

2. Zur Verwandlung der Insektenlarven.

Von J. Dewitz.

eingeg. 25. Juli 1904.

In meinen früheren Publikationen¹, welche sich hauptsächlich mit der Verwandlung der Fliegenlarven beschäftigen, hatte ich zu zeigen unternommen, daß das in den Körperflüssigkeiten der Larven enthaltene Enzym, welches O. v. Fürth und H. Schneider² als die Blutflüssigkeit der Insekten als »Tyrosinase« charakterisiert haben, mit dem Verwandlungsprozeß in Verbindung steht. Die Fliegenlarven, welche während ihres ganzen Lebens weiß sind, beginnen sich zu röten, sobald ihre Zusammenziehung und Verwandlung in die Puppe begonnen hat, und die frische Puppe durchläuft dann bis zum Rotbraun oder Schwarzbraun alle Farbenstadien, die auch die flüssige Masse durchläuft, die man durch Zerreiben einer Anzahl von Larven mit etwas Wasser erhält. Man darf daher annehmen, daß das Enzym, welches hier die Verfärbung veranlaßt, auch jene der neu entstandenen Puppe bewirkt. Andererseits fällt die Erscheinung der Verwandlung der Larve in die Puppe und diejenige des Überganges der weißen Farbe der Larve in die braune der Puppe derart zusammen, daß man glauben muß, daß sie auch in innerem Zusammenhang stehen. In der durch Zerreiben von Larven mit etwas Wasser erhaltenen flüssigen Masse sind außer der Blutflüssigkeit natürlich auch aus andern Geweben stammende Flüssigkeiten vorhanden.

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 Puppe und die Umwandlung der Larve in eine Puppe — durch die Wirkung gleicher Faktoren unterdrückt oder verzögert werden können.

Seitdem habe ich an diesem Gegenstand weitergearbeitet und

¹ Recherches expérimentales sur la métamorphose des insectes. — Sur l'action des enzymes (oxydases) dans la métamorphose des insectes. Compt. rend. Soc. Biol. Paris T. LIV. Séance du 18 Janvier 1902. — Der Apterismus bei Insekten, seine künstliche Erzeugung und seine physiologische Erklärung. Arch. [Anat.] Physiol. 1902. S. 61—67. — Untersuchungen über die Verwandlung der Insektenlarven. id. S. 327—340. — Weitere Mitteilungen zu meinen »Untersuchungen über die Verwandlung der Insektenlarven«. id. S. 425—442. — Vgl. ferner: Verhinderung der Verpuppung bei Insektenlarven. Arch. Entwicklungsmech. 1901. Bd. 11. S. 690—699. — La suppression de la métamorphose chez les larves d'insectes. Compt. rend. Soc. Biol. Paris T. LIV. Séance du 21 Juin 1902.

² O. v. Fürth u. H. Schneider, 1901. Über tierische Tyrosinasen und ihre Beziehungen zur Pigmentbildung. Beitr. chem. Physiol. u. Pathol. (Hofmeister) Bd. 1. Hft. 5/6. S. 227—242.

möchte im folgenden kurz über die erhaltenen Resultate berichten, indem ich mir vorbehalte, später auf die folgenden sowie auf meine früheren Beobachtungen zurückzukommen.

Ich möchte zunächst erwähnen, daß ich mit Rücksicht auf die von E. Bataillon³ ausgeführten experimentellen Untersuchungen bezüglich der Verwandlung von Schmetterlingsraupen noch einige Versuche mit in Tuben eingeschlossenen Fliegenlarven angestellt habe. Nach Bataillon kann in einem eng begrenzten Raum die Transpiration der Raupen so stark werden, daß sich auf den Wänden des Raumes Wasserdampf in großer Menge niederschlägt, und daß die mit Wasserdampf gesättigte Luft der Verwandlung hinderlich wird. Ich hatte früher gezeigt, daß, wenn Fliegenlarven (*Lucilia caesar*) in kleinen Glastuben verkorkt werden, die Verwandlung infolge des Sauerstoffmangels aufgehoben wird. Mit Rücksicht auf jene Angaben von Bataillon suchte ich nun den Faktor der Feuchtigkeit der Luft zu eliminieren, indem ich das Röhrchen, welches die Larven von *Lucilia caesar* enthielt, mit sehr klarem Zeug überband und in ein etwas größeres Röhrchen¹ steckte, welches seinerseits zugedreht wurde. In den Zwischenraum zwischen den beiden Tuben brachte ich eine kleine Menge von gepulvertem Calciumchlorid. Das Resultat dieser Experimente war, daß die Verwandlung der *Lucilia*-Larven wieder aufgehoben wurde. Wie ich gezeigt hatte, hat das Enzym, welches eine Oxydase ist, zur Verfärbung der Körperflüssigkeiten der Larve sowie zu der der frisch gebildeten Puppe den Sauerstoff der Luft nötig.

Sodann habe ich gesucht, die Verwandlung durch die Gegenwart von Blausäuregas in der von den Insektenlarven geatmeten Luft zu verhindern. Denn Blausäure hindert nach meinen früheren Untersuchungen auch die Verfärbung der zerriebenen Fliegenlarven und die Verfärbung der frisch gebildeten weißen Puppen. Bei reifen Fliegenlarven war es mir nicht geglückt, durch Anwendung von Blausäuregas die Verwandlung aufzuhalten, ohne die Tiere zu töten. Dieses lag wahrscheinlich an der Anordnung des Experiments, welches ganz besonders schwierig ist. Im vergangenen Sommer (1903) habe ich mich aber an andre Insektenlarven gewandt. Bereits vor einigen Jahren

³ E. Bataillon, 1891. Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamorphose des amphibiens anoures. Annal. Univ. de Lyon T. 2. Fasc. 1. p. 1—123. 6 pl. 4 fig. (Paris). — id. 1893. La métamorphose du ver à soie et le déterminisme évolutif. Bull. scient. France Belgique. T. 25. p. 18—55. id. 1893. Les métamorphoses et l'ontogénie des formes animales. Rev. bourguignonne de l'enseignement supérieur. Ann. 1893. p. 1—32. id. Nouvelles recherches sur les mécanismes de l'évolution chez le *Bombyx mori*. id. T. 4. No. 3. p. 1—16.

⁴ Kann mit Vorteil durch ein Säckchen aus klarer Leinwand ersetzt werden.

(1900) habe ich darauf hingewiesen⁵, daß Blausäure der Verwandlung der Raupen von *Porthesia chrysoorrhoea* hinderlich ist. Ich habe nun diese Versuche wieder aufgenommen. Zur Anwendung von Blausäuregas in diesen Experimenten bin ich durch die Untersuchungen von J. Geppert⁶ über die Wirkung der Blausäure auf warmblütige Tiere veranlaßt, Untersuchungen, welche mir teils aus der Publikation des Autors, teils aus dessen persönlichen Mitteilungen bekannt waren.

Meine Experimente, in denen die Raupen einzeln behandelt wurden, waren recht schwer auszuführen und verlangten eine beständige Überwachung, weil das Blausäuregas wegen seiner großen Giftigkeit die Raupen leicht sofort tötet. Es eignen sich zu ihnen nur diejenigen von den reifen Raupen, welche zwar aufgehört haben zu fressen, deren Verwandlung aber nicht unmittelbar bevorsteht. In diesem letzteren Falle gehen sie unfehlbar zugrunde. Aber auch die weniger weit vorgeschrittenen Raupen sind noch empfindlich genug.

Was die Anordnung des Experimentes angeht, so wurde je eine Raupe in ein großes, weithalsiges Pulverglas gesetzt, in dieses an einem Faden ein Glasröhrchen gehängt, in dem ein Stückchen Cyankali lag, und das Pulverglas mit einem Kork zugekorkt, welcher auf der Seite einen breiten und tiefen Längsspalt trug. Zur Kontrolle wurden neben solchen Gläsern andre ohne Cyankali mit je einer Raupe besetzt. Wenn eine Cyankali-Raupe sogleich zugrunde ging, so wurde sie durch eine frische Raupe ersetzt. In dieser Weise gelang es, entweder eine Anzahl von Raupen eine gewisse Zeit am Leben zu erhalten und dabei die Verwandlung zu unterdrücken, oder man erhielt Puppen, welche gänzlich unvollkommen waren. Sie waren und blieben außerordentlich weichhäutig; die Chitinbedeckung war nur von einem zarten Häutchen gebildet. Die Farbe war schmutzighell. Die Flügelscheiden waren ganz farblos und vollständig durchsichtig. Solange die Puppe in der Blausäureatmosphäre verweilte, änderte sich nichts an ihrer Färbung (24 Stunden Beobachtungsdauer). Wurde sie aus dieser Atmosphäre entfernt, so färbte sie sich im Laufe mehrerer Tage dunkelbraun. Sie blieb aber so weichhäutig wie vorher. Die Form der Puppe war zylindrisch; die Enden waren abgerundet, so daß das Gebilde die Form einer Wurst hatte. Der Kremaster am Ende der Puppe war vorhanden. Die Segmente waren deutlich abgesetzt, gerundet und nicht ineinander geschoben. Die Flügelscheiden waren kürzer als bei normalen Puppen und ließen den bei der nor-

⁵ Auf dem VI. international. Kongreß f. Ackerbau zu Paris. Abteil. Pflanzenpathologie (schädliche Insekten): VIe Congrès internat. d'agricult. T. 2. Compt. rend. p. 304. Paris 1900.

⁶ J. Geppert, Über das Wesen der Blausäurevergiftung. Berlin 1889.

malen Puppe weichhäutigen, bedeckten Teil der Bauchseite der betreffenden Segmente zum Teil unbedeckt. Wenn man von der Verkürzung der Flügelscheiden absieht, so glich die Puppe ungefähr einer soeben ausgekommenen Puppe. Nur verharrte sie in diesem Stadium, auch wenn sie aus der Blausäureatmosphäre entfernt wurde. Die Braunfärbung allein wurde im Laufe der nächsten Tage fast normal.

Solche Halb- oder Raupenpuppen erhielt ich in der Blausäureatmosphäre, wenn die Raupe überhaupt dazu kam, sich zu verwandeln. In den Kontrollgläsern erhielt ich normale Puppen. Die für diese Experimente verwandten Pulvergläser waren groß (1 l bis 600 ccm Inhalt), im Verhältnis zu ihrem Inhalt war eine *Chrysorrhoea*-Raupe recht klein, und von Feuchtigkeitsansammlung in den Gläsern konnte man wohl nicht sprechen. Die Gläser standen in einem trockenen, warmen Zimmer (Juni).

Neben den Raupen von *P. chrysorrhoea* habe ich auch diejenigen des Springwurmes der Rebe, *Tortrix pilleriana*, für die Experimente benutzt. Diese Raupe verträgt auch im erwachsenen Zustand verhältnismäßig gut den Aufenthalt in einer Blausäureatmosphäre und würde ein günstiges Versuchsobjekt bilden, wenn es nicht schwierig wäre, die zur Verwandlung reifen Raupen von solchen zu unterscheiden, die noch fressen. Denn die Raupe verwandelt sich da, wo sie lebt, zwischen den Blättern der Rebe. Trotzdem habe ich mit dieser Art eine Anzahl von Versuchen angestellt, in denen ich die Raupen genügend lange Zeit am Leben erhalten konnte, ohne daß ich, von geringen Ausnahmen abgesehen, Puppen erhielt.

In einer andern Experimentreihe habe ich Serum in Anwendung gebracht. Die zum Versuch dienenden Fliegenlarven nährten sich von diesem, und es wurde beobachtet, ob sie bei dieser Nahrung zur Reife gelangten. Nach Gessart⁷ wird die Wirkung der pflanzlichen Tyrosinase auf Tyrosin durch Serum verschiedener Haussäugetiere verlangsamt, so daß die Pigmentbildung in dieser Weise verzögert wird. Zu meinen Versuchen benutzte ich Hammelserum oder defibrinirtes Hammelblut. Da ich nicht jedesmal selbst nach dem Schlachthof gehen konnte, und ich mir bisweilen das frische Blut vom Schlächter bringen ließ, so erhielt ich in solchen Fällen, wie dieses bekannt ist, gerötetes Serum. Die Resultate, welche ich mit reinem, mit rotem Serum und mit defibrinirtem Blut erhielt, waren aber die gleichen. Natürlich ist die Verfärbung der Körperflüssigkeit der Larven unter Hinzufügung von reinem Serum leichter zu beobachten, als wenn

⁷ C. Gessart, 1901. Etudes sur la tyrosinase. Ann. Inst. Pasteur. T. 15. p. 593—614.

man gerötetes Serum anwendet. Um diese Verfärbung zu studieren, wurden von rotem oder von reinem Serum mehrere Verdünnungen hergestellt, eine abgemessene Menge mit einer größeren, gleichen Anzahl reifer Fliegenlarven zerrieben und zu der Masse etwas Chloroform zugesetzt. Die Gegenwart des Hammelserums wirkt nun entschieden verzögernd auf die Verfärbung des Breies. Aber nicht in dem Grade, wie es für die pflanzliche Tyrosinase angegeben wird. Die Larven, welche zu diesen Versuchen dienten, waren von der Art *Lucilia caesar*, und dieselbe Art diente mir auch zu folgenden Experimenten.

Serum oder defibriniertes Blut wurde in kleine Kristallisierschalen oder ähnliche Gefäße gegossen, deren Boden mit gewaschener Watte oder mit gewaschenen Leinwandstücken bedeckt war. Auf die aus der Flüssigkeit herausragenden Stücke wurde eine größere Menge Fliegen-
eier gelegt. Die ausgekommenen kleinen Larven nahmen Besitz von der Watte oder den Falten der Leinwand. Sie nährten sich ohne Schwierigkeit vom Serum oder vom defibrinierten Blut. Die Nährflüssigkeit war in einigen Experimenten vom Anfang bis zum Schluß dieselbe. In andern wurde sie gewechselt. Es wäre natürlich gut gewesen, wenn man diese Experimente unter antiseptischen Vorkehrungen hätte anstellen können. Dieses würde aber sehr schwer auszuführen sein, denn die Larven, welche sich in diesem Medium nicht behaglich zu fühlen scheinen, wandern sehr viel mehr umher als bei gewöhnlicher Nahrung (Fleisch). Sie schleppen die Flüssigkeit an ihrem Körper überall mit sich und würden Wattepfropfen usw. in kürzester Zeit vollkommen beschmutzen und für Luft undurchlässig machen. Die Gefäße waren mit Leinwand überbunden; diese mußte aber sehr oft gewechselt werden, weil sie in 1—3 Tagen mit der klebrigen Flüssigkeit durchtränkt war. Unter solchen Umständen ersticken die Larven leicht, besonders wenn man enge Behälter anwendet. Das Resultat dieser Experimente war nun folgendes.

Während die mit Fleisch aufgezogenen Larven von *Lucilia caesar* nach 6 Tagen vollkommen ausgewachsen waren und zur Verwandlung in den Sand gingen, blieben die mit Serum oder defibriniertem Blut ernährten im Wachstum stark zurück. Nach 10, 14 Tagen hat eine Anzahl von Individuen die Länge von wenigen Millimetern; andre sind etwas größer, etwa wie die normalen zwei Tage alten Larven; andre sind nach 10—14 Tagen so groß wie die erwachsenen, normalen Tiere, und zwischen ihnen und den wenige Millimeter langen Exemplaren gibt es verschiedene Abstufungen. In einem Experiment z. B., in welchem defibriniertes Blut angewandt wurde, waren die Eier am 17. Juli in das Gefäß gelegt. Von den wenigen Larven, welche

schließlich ungefähr die normale Größe erreicht hatten, verließen die letzten am 5. August, also nach 19 Tagen das Gefäß, um sich zu verpuppen. Im Verlauf der Aufzucht in defibriniertem Blut oder in Serum sterben sehr viel von den kleinen und kleinsten Larven allmählich hinweg; die Entwicklung ist eine verlangsamte und unregelmäßige.

Wenn man nun aus solchen Zuchten (10 Tage alten) die kleinsten und die größten Larven auswählt, sie in ein mit vollkommen durchtränktem Fließpapier angefülltes Gefäß 12—48 Stunden einsperrt, damit sie den Darmkanal entleeren, und dann die beiden Partien getrennt mit etwas Wasser zerreibt, so wird die von den großen Larven erhaltene Flüssigkeit schwarz, wenn auch nicht ganz so wie bei normalen Larven; die Flüssigkeit der kleinen Larven verfärbt sich aber kaum, selbst nach 40 Stunden nicht. Man kann daher schließen, daß das Hammelblut oder Hammelserum, als Nahrung genossen, auf der einen Seite die Entwicklung der Larven verzögert, oder die Larven auf der Stufe von ganz jungen Larven zurückhält, und auf der andern Seite der Bildung des Enzyms im Organismus der Larven hinderlich ist. Daß das Enzym im Organismus der Larven mit der Entwicklung derselben zunimmt, werden wir sogleich aus andern Beobachtungen ersehen.

Ungefähr die gleichen Resultate habe ich erhalten, wenn ich Larven von *erythrocephala* und *caesar*, anstatt mit Serum oder defibriniertem Blut, mit Schnecken fütterte. Dazu hat mich der Umstand geführt, daß sich die Larven gewisser Käfer, von *Lampyris* und von *Drilus flavescens*, von Schnecken nähren, und die Weibchen dieser Käfer ein larvenartiges Aussehen haben und flügellos sind. Gewisse Tatsachen scheinen aber zu zeigen, daß das Vorhandensein der Flügel und das der Metamorphose in gewisser Beziehung zueinander stehen. Ich legte Schnecken von *Helix hortensis* und *aspersa*, denen ich durch Zerschlagen das Haus entfernt hatte, in eine kleine Kristallisierschale, welche mit einer Glasscheibe teilweise zugedeckt wurde und brachte die Fliegeneier in ein kleines Schälchen, das ich in die Kristallisierschale stellte. Die Schnecken wurden von Zeit zu Zeit erneuert. Ich will noch bemerken, daß diejenigen Larven, welche schließlich zur Verwandlung gelangten, hier wie bei der Ernährung mit Serum oder Blut normale Fliegen ergaben. Auffallend war es auch, daß sich die Masse der Schneckennahrung unter Einwirkung der Larven allmählich in einen schwarzbraunen Brei verwandelte.

Aus einer solchen Zucht von *Caesar*-Larven wurde 8 Tage nach dem Auskommen der Larven eine Anzahl kleinerer Larven mit etwas Wasser zerrieben. Es trat keinerlei Verfärbung der Flüssigkeit ein (Beobachtungsdauer 24 Stunden). Vor dem Zerreiben waren die Lar-

ven wie vorher in einem Gefäß mit feuchten Lappen usw. gehalten, damit sie den Darminhalt entleerten und die dem Körper anhaftenden Massen abstreiften. Von einer andern Zucht von Larven, welche schließlich das Schneckenfleisch verlassen hatten und in den Sand gegangen waren, wie dies reife Fliegenlarven tun, und sich hier einige Tage aufgehalten hatten, wurden kleinere Exemplare ausgelesen und zerrieben. Die mit ihnen erhaltene Flüssigkeit blieb sehr klar und schwärzte sich wenig.

Soll das Enzym wirklich irgendeinen Einfluß auf die Verwandlung ausüben, so ist es unerläßlich, daß seine Gegenwart sich dann am stärksten dokumentiert, wenn die Verwandlung der Larve bevorsteht, und daß diese Dokumentierung abnimmt in dem Maße, als wir uns von diesem Zeitpunkt entfernen, sei es daß wir im Alter der Larve zurückgehen, oder daß wir von der zur Verwandlung bereiten Larve zum fertigen Insekt vorschreiten. Die Stärke der Wirkung des Enzyms beurteilte ich nach der Intensität und der Schnelligkeit, mit der die Verfärbung der zerriebenen Larven eintritt. Es fragt sich demnach, ob zur Zeit der Verwandlung die Verfärbung der Masse der zerriebenen Larven am stärksten ist. Meine Beobachtungen sagen nun folgendes aus.

Fliegeneier von *Lucilia caesar*, mit etwas Wasser zerrieben, färben sich nicht. Die zerriebene Masse ganz junger Larven wird nur blond oder hellbraun. Bei Larven, welche aufgehört haben zu fressen, und bei frisch entstandenen Puppen, ist die Verfärbung der Masse am kräftigsten und tritt am schnellsten ein. Bei älteren Puppen ist sie dann wieder schwächer, und bei ausgekommenen Fliegen, welchen keine Nahrung gereicht war, war sie wieder Null geworden. Die Kurve der Wirkung des Enzyms steigt daher von dem Ausschlüpfen der Larve bis zur Verpuppung an; dann fällt sie wieder bis zum Auskommen des fertigen Insekts. Der Zeitpunkt der stärksten Wirkung des Enzyms und der Zeitpunkt der Verwandlung fallen also zusammen.

Man beachte, daß diese Kurve derjenigen gleich ist, welche H. und L. Landois⁸ für die Zu- und Abnahme der Leucocyten während der verschiedenen Entwicklungsstadien der Insekten angeben. Nach diesen Autoren erreicht die Zahl der Blutzellen bei Raupen und allgemein bei denjenigen Insekten, welche eine Verpuppung eingehen, ihr Maximum zu der Zeit, wo die Larven sich zur Verwandlung an-

⁸ H. u. L. Landois, 1865. Über die numerische Entwicklung der histologischen Elemente des Insektenkörpers. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 15. S. 307—327. H. Landois, 1864. Beobachtungen über das Blut der Insekten. Ebend. Bd. 14. S. 55—70. 3 Taf.

schicken. Speziell für *Smerinthus populi* haben die Verfasser festgestellt, daß die Blutzellen in der Raupe an Zahl zunehmen; daß sie kurz vor dem Puppenstadium ihre größte Zahl erreichen; daß ein großer Teil in der Puppe verschwindet, und daß schließlich diese Verminderung in dem geschlechtsreifen Insekt ihren höchsten Grad erreicht.

Daß Pigmentbildung eine Begleiterscheinung der Verwandlung ist, ist schon von andern Autoren erkannt. So hat Barfurth⁹ gezeigt, daß sich zur Zeit der Verwandlung der Schwanz der Amphibienlarven stark pigmentiert. E. Bataillon¹⁰ hat darauf diese Verhältnisse weiter untersucht und erkannt, daß sich bei den sich verwandelnden Amphibienlarven Pigment auch in andern Geweben ihres Organismus bildet.

Ich möchte nun noch eine Erscheinung mitteilen, auf welche ich im letzten Herbst (1903) aufmerksam geworden bin. Ich habe die einzelnen Fälle nicht im Gedächtnis, in denen sich beim Absterben infolge äußerer Verhältnisse die Fliegenlarve bräunt. Einen besonderen Fall habe ich aber genauer beobachtet.

Die Fliegenlarven bräunen sich nicht allein normalerweise dann, wenn sie sich zur Puppe zusammengezogen haben, sondern man kann diese Bräunung auch künstlich hervorrufen, indem man sie in Alkohol legt (*erythrocephala*). Ich habe teils reinen 93^oigen Alkohol, teils denaturierten benutzt, der, soviel man äußerlich beurteilen konnte, mit Methylalkohol und Aceton gemischt war. Dem Alkohol habe ich eine kleinere Menge Wasser zugefügt. Die Bräunung oder Schwärzung scheint bei den Fliegenlarven (*erythrocephala*) besonders an gewissen Stellen und hier am schnellsten aufzutreten. Eine dieser Stellen liegt an der Bauchseite in einiger Entfernung von der Kopfspitze, und die zweite ist durch das hintere Ende der Larve bezeichnet. An diesem Ort beginnt die Bräunung wie bei den frischen, weißen Puppen um die großen Stigmen herum. Hier befindet sich aber nach den Angaben der Autoren ein Bildungsherd für Blutkörperchen. Allmählich bräunt sich die Larve ganz oder teilweise.

Ich habe mich mit den mikroskopischen Verhältnissen in solchen künstlich gebräunten Larven noch nicht beschäftigen können. Ich habe aber bemerkt, daß zusammengehäufte Leucocyten, sowie stellenweise die Muskulatur, eine braune Farbe angenommen hatten.

Die Verfärbung bleibt gänzlich aus bei genügend gekochten Flie-

⁹ D. Barfurth, 1887. Die Rückbildung des Froschlarvenschwanzes und die sog. Sarcoplasten. Arch. mikr. Anat. Bd. 29. S. 35—60. 2 Taf.

¹⁰ E. Bataillon, 1891. Recherches anatomiques et expérimentales sur la métamorphose des amphibiens anoures. Ann. Univ. de Lyon. T. 2. Fasc. 1. p. 1—123. 6 pl. 4 fig. Paris.

genlarven (*erythrocephala*). Ebenso habe ich in den beiden mir zur Verfügung stehenden Beobachtungsfällen keine Verfärbung bei ganz kleinen Larven bemerkt (*erythrocephala*).

Bei jüngeren, aber vollständig ausgebildeten und ausgefärbten Fliegenpuppen (*erythrocephala*) fand ich, daß in Alkohol an der Bauchseite ein rundlicher Fleck entstand. Wenn man nun aber ältere *Erythrocephala*-Puppen, in denen die Beine und Flügelstümpfe bereits ausgebildet, die aber noch vollkommen weiß sind, längere Zeit (bis mehrere Wochen) in Alkohol liegen läßt, und sie dann herausnimmt, so sieht man, daß sich in diesem Stadium das Enzym lokalisiert hat. Bei Puppen mit nicht sehr stark chitinisierter Hülle sieht man schon die braunen Flügelchen durch die Hülle hindurchscheinen, wenn die Puppen unter Alkohol liegen. Nimmt man die Puppenhülle fort, so bemerkt man, daß außer den kleinen Flügeln auch die Beine und meist auch der Gesichtsteil mit den Mundwerkzeugen braun geworden sind. Ich konnte diese Verfärbung beschleunigen, indem ich die Nymphe aus der Chitinhülle herausnahm, in Alkohol legte und zwei bis drei Tage bei 30—35° im Wärmeschrank hielt. Es ist schwer, die Nymphen unverletzt aus der Hülle zu befreien, da man sie sehr leicht verletzt und dann ein Teil der Inhaltmasse ausfließt. Dieses ist aber der Bräunung oder Schwärzung nicht hinderlich. Bei gekochten Puppen tritt diese Braunfärbung der genannten Teile nicht mehr ein. Welches die Wirkungsweise des Alkohols ist, vermag ich nicht zu sagen, obgleich man sich darüber verschiedene Hypothesen machen kann. In den Flügeln werden besonders größere, lichtbrechende Körper gebräunt. Es sind dieses ohne Zweifel die »Körnchenkugeln«. Andre Körper fand ich gebräunt, als ich die Eiröhren von Lepidopteren in ein Gemisch verschiedener Alkohole (Äthyl-, Methyl-, Butyl- u. Amylalkohol) legte und hier 8—10 Tage liegen ließ. Als ich die Enden der Eiröhren in Glycerin unter dem Mikroskop betrachtete, fand ich solche größere, rundliche, lichtbrechende Körper im Endfaden und in den Endkammern, wo sie sich durch ihre braune Färbung kenntlich machten. Sie scheinen aber auch im Innern der jüngeren Eier nicht zu fehlen. Reife Eier von Bombyciden erhielten in dieser Mischung oft seitlich oder an einem der abgeplatteten Pole, der in den von mir untersuchten Fällen der Micropylen-Pol war, einen schon mit bloßem Auge sichtbaren, braunen Fleck.

Zu diesen Operationen verwendet man vorteilhaft flache Schalen, so daß das in Alkohol liegende Objekt von der Luft nur durch eine dünne Flüssigkeitsschicht getrennt ist.

Diese an Fliegenpuppen gemachten Beobachtungen haben mich in diesem Sommer veranlaßt, auch Schmetterlingspuppen der Einwir-

kung von Alkohol zu unterwerfen. Ich legte zunächst Puppen von *G. neustria*, welche soeben die Raupenhülle abgeworfen hatten, in denaturierten Alkohol, dem ich etwas Wasser zugesetzt hatte. Die Flügel, Beine, Fühler und die Mundteile schwärzten sich sehr bald und wurden vollkommen schwarz. Der Körper der Puppe, welcher unter normalen Verhältnissen auch dunkelbraun wird, färbte sich weniger. Er blieb heller, oft sehr viel heller und war rötlichbraun. Die zuerst erwähnten Teile färbten sich schneller als der Körper. Wenn man daher eine Puppe, deren Flügel usw. angefangen haben sich zu schwärzen und deren Körper noch hell ist, kocht, so bleibt die Verfärbung auf diesem Stadium stehen. Wird aber eine ganz frische Puppe vorher gekocht, so tritt in Alkohol an keinem Teil derselben Verfärbung ein. Dasselbe fand statt, wenn der Alkohol angesäuert war oder wenn in ihm ein Stückchen Cyankali oder Natriumhyposulfit aufgelöst war. Die Säure sowie die letzteren Verbindungen hindern aber auch die Verfärbung der Flüssigkeit, welche man durch Zerreiben der Insektenlarven in etwas Wasser erhält. Kocht man Puppen mit geschwärzten oder teilweise geschwärzten Flügeln usw., so blaßt die schwarze Farbe etwas ab. Dieses kann man auch bei dem in Fliegenlarven unter Einfluß von Alkohol erzeugten Pigment wahrnehmen.

Mit frischen Puppen von *O. dispar* erhielt ich analoge Resultate. Bei *Vanessa io* erhielten die erwähnten Körperteile dann die charakteristische Schwarzfärbung, wenn die Puppen bereits mehrere Stunden oder selbst zwei Tage alt waren. Man sieht bei dieser Art, daß die Brust eine scharfe Färbung erleidet. Wurden anderseits 1—3 Stunden alte Puppen von *Vanassa io* in Chloroform gelegt, so färbten sich die Flügel, Beine, Fühler, Mundteile und teilweise auch die Brust sofort. Diese Teile, welche normalerweise dem Körper der Puppe anliegen, hoben sich dabei ab und die Flügel blähten sich. Wenn man aber etwas Eisessig mit Alkohol mischt und diese Mischung dem Chloroform zufügt, so daß man eine saure Flüssigkeit erhält, so wird die Schwarzfärbung gänzlich unterdrückt. In Glyzerin aufbewahrt, blaßt jene künstlich erhaltene Schwarzfärbung ab und ein Teil des Pigments scheint gelöst zu werden.

Ich habe noch Blattläuse, welche sich im Winter auf Zimmerpflanzen befanden, aber wohl nicht der Art *Aphis dianthi* angehörten, mit Alkohol behandelt. Ich bemerkte dabei, daß sich die erwachsenen ungeflügelten Blattläuse, welche sich an der Zeichnung erkennen ließen, nicht verfärbten oder nur etwas bräunten. Nur an mit Flügelstümpfen versehenen Läusen trat eine Schwarzfärbung ein, besonders bei den bereits großen Exemplaren. Aber nicht durchweg, denn man bemerkte oft Exemplare, welche auch nach längerem Liegen in

Alkohol nicht geschwärzt waren. Viele Exemplare werden am ganzen Körper und hauptsächlich an den Flügelstummeln schwarz; bei andern sind nur die letzteren verfärbt. Befindet sich der Alkohol mit den Tieren in einer offenen Schale im Wärmeschrank bei 30—35°, so wird die Verfärbung beschleunigt.

Ich will hier schließlich noch ein merkwürdiges Beispiel einer künstlichen Verfärbung dieser Art erwähnen. Wenn man im späten Frühjahr die auf den wilden Rosen befindlichen Gallen, welche von den Larven bzw. Puppen von *Rhodites rosae* bewohnt werden, aufschneidet, so findet man hier die Puppe des Insekts. Am Schlusse färbt sich die Nymphe aus und der Hinterleib trägt auf der Oberseite eines jeden Segments eine breite, braune Leiste, während jedes Segment an der Bauchseite zwei Flecken besitzt, welche auf der ganzen Länge der Bauchseite des Abdomens zwei Fleckenreihen bilden. Wenn man nun noch vollkommen weiße Nymphen, bei denen die Augen nicht mehr rot sind, sondern schwarz geworden sind, in denaturierten Alkohol legt, dem man etwas Wasser hinzugefügt hat, und mehrere Tage im Wärmeschrank bei 30—35° hält, so färbt sich der Hinterleib vollkommen aus, indem die braunen Leisten auf der Oberseite und die zwei Fleckenreihen auf der Bauchseite wie auf einer photographischen Platte, welche man entwickelt, zum Vorschein kommen. Nicht bei allen Exemplaren tritt diese Erscheinung ein, sondern nur bei einigen; bei solchen wahrscheinlich, welche in der Entwicklung weiter vorgeschritten waren als die andern, obgleich alle, bis auf die schwarzen Augen, vollkommen weiß waren. Bei gekochten Exemplaren bleibt die Verfärbung aus. Nimmt man Exemplare, bei welchen die Brust angefangen hat sich zu chitinisieren und schwarz zu werden, bei denen aber der Hinterleib noch ganz ungefärbt ist, oder bei denen am Hinterleib die Leisten und Fleckenreihen gerade nur angedeutet sind, so tritt die Ausfärbung des Hinterleibes in Alkohol bei allen Exemplaren ein.

Vielleicht ist auch beim Amphibienei die Pigmentstraße, welche das in das Ei eindringende Spermatozoon hinterläßt, und die zuerst von Ch. van Bambeke beobachtet wurde, auf ähnliche Art entstanden. Ich stelle mir vor, daß diese Pigmentstraßen vielleicht nicht aus den im Ei bereits vorhandenen Pigmentpartikeln gebildet werden, welche der Körper des Spermatozoons hinter sich herzieht, sondern daß das Pigment am Platz durch die direkte, chemische Einwirkung des Spermatozoons auf gewisse chemische Körper der Eisubstanz entsteht.

In meiner oben zitierten Arbeit über den Apterismus der Insek-

ten¹¹ hatte ich schon die Ansicht zu begründen gesucht, daß sich in den Flügeln der Insekten gewisse Enzyme befinden, und daß die Unterdrückung der Flügel, wie sie sich bei gewissen Arten oder im weiblichen Geschlecht zeigt, durch die Einwirkung äußerer Faktoren auf diese Enzyme zustande kommt. Ich habe dort bereits ein Beispiel mitgeteilt, wie man Insekten künstlich flügellos machen kann. Bisher ist es mir noch nicht möglich gewesen dieses Experiment zu wiederholen. Es lag aber nahe, das was ich soeben über die Verfärbung der Flügel von Insektenpuppen in Alkohol und der dadurch konstatierten Lokalisierung des Enzyms in den Flügeln der Puppen gesagt habe, zur künstlichen Erzeugung des Apterismus zu benutzen. Das in den Flügeln der Puppen vorhandene Enzym läßt sich, wie erwähnt, in verschiedener Weise unwirksam machen; so durch Säuren. Ich habe daher Puppen mit verdünnter Säure behandelt. Obgleich sich diese Versuche erst im Anfangsstadium befinden, glaube ich doch sagen zu können, daß sie meinen Erwartungen zu entsprechen scheinen. Ich habe zunächst Fliegenpuppen (*erythrocephala*) mit verdünntem Eisessig (1—3%ig) behandelt und sie 24—48 Stunden in der Flüssigkeit gelassen. Von den ausgekommenen Fliegen hatten einige Exemplare verkrüppelte Flügel. Viele Exemplare waren vollkommen unfähig die Flügel zu gebrauchen, obgleich die Tiere vollständig ausgebildet waren. Wenn man das Gefäß, in dem die Fliegen im Sande ausgekommen waren, und in dem sie 24 Stunden lang gehalten wurden vor der Besichtigung, mehrere Stunden an einen warmen, sonnigen Ort stellte und das Stück Leinwand, mit dem die Öffnung überbunden war, abnahm, so floh ein Teil wie ein Schwarm davon. Andre Fliegen aber kletterten an den im Gefäß befindlichen Papierstücken heraus und fielen dann zu Boden. Hier liefen sie umher und es war unmöglich, sie zum Fortfliegen zu veranlassen. Viele solcher Exemplare können sich nur in unvollkommener Weise ihrer Beine bedienen, was man dann besonders wahrnimmt, wenn man die Fliegen auf der Tischfläche laufen läßt. Sie schleppen und ziehen die Beine, ohne sie richtig aufsetzen zu können. Ich habe schon in der erwähnten Arbeit gesagt, daß, wenn man Fliegenpuppen einige Zeitlang unter Luftabschluß läßt, man Fliegen erhält, die nicht fliegen können. Solche Fliegen konnten sich nun oft ebenfalls nur in mangelhafter Weise der Beine bedienen. Wir haben soeben gesehen, daß das Enzym auch in den Beinen lokalisiert ist. Von mit verdünnter Essig-

¹¹ Vgl. auch Arch. [Anat.] Physiol. 1902. S. 339—340. Standfuß in seinem Handbuch der paläarktischen Großschmetterlinge erwähnt schon (S. 281—283), daß in den für die Erzeugung von Farbvarietäten angestellten Temperaturexperimenten mit Schmetterlingen die Form des Flügels bisweilen geändert wird.

säure oder Salzsäure behandelten Schmetterlingspuppen habe ich bisher nur wenige Schmetterlinge erhalten. Von *G. neustria* erhielt ich Exemplare mit verkrüppelten Flügeln. Einem Exemplar fehlten auf einer Seite beide Flügel bis auf die Flügelwurzeln und ebenso auf derselben Seite zwei Beine. Einem *Dispar*-Weibchen war der eine Oberflügel bis zur Hälfte verkrüppelt. Einem Männchen der gleichen Art fehlten an drei Beinen verschiedene Glieder (Tarsen). Was die Färbung der erhaltenen Schmetterlinge angeht, so war sie infolge dieser Behandlung kaum verändert. Die Veränderung bezog sich nur auf die Ausbildung von Organen. Man kann vermuten, daß im Organismus der weiblichen Insekten ähnliche Verhältnisse obwalten oder obwalten können wie in diesen Experimenten. Denn das weibliche Geschlecht der Insekten kann apter oder flügellos sein. Es könnten vom weiblichen Organismus, sei es nur in solchen Fällen, oder in solchen Fällen in hohem Maße, Körper secerniert werden, welche das Flügelenzym unwirksam machen. Oder aber das Flügelenzym mag nicht oder in beschränktem Maß in den Flügeln oder deren Anlage und Entwicklungsstadien vorhanden sein.

Durch die freundliche Zusendung des Verfassers ist mir eine Arbeit von William Lawrence Tower in Chicago bekannt geworden, welche die Farben und die Verfärbung der Insekten, besonders der Coleopteren, behandelt, und welche folgenden Titel hat: »The development of the colors and color patterns of coleoptera, with observations upon the development of color in other orders of insects«. The University of Chicago. The Decennial Publications. Printed from volume X. Printed July 1, 1903.

Nachdem der Verfasser in einer früheren Veröffentlichung (1900) die Ansicht ausgesprochen hatte, daß die Cuticulafarben von den Hypodermiszellen ausgeschieden werden, erklärt er in der vorliegenden Arbeit (July 1, 1903) diese Ansicht für irrtümlich und führt aus, daß sie sich unter der Wirkung eines Enzyms bilden. Dem Verfasser sind, soviel ich aus seiner Arbeit ersehe, meine oben zitierten Arbeiten, welche zwischen seiner ersten Veröffentlichung mit irrtümlicher Erklärung und seiner zweiten Veröffentlichung mit der richtigen, schon von mir gegebenen Erklärung fallen, nicht bekannt gewesen. Meine Veröffentlichungen wurden 1½ Jahre vor der Mitteilung des Verfassers publiziert. Meine erste zusammenfassende Publikation geschah Mitte Januar 1902 in den Compt. rend. Soc. Biol. Paris. Die übrigen Arbeiten folgten bis April desselben Jahres. Um für die Zukunft Mißverständnissen vorzubeugen, möchte ich zu der Arbeit von Tower folgendes bemerken.

Der Verfasser gelangt in seiner Publikation (July 1, 1903) über die Verfärbung von Insekten, soweit diese den von mir behandelten Gegenstand interessiert, zu folgenden Resultaten.

1) Die Färbung gewisser Insekten vollzieht sich unter Einfluß eines Enzyms. Diese Ansicht habe ich in den oben zitierten Arbeiten des längeren zu beweisen gesucht, indem ich von der Verfärbung der durch Zerreiben von Larven mit Wasser erhaltenen Flüssigkeit ausging. Da ich mich in meinen früheren Untersuchungen nicht mit der histologischen Seite der Frage beschäftigt habe, so bin ich auch nicht auf die Entstehung des Enzyms in den Geweben eingegangen und habe nicht zwischen den verschiedenen Geweben unterschieden, welche der Sitz des Enzyms sind; ich habe vielmehr die flüssige Masse, welche durch Zerreiben der Larven mit etwas Wasser erhalten wurde, als ein Ganzes genommen. Nach der Verfärbung zu urteilen, findet sich das Enzym in verschiedenartigen Geweben. Es verfärben sich, wie ich schon früher angegeben habe (siehe weiter unten), verschiedene Teile des Innern des Organismus. Frühere Autoren haben das Enzym im Blut beobachtet, wo es wohl ganz oder teilweise von den Leucocyten stammt, die ihrerseits wiederum von verschiedenartigen Geweben herkommen können. W. Biedermann (siehe weiter unten) hat es im Darmkanal konstatiert. Die Verfärbung des Blutes von Insekten ist zuerst von L. Fredericq mitgeteilt worden. Krukenberg hat dann angegeben, daß es sich bei den Insekten, sowie auch bei Aplysien und Ascidien um die Wirkung eines Enzyms handelt, und er nannte die entstandenen Farbstoffe Uranidine. E. B. Poulton¹² hat gleichfalls die Verfärbung des Insektenblutes behandelt. Er vermutet sogar, daß die Verfärbung der Puppe sich von demselben Faktor herleiten läßt als die Verfärbung des Blutes, wenn ich mich seiner Worte recht erinnere. Denn seine Arbeit ist mir augenscheinlich nicht zur Hand. Sodann hat sich L. Cuénot¹³ ausführlicher mit den Farben und der Verfärbung des Blutes der Arthropoden beschäftigt. Dieser Autor unterscheidet aber zwischen einer bloßen Verfärbung des Blutes der Insekten und der Bildung eines dunkeln Niederschlags (Uranidine). Eine solche Auffassung ist bei dem jetzigen Stand unsrer Kenntnisse von der Wirkung der Tyrosinase, welcher der dunkle Niederschlag (Uranidine) seine Entstehung verdankt, wohl nicht aufrecht zu halten. Denn nach C. Gessart¹⁴ ist die Bildung

¹² E. B. Poulton, 1885. The essential nature of the colouring of the phytophagous larvae and their pupae. Proc. Roy. Soc. London Vol. 38. p. 269—314.

¹³ L. Cuénot, 1891. Etudes sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. 2e Partie. Invertébrés. Arch. Zool. expér. génér. Sér. 2, T. 9. p. 365—475.

¹⁴ C. Gessart, 1900. Sur la tyrosinase. Compt. rend. Ac. Sc. Paris. T. 130. p. 1327—1330.

des schwarzen Niederschlags eine sekundäre, zu der Wirkung des Enzyms nicht mehr in Beziehung stehende Erscheinung. W. Biedermann¹⁵ fand im Darm von *Tenebrio molitor* ein Enzym, das er mit der pflanzlichen Tyrosinase identifiziert. Die Verfärbung des Insektenblutes wurde sodann von O. v. Fürth und H. Schneider¹⁶ und anderseits fast gleichzeitig von mir die der Gewebsflüssigkeiten untersucht. Meine erste Publikation fällt einige Monate später, als die Arbeit der genannten Autoren. Diese haben sich der chemischen Seite der Frage nach der Schwärzung des Insektenblutes zugewandt und das Enzym, das sie aus Schmetterlingspuppen gewannen, als Tyrosinase charakterisiert. Sie beschäftigen sich gleichfalls mit dem Chromogen des entstehenden Melanins und dem Melanin, welches aus Tyrosin unter Einfluß der Tyrosinase entsteht.

Bis auf die Bemerkung von Poulton, ist mir aber keine Arbeit bekannt geworden, in der, wie es von mir geschah, die Verfärbung der Gewebeflüssigkeiten unter Einfluß eines Enzyms und die Verfärbung der Insekten in Beziehung gesetzt worden wäre.

2) Als weiteres Resultat ergibt sich aus der Arbeit von Tower, daß die Erhärtung des Chitins sich ebenfalls unter Wirkung eines Enzyms vollzieht. Das Steifwerden der Chitinhaut ist nicht durch Trocknen bedingt. »It is more akin to the process of coagulation, whereby the layer »sets« just as albumen sets in coagulation« (S. 23). »The relation which exists between cuticula color and the stiffening of the cuticula is thus a physiological one, the cuticula not being able to harden without becoming yellow or brown« (S. 35). In meinen Arbeiten habe ich ebenfalls diesen Ansichten Ausdruck gegeben und gesagt, daß in den verschiedenen Experimenten, in denen es sich um die Unterdrückung der Verfärbung handelt, auch das Erhärten der Puppe verhindert oder vermindert wird. »Es muß erwähnt werden, daß durch diese verschiedenen Mittel gleichzeitig mit der Verfärbung auch das Hartwerden, die Chitinisierung der Puppenhaut verhindert wird. Beide Vorgänge scheinen daher in enger Beziehung zueinander zu stehen.« (Arch. [Anat.] Physiol. 1902. S. 331.) Ich will jedoch bemerken, daß es sich hier jedenfalls um ein andres Enzym handeln wird. Herr Tower hat der Versuchung nicht widerstehen können, ihm schon einen Namen zu geben. Der Erhärtungsprozeß des Chitins scheint mir eine große Ähnlichkeit zu haben mit der Erhärtung des

¹⁵ W. Biedermann, 1898. Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung. I. Die Verdauung der Larven von *Tenebrio molitor*. Arch. gesam. Physiol. Bd. 72. S. 105—162. 2 Taf.

¹⁶ O. v. Fürth u. H. Schneider, 1902. Über tierische Tyrosinase und ihre Beziehungen zur Pigmentbildung. Beitr. chem. Physiol. Pathol. (Hofmeister) Bd. 1. Hft. 5/6. S. 229—242.

Gespinstfadens der Raupe. Für die Erhärtung des Seidenfadens der Seidenraupe hat Raph. Dubois¹⁷ angegeben, daß dieser Prozeß eine gewisse Analogie hat mit der Coagulation des Säugetierblutes, und er hat gezeigt, daß sich die Erhärtung des Seidenfadens unter der Wirkung eines reduzierenden Enzyms vollzieht.

3) Die dritte Tatsache, welche aus der Arbeit von Tower folgt, ist die Entstehung von Enzym in der Hypodermis. Ich habe mich zwar bisher noch nicht mit den histologischen Verhältnissen dieser Fragen beschäftigt, ich habe aber bereits angegeben, daß die Schwarz- oder Braunfärbung nicht allein die durch Zerreiben der Larven mit Wasser erhaltene Flüssigkeit, sondern auch feste Bestandteile der Fliegenlarve betrifft: »Es handelt sich hier wie in allen andern Untersuchungen weniger um die Schwarz- oder Braunfärbung der festen Bestandteile des Breies, als um die Flüssigkeit, mit der derselbe durchsetzt ist. Es gibt aber auch einzelne feste Teile der Larve, welche sich mehr oder minder dunkel färben. Es sind dieses besonders der hinter den Malpighischen Gefäßen liegende Darmabschnitt, die beiden großen Tracheenstämme und die Chitinhaut. Diese letztere schwärzt sich besonders an Stellen, an denen sie infolge der Quetschung der Mörserkeule zerrissen, zerquetscht und aufgesprungen ist, und diese Schwärzung scheint auf der Innenseite der Chitinbedeckung zu liegen. Ebenso werden die beiden Tracheenstämme da, wo sie infolge der Quetschung abgebrochen sind, tief schwarz«. (Arch. [Anat.] Physiol. 1902. S. 328.)

Hinsichtlich der Bildung des Enzyms in der Hypodermis wurde von Tower beobachtet, daß sich dieses unter Abnahme des Chromatins des Zellkerns vollzieht. Dazu möchte ich bemerken, daß E. Bataillon in seiner erwähnten Arbeit über die Verwandlung der Amphibienlarven die Entstehung von Pigment in verschiedenen Geweben dieses Organismus untersucht hat, und daß er dabei zu dem Resultat gelangt, daß hier die Pigmentbildung mit dem Kern in Beziehung steht, und daß sich Pigmentbildung nicht ohne Teilnahme des Chromatins vollzieht.

Ich habe somit für die Verfärbung und Erhärtung von Insekten, soweit es auf das Prinzipielle dieser Fragen ankommt, bereits gezeigt, daß es sich hier um Enzymwirkung handelt.

¹⁷ Raphaël Dubois, 1891. Sur la solidification du fil de soie du *Bombyx mori*. Contributions à l'étude de la soie du *Bombyx mori* et du *Saturnia Yama-Maï* I. Extrait du volume des travaux du Laboratoire d'Etudes de la Soie. Années 1889—1890. Lyon 1891. — idem. 1900. Sur la solidification du fil de soie à la sortie de la glande séricigène du *Bombyx mori*. Ann. Soc. Linn. Lyon. Ann. 1899. T. 46. p. 127—129.

Diese fundamentalen Vorgänge bei der Verfärbung und Chitinisierung werden dort als Erklärung dienen, wo unter lokalen Verhältnissen die Farbe oder die Skelettbildung der Insekten besonders charakteristisch sind (Wüste, Hochgebirge, Höhlen, Inseln, polare Gegenden). Die Färbungserscheinungen an solchen Orten sind besonders bei Coleopteren studiert worden (O. Heer u. a.). Ich habe schon in den Ausführungen früherer Veröffentlichungen¹⁸ einzelne Bemerkungen über diesen Gegenstand eingestreut. Ein Fall verdient aber besonderes Interesse. Es ist dieses die Verschiedenheit der Färbung und Skelettbildung bei den beiden Geschlechtern. Denn in diesem besonderen Fall wird es interessant sein, sekundäre Geschlechtscharaktere direkt mit der Bildung von Enzym in Verbindung zu setzen.

3. Zum Genitalapparat der Lepidopteren.

Entgegnung von Dr. Enoch Zander, Erlangen.

(Mit 1 Figur.)

eingeg. 26. Juli 1904.

In meiner Untersuchung über die Morphologie der männlichen Geschlechtsanhänge der Lepidopteren (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 74. S. 557) hatte ich einleitend mein Urteil über die vorliegenden Literaturangaben dahin zusammengefaßt, daß für den Morphologen die Mehrzahl der bisherigen Publikationen lediglich historisches Interesse besäße. Auch die Arbeiten von Stitz, Klinkhardt und Poljanec, die in jüngster Zeit der Copulationsapparat einiger Lepidopteren studierten, hätten unsre Kenntnis desselben nur wenig gefördert, da die Verfasser wesentliche Teile des Organs übersehen bzw. nicht richtig gedeutet hätten.

Durch diese Bemerkungen sah sich nun Stitz veranlaßt in Nr. 4 des zoologischen Anzeigers (Bd. XXII, 1903 S. 135) die Erklärung zu veröffentlichen, daß ich seine Befunde teils »übergangen«, teils nicht genügend gewürdigt hätte.

Was zunächst ersteres anbetrifft, so läßt es sich leicht zurückweisen, wenn man das Ziel berücksichtigt, das Stitz und mir bei unsern Studien vorschwebte. Stitz hat in seiner Abhandlung über den männlichen Genitalapparat der Microlepidopteren (Zool. Jahrb. Abt. Anat. u. Ont. Bd. 14. S. 136) hauptsächlich den feineren histologischen Bau der Gonaden samt ihren Ausführungsgängen

¹⁸ J. Dewitz, 1899. Das Wadi Natroun in der libyschen Wüste und seine niederen Tiere. Zool. Anz. Bd. 22. S. 53—61. — Untersuchungen über die Verwandlung der Insektenlarven. Arch. [Anat.] Physiol. 1902. S. 327—340. — Der Apterismus bei Insekten usw. idem. S. 61—67.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Dewitz Johannes

Artikel/Article: [Zur Verwandlung der Insektenlarven. 166-182](#)