., des Kernes 0,005 Mm. In Betreff der Entwicklung der Eier von *Pulex* sei noch erwähnt, dass Dotterbereitungszellen gar nicht existiren, und dass von den im obern Ende der Eiröhren liegenden indifferenten Zellen sich ein Theil zu den Epithelialzellen des Ovariums, ein anderer Theil direct zu Eizellen umbildet, von denen letzteren die Zellhaut zur Zona, der Zellinhalt zum Vi-

tellus und der Kern zum Keimbläschen wird, während der Keimfleck in mehrfacher Zahl besteht, hervorgegangen durch Theilung des ursprünglichen einfachen Nucleolus.

### 9. Die Zellen des Fettkörpers.

Von den zwei verschiedenen Bestandtheilen des Fettkörpers der Filzlaus eignen sich nur die länglichen zweikernigen grünlich schimmern- den Zellen zu vergleichenden Untersuchungen. Es ist indessen hervor- zuheben, dass an ein und demselben Individuum die Grösse der einzel- nen Zellen nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. Man muss daher die Messungen auf grössere Mengen desselben ausdehnen; die folgende Tabelle giebt die Grösse der Zellen und ihrer Kerne an.

Geschlecht:	Grösse des Thieres:	Zelle:		
		lang:	breit:	Kern:
♂	0,76 Mm.	0,064 Mm.	0,020 Mm.	0,005 Mm.
♂	0,96 „	0,058 „	0,025 „	0,007 „
		0,076 „	0,030 „	0,006 „
♀	1,0 „	0,075 „	0,025 „	0,008 „
♀	1,16 „	0,066 „	0,020 „	0,010 „
		0,076 „	0,025 „	0,012 „
♂	1,3 „	0,076 „	0,023 „	0,014 „
		0,10 „	0,028 „	
		0,12 „	0,038 „	
♀	2,3 „	0,057 „	0,028 „	0,014 „
		0,066 „	0,033 „	
♀	2,4 „	0,11 „	0,055 „	0,022 „
♀	2,43 „	0,054 „	0,031 „	0,018 „
		0,059 „	0,036 „	0,012 „
		0,063 „		
		0,072 „		
♀	2,5 „	0,14 „	0,07 „	0,029 „

Aus den Beobachtungen folgt, dass die Grösse der Fettkörperzellen bei demselben Individuum ziemlich schwankt, und dass man auch für die im Wachsthum fortschreitenden Thiere keine bestimmte Grössenvermehrung der einzelnen Zellen constati- tieren kann. Jedenfalls nimmt aber auch die Grösse der Zellen nicht ab, woraus wir schliessen müssen, dass der Fettkörper nicht etwa ein Material bilde, welches der fortwachsende Organismus allmählich auf- zehre. Ueber die Zahl der vorhandenen Zellen lassen sich keine auf directe Zählungen basirte Angaben machen; will man aber allgemeinen Schätzungen Vertrauen schenken, die auf Beachtung mehrerer Hunderte

viviseirter Thiere fassen, so muss man annehmen, dass auch die Anzahl der Zellen im Ganzen dieselbe bleiben mag.

#### 10. Das äussere Körperintegument.

Das Integument der Filzlaus ist an vielen Körperstellen in deutliche allseitige umgrenzte Epithelialplättchen abgetheilt. Wir nahmen zu unseren Untersuchungen die Plättchen der vordern Halsseite, deren Grösse folgende Tabelle nachweist:

Geschlecht:	Grösse des Thieres:	Epithelplättchen.
♂	0,76 Mm.	0,007 Mm.
♂	0,96 „	0,007 „
		0,010 „
♀	1,0 „	0,012 „
♀	1,16 „	0,012 „
♀	2,3 „	0,011 „
♀	2,4 „	0,012 „
♀	2,5 „	0,013 „

Man ersieht aus dem Mitgetheilten, dass die Epithelplättchen der Oberhaut mit dem Wachsthum des Thieres ebenfalls an Grösse zunehmen. Ueber die Zahl fehlen uns die genauen Bestimmungen, es scheint, als ob die Zahl dieselbe bliebe. — Die Untersuchungen *Harting's*<sup>1)</sup> haben für den Menschen das Resultat geliefert, dass die einzelnen Zellen der Epidermis sich nur sehr wenig vergrössern, und dass daher das Wachsthum der Epidermis vorzugsweise auf einer Vermehrung der Anzahl der Zellen beruhe.

In der Entwicklungsgeschichte des Schmetterlingskörpers ist die Bildung der äussern Körperbedeckung bisher sehr vernachlässigt worden. Man begnügte sich einfach damit, die chitinöse Oberhaut von der Hypodermis abscheiden zu lassen. Für die ersteren Häutungen der Raupe bis zum Puppenstadium mag diese Anschauung allerdings bei den Schmetterlingen ausreichen, jedoch kann und darf die Puppenbildung nicht mehr darauf zurückgeführt werden. Namentlich sind die zweiundzwanzig Stücke der äussern Puppenbedeckung, welche bereits äusserlich die innern Organe des Schmetterlings andeuten, vollständige Neubildungen, welche mit der Hypodermis nicht im Geringsten in Zusammenhang stehen. Dass diese Puppenstücke ursprünglich einzeln gebildet, geht einerseits schon daraus hervor, dass sie an der Puppe durch deutliche Nähte von einander getrennt sind, andererseits aber auch daraus, dass die einzelnen Stücke bei mehr oder weniger verkrüppelten Puppen oft weit übereinander geschoben sind. Man pflegt bisher

1) a. a. O. p. 83.

die Verwandlung der Raupe in die Puppe so darzustellen, als wenn die äussere Haut der Raupe abgestreift und die Puppenhaut zum Vorschein käme, in welcher bereits die Organe des vollkommenen Schmetterlings abgeprägt seien. Aber eine Puppenhaut in diesem Sinne existirt gar nicht, sondern die wahre Sachlage verhält sich in kurzen Zügen in folgender Weise: In der Raupe entwickelt sich bereits der Schmetterling mit allen seinen Theilen; die Fühler, Beine, Flügel, Rüsselhälften, Augen, die Stücke des Thorax u. s. w. sind schon deutlich angelegt vorhanden und zu isoliren. Wer je aus der Raupe einen Schmetterling präparirt hat, der wird auch gefunden haben, dass eine Puppenhaut gar nicht vorhanden ist, sondern der Schmetterling verlässt mit bereits vollkommen isolirten Gliedern die alte Raupenhaut. Die Glieder sind auf der Oberfläche weich und haben auch im Innern ihre vollkommene Ausbildung noch nicht erreicht. Nach der Zerreissung der Raupenhaut auf der Rückenseite drängt der Schmetterling sich heraus, die Glieder kleben aneinander und ihre äussere mit der Luft in Berührung kommende Fläche erhärtet und bildet so eine scheinbar continuirliche Puppenhaut. Der Sachverhalt ist also einfach der, dass Kopf, Beine, Rüsselhälften, Fühler etc. bereits vollkommen getrennt in der Raupe vorkommen, und dass diese in der Puppe aneinander kleben. Die einzelnen Glieder lassen sich in der Puppe leicht wieder von einander trennen und in die separirte Lage zurückführen, welche sie bereits in der Raupe einnahmen. Man brauchte zu diesem Zwecke die Puppe nur in  $\text{NO}_3$  und  $\text{ClO}_5\text{KO}$  zu kochen. Man trifft hier leicht den günstigen Zeitpunkt, wo man die Fühler, Beine, die vier Flügel von dem Körper weit abheben kann. An der Puppe kann uns nur noch die geringe Beweglichkeit der Organe auffallen. Der Hinterleib behält diese Beweglichkeit fortwährend; der obere Theil — und zwar sowohl die Theile des Kopfes und Thorax, als auch das sechste, siebente, achte und neunte Körperringel werden dadurch an ihrer Bewegung gehemmt, dass auf ihre Bauchfläche sich Füße, Flügel und Fühlhörner auflegen und auf ihnen festkleben. Da wir es hier jedoch entschieden mit Neubildungen zu thun haben, so eignen sich diese nicht für unsern engern Zweck der Messungen<sup>1)</sup>.

Wenn die Räupchen aus dem Ei geschlüpft sind, ist die chitinöse obere Haut noch weich und elastisch; sie dehnt sich allmählich, so lange die innern Organe wachsen. Ganz ähnlich verhält sich die Ausdehnung der äussern Haut zwischen je zwei der folgenden Häutungen. Den Nachweis dieser Ausdehnung durch Zahlen zu liefern ist überflüssig. Dagegen möchte es unbekannt sein, dass auch manche appendiculäre Theile der Haut sich allmählich vergrössern. So stehen z. B. bei der Pappel-

1) Wir behalten es uns vor, in einer Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge nachzuweisen, dass die Flügel nicht Ausstülpungen der äussern Haut, sondern neben andern Thoracal- und Kopfstücken wirkliche Neubildungen sind, die sich in ihrer Anlage bis in den Embryo verfolgen lassen, und zwar im Innern des Insectenkörpers.

schwärmerraupe auf dem Ende des grossen Schwanzhornes noch zwei Schwanzspitzen, welche fünf Tage nach dem Ausschlüpfen des Räumchens aus dem Ei sich noch vergrösserten; denn an diesem Tage war ihre Länge 0,1269 Mm. und ihre Breite 0,0118 Mm. Tags darauf waren diese Spitzen aber schon 0,1424 Mm. lang und nach zehn Tagen hatten sie bereits eine Länge von 0,1032 Mm. erreicht. Es finden somit während der Entwicklung des Schmetterlinges nicht allein Neubildungen der Haut statt, sondern die Haut ist selbst und in manchen appendiculären Theilen einer bedeutenden Ausdehnung fähig.

#### 11. Die histologischen Elemente bei kranken Raupen.

Wenn auch in günstigem Falle aus dem befruchteten Gelege eines Schmetterlinges sämtliche Eier ausfallen, so wird es schwerlich gelingen, sämtliche Individuen glücklich durch alle Stadien der Metamorphose bis zum entwickelten Schmetterlinge hindurch zu bringen. Namentlich geht während der kritischen Zeit der Häutungen eine grosse Anzahl zu Grunde, und so war es auch bei unsern Pappelschwärmer-raupen der Fall. Vor der Häutung stellen die Raupen bereits einige Tage das Fressen ein und sitzen unbeweglich an einem geschützten Orte. Man kann es schon leicht bei einiger Erfahrung im Voraus bestimmen, welche Raupen sicher während der Häutung umkommen. Sie zeigen im ganzen Körper einen durchweg schlaffen Habitus, und man kann solche Todes-candidaten nach dem Vorgange Anderer »schwindsüchtig« nennen. Die histologische Untersuchung solcher kranken Raupen ergibt nur für wenige Gewebelemente einen abnormen Bau. Die Blutkörperchen der kranken Raupen waren ebenso gross wie bei den gesunden Raupen, aber sie sind nicht prall kugelförmig, sondern sämtlich mehr oder weniger an einzelnen eingefallen, und bekommen dadurch ein eingeschrumpftes Aeussere. Die Magen-zellen waren kleiner als bei gesunden Raupen, sie hielten nämlich 0,0287 Mm. im Durchmesser, während sie in dem Magen der gesunden und ebenfalls in der Häutung begriffenen Raupen doch 0,0372 Mm. gross waren. Auch die Muskelprimitivfasern an den Hinterleibsringeln waren im Allgemeinen viel dünner. Mit dem Nervensystem verhält es sich ganz anders. Die Bauchganglien-knoten waren 0,2134 Mm. breit und differirten somit ganz bedeutend mit der Ganglienbreite gesunder Raupen, die sich auf 0,5160 Mm. herausstellte. Trotz der auffallend kleinen Ganglien-knoten weichen die Ganglienzellen in denselben von der normalen Grösse nicht bedeutend ab. Die grossen (sympathischen?) Ganglienzellen der kranken Raupen standen denen der gesunden an Grösse nach; bei den kranken hatten sie 0,0439 Mm., bei den gesunden Raupen 0,0544 Mm. im Durchmesser. Es scheint somit namentlich das Nervensystem krankhaft afficirt zu sein.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1865

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Landois Hermann, Landois Leonard Christian  
Clemens August

Artikel/Article: [Ueber die numerische Entwicklung der histologischen Elemente des Insectenkörpers. 307-327](#)