

die Sache sehr kompliziert ist, wurde soeben angeführt, und es werden demgemäß noch sehr viele verschiedenste Experimentenreihen nötig sein, ehe etwas mehr Licht in dieses noch dunkle Gebiet gebracht sein wird. Keineswegs aber wird die Frage gefördert durch solche bloße Redewendungen, wie ich sie in der zitierten Abhandlung Eug. Schultz's finde. Nach diesem Autor ist es z. B. „äußerst charakteristisch, dass die Brunstzeit und Reifung der Genitalzellen fast aller Tiere in das Frühjahr fällt, und zwar hart nach der Zeit des größten Verbrauches an Reservestoffen, während der ungünstigen Jahreszeit.“ Es ist sofort jedem vorurteilsfreien Leser klar, dass dies lediglich eine Assertion ist, die übrigens zu einem großen Teil unrichtig ist. Mit demselben Recht könnte ein anderer Zoologe behaupten, dass bei einer großen Zahl der Tierformen die Reifung der Geschlechtszellen etc. gerade in die Zeit der höchsten Lebensentfaltung, in die Zeit des Nahrungsüberflusses fällt. Tatsache ist nur, dass die Bildung der Geschlechtsprodukte gewöhnlich periodisch geschieht und dass zuweilen diese Periodizität mit den Jahresperioden zusammentreffen kann. Aber dieses bloße Zusammentreffen beweist noch gar nichts, sondern es ist eben auch Aufgabe der experimentellen Forschung, erst nachzuweisen, ob dabei auch irgend welche gesetzliche Zusammenhänge bestehen oder nicht.

Prag, 30. Januar 1907.

Zur Verwandlung der Insekten.

Von S. Metalnikoff.

Zoolog. Laborat. Kais. Akademie der Wissenschaft. St. Petersburg.

In der letzten Zeit ist eine größere Anzahl Arbeiten erschienen, die sich mit der Metamorphose der Insekten befassen und in eingehender Weise die Frage über Beteiligung der Phagocyten an der Zerstörung der Gewebe des sich verwandelnden Insektes behandeln.

Einige Forscher bestätigen¹⁾ in allen Stücken die Beobachtungen von A. Kowalewski und von van Rees (1885—1887), nach welchen die Muskulatur und die übrigen Gewebe in der Metamorphose von Blutkörperchen, sc. Phagocyten aufgefressen werden sollen. Phagocyten, welche die Reste der Muskelfasern in sich aufnehmen, sollen, der Ansicht der genannten Autoren gemäß, nichts anderes als die Körnchenkugeln Weismann's sein.

Von manchen anderen Autoren wurden die Angaben von Kowalewsky und van Rees einer scharfen Kritik unterworfen; es wird nachzuweisen versucht, dass Phagocyten an der Zerstörung

1) Perez. Bull. scient. de la France et de la Belgique. T. XXXVII. — L. Mercier, Arch. de Zool. expériment. T. V.

der Gewebe sich gar nicht oder jedenfalls in einer sehr untergeordneten Weise beteiligen.

Karawaiew¹⁾ und Torre²⁾ nehmen an, dass die Zellen des in Verwandlung stehenden Insektes sich in den Säften des Organismus auflösen.

Berlese³⁾, welchem wir einige Arbeiten über diese Fragen verdanken, leugnet jede Beteiligung von Phagocyten an der Zerstörung der Gewebe in der Metamorphose. Er nimmt an, die Auflösung der Gewebe fände unter Einwirkung von Verdauungsfermenten statt, welche in die Leibeshöhle aus dem Darm gelangen.

Eine Anzahl Forscher glaubt schließlich den Phagocyten eine nur untergeordnete Rolle vindizieren zu können.

Korotneff nimmt an, die Metamorphose laufe in verschiedener Weise ab, je nachdem sie ein langsames oder ein schnelles Tempo einschlägt: in ersteren Fällen findet die Degeneration der Gewebe auf dem Wege einer einfachen Auflösung in den Säften der Leibeshöhle statt; bei stürmischem Verlaufe der Metamorphose sollen sich auch Phagocyten in aktiver Weise an der Zerstörung der Gewebe beteiligen.

In analoger Weise spricht sich auch Kelley aus⁴⁾.

Vaney⁵⁾ weist nach, dass die Histolyse mit einer Degeneration der Gewebe einsetzt, welche dem Untergange geweiht sind. Die Phagocytose soll erst in sekundärer Weise eingreifen.

Anglas⁶⁾, welcher die Fragen der Metamorphose in einer ganzen Reihe von ausführlichen Arbeiten bespricht, schließt sich ebenfalls der Anschauung über die untergeordnete Bedeutung der Phagocytose an.

Die Muskulatur und die übrigen Gewebe sollen auf dem Wege der Nekrobiose zugrunde gehen, die Blutkörperchen in einer mehr indirekten Weise eingreifen, indem dieselben spezielle Diastasen ausscheiden, welche zur Auflösung der Zellen führen. Diesen Vorgang bezeichnet Anglas als Lyocytose.

Es ergibt sich aus dieser kurzen Übersicht der neueren einschlägigen Arbeiten, dass die Frage über Beteiligung der Phagocyten an der Zerstörung der Gewebe im Laufe der Metamorphose noch durchaus strittig erscheint. Die Divergenz der Ansichten erklärt sich aus dem Umstande, dass die Untersuchung der histolytischen Vorgänge bei metamorphosierenden Insekten auf bedeutende Schwierigkeiten stößt.

1) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXIV.

2) C. R. Soc. biol. T. LII.

3) Bull. entom. ital. Anno 32 und Zool. Anz. XXIII und XXIV.

4) Amer. Natur. T. XXXV.

5) Ann. Univ. Lyon. T. I. Fasc. 9.

6) C. R. Soc. biol. vol. I. Bull. scient. de la France et de la Belg. T. XXXIV. Archives d'anat. microscopique T. V. 1903.

Viele Gewebe und Zellen, vor allem die Blutkörperchen selbst, erleiden dermaßen bedeutende Modifikationen, dass eine sichere Identifizierung derselben durchaus nicht leicht ist.

Die Phagoocyten nehmen an Volumen zu, es treten innerhalb derselben nicht selten besondere Einschlüsse und Vakuolen auf. Die übrigen Gewebe und Zellen werden ebenfalls, und zwar bedeutend alteriert.

Die Entscheidung, ob man es in einer bestimmten Zelle mit einem veränderten Leukocyten oder einem aus dem betreffenden Organe selbst hervorgegangenen Elemente zu tun hat, kann zuweilen schwer fallen.

Vor einigen Jahren, als ich mich mit der Untersuchung der Anatomie und auch der Metamorphose der Bienenmotte (*Galleria melonella*) befasste, wurde meine Aufmerksamkeit auf eine Methode gelenkt, die zur Lösung der Frage mir wohl geeignet erschien.

Injiziert man einem Insekt kurz vor der Umwandlung Karminpulver oder einen anderen Farbstoff, so lassen sich die Leukocyten, welche den Farbstoff in sich aufgespeichert, während der Verwandlung leicht und sicher von allen übrigen Zellen und Geweben unterscheiden. Ich hoffte nun, auf diesem Wege zur Lösung der Frage zu gelangen, wie weit die aktive Beteiligung der Leukocyten an der Zerstörung der Gewebe und Organe des in Verwandlung begriffenen Organismus reicht. Schon damals führte ich die ersten Versuche aus, welche meine Erwartungen vollauf bestätigten; ich veröffentlichte daraufhin einen kurzen vorläufigen Bericht über meine Versuche im Zool. Anz. (Bd. XXVI, 1903), mit dem Hinweis auf die Bedeutung, welche die Methode zur Entscheidung der strittigen Fragen erlangen könnte.

Bevor ich jedoch zur Frage über die Bedeutung der Phagoocyten in der Metamorphose übergehe, möchte ich auf die Vorgänge hinweisen, welche die Phagocytose der Fremdkörper im normalen Leben der Raupe charakterisieren. Raupen, denen Karmin oder Tusche einverleibt wurde, leben ganz ungestört weiter und verwandeln sich in völlig normaler Weise in Puppen oder Schmetterlinge.

Wird einer Raupe Karmin ein paar Tage vor der Verwandlung injiziert, so bilden in der Regel während dieser Zeit Phagoocyten größere Anhäufungen im Blut, welche mit Leichtigkeit in verschiedenen Körperregionen sowohl bei der Raupe, als auch bei der Puppe und beim Schmetterling nachgewiesen werden können. Diese Anhäufungen sind von ganz typischer Gestalt; es wird in der Regel im Zentrum eine große Menge Karmin angetroffen, welche durch Zusammenfluss mehrerer mit Karmin beladener Leukocyten entstand; ringsherum ordnen sich Leukocyten in konzentrischen Schichten an. Mehrere von letzteren enthalten Karmin, andere sind wieder jedes farbigen Einschlusses bar.

Die Leukocyten sind von spindelförmiger Gestalt, fließen miteinander zusammen und bilden schließlich ringsherum eine bindegewebige Kapsel.

Derartige Anhäufungen von Leukocyten mit Karmin fand ich in unveränderter Form sowohl bei Raupen als bei Puppen und bei Schmetterlingen vor. Ähnliche Bilder konnte ich bei Injektionen von lebenden und toten Tuberkelbazillen bei Raupen nachweisen (Centralbl. f. Bakt. T. XLI, 1906).

Es scheint diese Kapselbildung eine spezielle Art von Elimination verschiedener Fremdkörper aus dem Blute zu sein. Sind die Fremdkörper einer verdauenden Tätigkeit seitens der Leukocyten zugänglich, so werden dieselben von letzteren verdaut.

Als ein besonders lehrreiches Beispiel mögen Tuberkelbazillen erwähnt werden, dieselben werden innerhalb solcher Kapselbildungen verdaut und in eine halbflüssige dunkelbraune Masse umgewandelt. Diese Verdauungsresiduen der Tuberkelbazillen werden allmählich im zirkulierenden Blutplasma aufgelöst und schließlich durch die Perikardialzellen ausgeschieden.

Letztere nehmen an und für sich keine Bakterien auf, worauf schon von Kowalewski und Cuenot hingewiesen wurde und was ich aus eigener Erfahrungen bestätigen kann.

Die Perikardialzellen, welche somit weder Bakterien noch sonstige feste Fremdkörper zu verschlingen vermögen, nehmen die flüssigen Zersetzungsprodukte der Bakterien auf. Diese Beobachtung liefert einen neuen Beleg zugunsten Kowalewski's, welcher die Ansicht vertrat, dass die Perikardialzellen wohl die Ausscheidung von Lösungen, nicht jedoch von festen Fremdkörpern besorgen können. Sie vermögen daher wohl Ammoniakkarmin, nicht aber Karminpulver auszuschleiden.

Das Karminpulver, welches von den Säften der Leukocyten nicht verdaut werden kann, bleibt zeitlebens im Organismus der Insekten innerhalb der oben beschriebenen Kapseln. Wir treffen daher letztere in unveränderter Gestalt sowohl bei Puppen als bei Schmetterlingen an.

Diese Beobachtungen geben uns gleichzeitig eine Erklärung für die Tatsache des allmählichen Schwundes von mit Farbstoff beladenen Leukocyten aus dem Blute der Insekten; dieselben werden zum größten Teil zur Bildung der geschilderten Anhäufungen und Kapseln verbraucht. Es erhellt daraus, dass das Studium der Phagocytose in der Verwandlung eine Einverleibung des Farbstoffes kurz vor Eintritt derselben verlangt, damit den Leukocyten keine Zeit zur Bildung der Anhäufungen übrig bleibt.

Ich habe meine Aufmerksamkeit vorwiegend auf die Vorgänge der Zerstörung des Darmes gerichtet.

In besonders auffälliger Weise tritt die aktive Beteiligung der

Phagocyten an der Zerstörung der Muskulatur des Vorder-, Mittel- und Enddarmes der Raupe zutage.

Der Vorderdarm ist mit riesigen ringförmigen Muskelzellen versehen, welche reihenförmig hintereinander liegen (vgl. Fig. 1). Die Zellen sind so groß und so scharf voneinander gesondert, dass sie auf einem Längsschnitt durch den Darm große Epithelzellen vortäuschen. Unter diesen Bedingungen lassen sich die Erscheinungen der Phagocytose am schönsten beobachten.

Kurz vor der Metamorphose treten an diese Zellen in großen Mengen, mit Karmin oder Tusche beladene Leukocyten heran. Sie zwängen sich zunächst zwischen die einzelnen Muskelfasern durch, ohne dieselben anzugreifen.

Wir treffen auf diesen Stadien Leukocyten mit Karmineinschlüssen sowohl in den Muskelfaserinterstitien, als auch unter den Muskelzellen, in unmittelbarer Nachbarschaft mit Zellen, welche die Darmhöhle auskleiden (vgl. Fig. 2).

Auf nächstfolgenden Stadien können wir das allmähliche Eindringen der Leukocyten in die Muskelfasern und die aktive Zerstörung der letzteren durch die ersteren verfolgen. Die Muskelzelle nimmt an Größe (Fig. 3) stetig ab, die Zahl der Leukocyten steigt ebenso unaufhörlich, bis schließlich gegen Abschluss des Zerstörungswerkes, die ganze Region des Darmes wie ein dichter Haufen von Leukocyten erscheint. Es ist von Interesse, dass die Leukocyten, welche dermaßen energisch ihre Zerstörungsarbeit an den Muskelfasern vollstrecken, die Zellschicht, welche das Darm-lumen austapeziert, völlig unangetastet lassen.

Ich habe mich bestrebt, in der Muskelzelle irgendwelche Veränderungen nachzuweisen, welche der Phagocytose wohl vorangehen dürften. Alle Versuche in dieser Richtung haben jedoch bis jetzt fehlgeschlagen, obwohl die Existenz derartiger Veränderungen nicht nur wahrscheinlich erscheint, sondern sogar a priori als notwendig angenommen werden muss. Es kann sich hier in der Tat nur um folgende Alternativen handeln: es müssen während der Verwandlung entweder die Leukocyten oder, umgekehrt, die der Zerstörung geweihten Zellen irgendwelche Modifikationen erleiden.

Wie ließe sich denn anders die Tatsache erklären, dass die Zellen und Gewebe der normalen Raupe von den Leukocyten unangetastet bleiben, in der Metamorphose dagegen so leicht den letzteren zur Beute fallen?

Nimmt man nun an, dass die Leukocyten während der Verwandlung irgendwelche neue Eigenschaften erlangen, welche dieselben zur aktiven Phagocytose der zu zerstörenden Gewebe und Zellen befähigen, dann bliebe die seltsame Tatsache als Problem bestehen, warum die einen Gewebe von den Leukocyten aufgefressen, andere dicht benachbarte völlig intakt bleiben?

Fig. 1.

Längsschnitt durch den Vorderdarm der Raupe von *Galeria mellonella*.
a = Muskelzelle, *b* = Epitheliale Bekleidung des Darmes.

Wir müssten denn bei den Phagocyten ganz besondere psychische Eigenschaften voraussetzen, welche dieselben in den Stand setzen, von den Interessen des Gesamtorganismus geleitet, sich unter den Geweben geeignete Nahrung auszuwählen; wenn nicht, so bleibt uns nur das eine übrig: in den den Phagocyten zum Opfer fallenden Geweben müssen entsprechende Veränderungen vorangegangen sein. Letztere Annahme erscheint uns als die bei weitem wahrscheinlichere.

Es resultiert nun aus diesen Erwägungen, dass die Meinungsverschiedenheiten, welche zwischen den Verfechtern der reinen Phagocytose und den Forschern, welche an vorübergehende Modifikationen der zu vernichtenden Gewebe glauben, bestehen, in Wirklichkeit auf einem Missverständnisse beruhen.

Fig. 1.

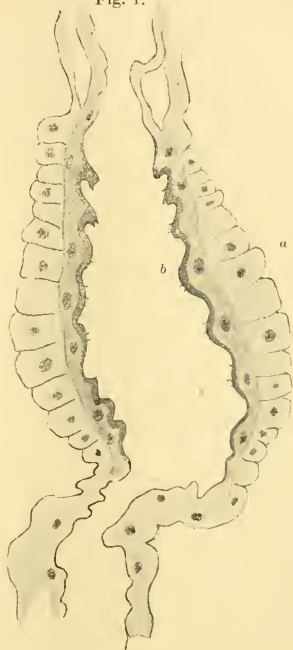


Fig. 2.



Fig. 2.

Ein Teil der Wandung. Beginn der Phagocytose.

Fig. 3.

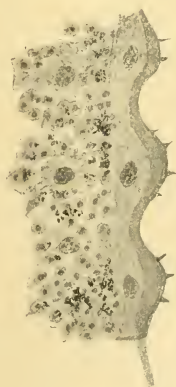


Fig. 3.

Vollständige Auflösung der Muskelwandung durch die Phagocyten.

Sollte der Nachweis von sichtbaren Veränderungen der Gewebe auch fehlschlagen, so müssten solche rein a priori angenommen werden.

Es kann sich somit nun um die eine Frage handeln: welcher Art sind die betreffenden Veränderungen der angegriffenen Zellen und wodurch sind dieselben hervorgerufen worden?

Liegt uns hier etwa eine Nekrobiose vor, wie es seitens Anglas und anderer Erforscher der Metamorphose angenommen wurde? Handelt es sich vielleicht um eine Intoxikation mit Kohlensäure oder um Einwirkung von spezifischen Toxinen, welche zurzeit im Blute der Insekten auftreten?

Ich suchte diese Frage auf experimentellem Wege zu lösen. Sollten im Blute der Raupen zur Zeit der Metamorphose spezifische Toxine sich ausbilden, welche auf die zu vernichtenden Gewebe derart einwirken, dass letztere den Angriffen der Leukocyten gegenüber nunmehr wehrlos werden, so müssten sich diese Toxine leicht nachweisen lassen. Ich wählte zum Nachweis folgendes Verfahren: ich entnahm Blut Raupen, die dicht vor der Metamorphose standen, jedoch noch nicht in Puppen verwandelt waren und versuchte, es jungen Raupen zu injizieren. Zu meiner Überraschung erwies sich das Blut von ganz eigenartiger Wirkung. Die Raupe zeigt zunächst deutliche Zeichen von Unzufriedenheit; sie windet sich lebhaft hin und her; die Bewegungen werden jedoch immer träger; der Hintertheil des Körpers bleibt ganz regungslos, wie gelähmt; die Raupe schleppt sich nur mühsam vorwärts, bis schließlich der ganze Körper vom gleichen Schicksal getroffen wird; die Raupe kehrt die Bauchseite nach oben, bleibt regungslos liegen und bewegt langsam ihre Mundwerkzeuge. Allmählich er stirbt sie vollständig, reagiert auf keinerlei Reize und ist von einer toten nicht mehr zu unterscheiden. Dieser Ohnmachtzustand hält eine halbe Stunde oder länger, in Abhängigkeit von der Menge des eingespritzten Blutes, an.

Allmählich stellen sich wieder Lebenszeichen ein; die Raupe regt sich langsam, dann etwas lebhafter und kehrt schließlich zu ihrem ursprünglichen Zustande zurück.

Ich habe es, selbstverständlich, nicht unterlassen, Kontrollversuche anzustellen: ich entnahm Blut jungen Exemplaren und spritzte es anderen, ebensolchen ein: dieses Blut, selbst in großen Mengen einverleibt, erwies sich als völlig harmlos.

Wir können somit nicht umhin, anzunehmen, dass zur Zeit der Verpuppung im Organismus der Raupe Stoffe gebildet werden, welche eine toxische Wirkung auf normale junge Raupen ausüben.

Es galt nun festzustellen, in welchen Zeitpunkt des Lebens der Raupe das erste Auftreten der toxischen Substanzen fällt und wann das Blut der Raupe den Höhepunkt ihrer toxischen Einwirkung auf junge Exemplare erlangt.

Darauf hinielende Versuche zeigten, dass die Toxizität des Blutes 2—3 Tage vor der Verpuppung somit beim Erreichen des

Grenzalters der Raupe auftritt. Die Nahrungsaufnahme wird sistiert und die Raupe schreitet zum Spinnen ihres Kokons.

Es treten nun gleichzeitig auch histologische Vorgänge im Organismus der Raupe auf: es ist daher sehr wohl möglich, dass die Histolyse der Gewebe im Kausalnexus mit dem Auftreten der Toxizität im Blute der Raupen steht.

Sobald in der Puppe die histologischen Prozesse abgelaufen sind und die Histogenese einsetzt, schwindet auch die Toxizität des Blutes.

Blut aus solchen Puppen, selbst in größeren Mengen eingespritzt, erweist sich harmlos.

Im letzten Sommer wiederholte ich die gleichen Versuche an Seidenraupen. Injiziert man einer Raupe Blut aus einer sehr jungen Puppe, oder einer im Beginn der Verpuppung befindlichen anderen Raupe, so erhält man Bilder, welche vollständig mit den Reaktionen bei der *Galeria melonella* übereinstimmen. Die Raupe windet sich hin und her, um schließlich in einem ohnmachtähnlichen Zustand zu verfallen.

Die zarte und dünne Hautdecke der Seidenraupe erlaubte die Herzpulsationen zu beobachten. Unmittelbar nach der Injektion nimmt die Frequenz des Herzschlages zu, um dann im weiteren Verlaufe abzunehmen: das Herz bleibt schließlich in der Diastole still. Die Ohnmacht hält 20—30 Minuten, auch länger, in Abhängigkeit von der Menge des eingespritzten Blutes an.

Das Blut einer eintägigen Puppe übt eine ziemlich starke Wirkung aus; dasjenige einer zweitägigen Puppe wirkt schon schwächer; die dreitägige Puppe hat die Toxizität des Blutes bereits verloren.

Es erhebt sich nun vor allem die Frage über die Natur des im Blute der Puppe zirkulierenden Stoffes, welcher mit so scharf ausgesprochenen toxischen Eigenschaften versehen ist.

Dürfte es sich vielleicht um ein Stoffwechselprodukt oder um eine durch Zerfall der Gewebe entstandene Substanz handeln?

Trifft diese Vermutung zu, so müsste das Puppenblut nicht nur für das betreffende, sondern auch für jedes andere Insekt sich toxisch erweisen.

Um dies zu prüfen, verfuhr ich folgendermaßen: ich entnahm einer sich verpuppenden Raupe von *Galeria melonella* Blut und spritzte es einer Seidenraupe ein. Jede Wirkung blieb aus. Derselbe Versuch wurde auch in umgekehrter Weise ausgeführt, Blut einer jungen Seidenpuppe entnommen und einer *Galeria*-Raupe injiziert, mit dem gleichen negativen Resultat.

Es erhellt daraus, dass die toxische, der jungen Puppe eigene Substanz spezifisch ist, was die Vermutung aufkommen lässt, dass es sich nicht um ein Stoffwechselprodukt, sondern um etwas anderes handelt.

Um die Frage zu entscheiden, ob der betreffende Stoff nicht vielleicht zu den Fermenten gehört, versuchte ich das Blut auf bestimmte Temperaturen zu erhitzen.

Setzt man Raupenblut einer Temperatur von 60° während einer halben Stunde aus, so werden große weiße Flocken gefällt: in der Zentrifuge erhält man eine klare, durchsichtige Flüssigkeit, welche jungen Raupen eingespritzt wurde.

Diese Injektion bleibt völlig resultatlos.

Es ergibt sich daraus, dass durch halbstündiges Erwärmen auf 60° das im Blute junger Puppen enthaltene, für junge Raupen toxische Prinzip zerstört wird.

Dewitz¹⁾ macht bereits in seiner Arbeit über Verwandlung der Insekten auf ein spezielles Enzym aufmerksam, welches als Ursache der Metamorphose betrachtet werden muss: „Ich hatte nun in den erwähnten Untersuchungen gezeigt, dass die angegebenen drei Erscheinungen — die Verfärbung der Körperflüssigkeiten infolge der Wirkung des Enzyms, die Verfärbung der frisch gebildeten Puppen und die Umwandlung der Larven in eine Puppe — durch Wirkung gleicher Faktoren unterdrückt oder verzögert werden können.

Ich hatte oft im Laufe meiner Arbeiten mit Raupenblut Gelegenheit, mich seiner Eigentümlichkeit, sich an der Luft schwarz zu verfärben, zu überzeugen. Diese Eigenschaft ist offenbar von der Anwesenheit eines speziellen oxydierenden Fermentes abhängig, worauf schon von verschiedenen Autoren aufmerksam gemacht wurde.

Sollte dieses Ferment für alle begleitenden Erscheinungen der Metamorphose verantwortlich gemacht werden, so müsste es offenbar nur zur Zeit der Verwandlung im Blute der Raupen auftreten.“

Die schwarze Verfärbung des Blutes lässt sich jedoch sowohl bei alten, der Verpuppung nahen Raupen, als auch bei ganz jungen Exemplaren beobachten.

Auf Grund der geschilderten Experimente gelangen wir somit zu folgendem Schluss:

Zum Beginn der Metamorphose treten im Blute der Insekten bestimmte spezifische Toxine auf, welche allem Anscheine nach zur Vergiftung bestimmter Gewebe und Zellen führen, wodurch dieselben der Phagocytose zum Opfer fallen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Toxine streng spezifischer Natur sind, resp. spezielle Gifte für Muskelzellen, Malpighi'sche Gefäße, verschiedene Drüsen gebildet werden. Möglich ist es auch, dass die verschiedene Toxine nicht gleichzeitig, sondern in bestimmter Aufeinanderfolge auftreten, worauf die bestimmte Reihenfolge im Auftreten der histolytischen Prozesse hinweist. Um diese Fragen zu entscheiden, müsste man jungen Raupen Blut aus verschiedenen Stadien der Metamorphose injizieren und die verschiedene Einwirkung der

1) Zool. Anz. Bd. XXVIII, 1904.

jeweiligen Injektion auf einzelne Gewebe des Versuchstieres ver-
folgen.

All diesen Fragen soll eine spezielle Untersuchung gewidmet
werden, die jetzt im Gange ist.

Über das Parietalauge von *Lacerta agilis* und *Anguis fragilis*.

Von Dr. M. Nowikoff.

(Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.)

(Schluss.)

Sämtliche angeführte Darstellungen der Retinastruktur lassen
die Frage über die Verbindung der Retinaelemente mit den Fasern
des Parietalnerven ganz offen.

Ich muss gestehen, dass die Zellkerne in der Retina ge-
wöhnlich sehr dicht aneinander liegen und deswegen Zellgrenzen
schwer zu erkennen sind. Dennoch ist man auf dünnen (etwa 5μ),
stark gefärbten Schnitten imstande, die einzelnen Bestandteile der
Retina zu unterscheiden. Die sichersten Ergebnisse in dieser Hin-
sicht sind jedoch zu erzielen, wenn man Längsschnitte der Retina
(Fig. 6 und 7) mit Querschnitten (Fig. 8) vergleicht. Dieses Unter-
suchungsverfahren wurde beim Studium der Parietalaugen bis jetzt,
soweit mir bekannt ist, gar nicht verwendet.

Wie aus den Figuren 1, 2, 6 und 7 hervorgeht, besteht die
retinale Wand der Augenblase von *L. agilis* und *A. fragilis* aus
folgenden Elementen: Sehzellen (Sz.), Pigmentzellen (Pz.), Ganglien-
zellen (Gz.) und Nervenfasern (N.).

Die lang ausgezogenen Sehzellen sind radiär um den Hohl-
raum der Augenblase angeordnet. Am Grunde des Auges ver-
laufen sie ganz gerade. In den seitlichen Regionen der Retina
sind sie dagegen mehr oder weniger gebogen, bei *L. agilis* (Fig. 2)
sogar beinahe V-förmig geknickt. Besonders lang und dünn sind
die Sehzellen im Auge von *A. fragilis* (Fig. 1 und 6), wo sie faden-
förmig aussehen. Das Zellplasma ist sehr intensiv färbbar und
zeigt manchmal eine längsstreifige Struktur. Ich vermochte in den
Zellen keinerlei Gebilde zu unterscheiden, die als Stäbchen oder
Fibrillen gedeutet werden konnten. Ein runder oder ovaler Kern
liegt in der proximalen erweiterten Partie der Zelle. In Augen,
bei denen der Durchmesserunterschied zwischen dem kernhaltigen
und dem übrigen Teile der Sehzelle gering ist, wie es z. B. bei
L. agilis (Fig. 7) der Fall ist, sind die Sehzellkerne mehr oder
weniger regelmäßig in einer einfachen Reihe oder Schicht ange-
ordnet. In der Retina von *A. fragilis* aber (Fig. 6), in der die
fadeförmigen Sehzellen sehr nahe aneinander gerückt sind, be-
obachtet man auf Längsschnitten zwei bis drei Reihen von Sehzell-
kernen. Die kernhaltige Partie der Sehzelle verjüngt sich auch

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Metalnikov S.

Artikel/Article: [Zur Verwandlung der Insekten. 396-405](#)