

Ich dagegen habe in meinen Coregonenstudien zunächst nicht an das systematisch Praktische gedacht. Von der Gangfisch-Blaufelchenfrage ausgehend, suchte ich durch immer mehr erweiterte und vertiefte Forschung die außerordentlich vielseitige Verschiedenheit beider Formen in morphologischer, physiologischer und biologischer Hinsicht festzustellen. Aus der Kombination dieser zahlreichen Differenzcharaktere zu einem Gesamtbilde bin ich zur Betonung der spezifischen Divergenz gelangt. Ich hätte zu gleichem Resultat gelangen können, wenn ich nur einzelne Merkmale von durchgreifendem art-diagnostizierendem Wert, wie Körpergröße, Augengröße und Eibeschaffenheit, herausgegriffen hätte und wäre alsdann schwerlich mit einem Systematiker strengster Observanz in Kollision geraten.

In Döderleins Brust hausen aber gleichsam zwei Seelen: die eine des praktischen, gestrengen Systematikers, die andre des geistvollen Entwicklungstheoretikers. Mit dem letztern stimme ich vollständig überein, daß 1) (S. 410) die Spezies ein »nur von unsern augenblicklichen Kenntnissen abhängiger Begriff« ist, daß 2) (S. 408) wir mit fortschreitendem Wissen zu immer weniger, aber zu formenreicheren Arten gelangen und daß es 3) (S. 403) im Lichte der Entwicklungslehre keine natürlichen Arten gibt, daß diese vielmehr nur durch die Lücken unsres Wissens, sei es von der Jetztwelt, sei es von der Paläontologie ihre Wirklichkeit und Berechtigung erlangen.

5. Über die Herkunft des Farbstoffes und des Materials der Lepidopterenkokons.

Von J. Dewitz.

eingeg. 26. September 1903.

Diejenigen Biologen, welche sich mit der Schutzfärbung bei Insekten und andern Tieren beschäftigen, sind bisher nur wenig auf die sich hier abspielenden physiologischen Vorgänge eingegangen. An einem andern Orte¹ habe ich gezeigt, daß die Färbung gewisser Insektengruppen von der Gegenwart eines Enzyms abhängig ist und habe dabei auch das physiologische Zustandekommen der Schutzfärbung gestreift. Bei Insektenlarven, z. B. Raupen oder bei vollkommenen Insekten, stößt die Erforschung dieser Frage auf Schwierigkeiten; leichter ist es schon, sie bei Puppen zu studieren und noch leichter

¹ J. Dewitz, Untersuchungen über die Verwandlung der Insektenlarven. — Weitere Mitteilungen zu meinen »Untersuchungen über die Verwandlung der Insektenlarven«. Arch. Anat. Physiol. Physiol. Abt. 1902. S. 327—340, 425—442.

bei Kokons, welche die sich verwandelnden Insektenlarven spinnen. Man gibt nämlich an², daß die Kokons gewisser Lepidopterenarten hell oder dunkel ausfallen, je nachdem sie in dunkler oder heller Umgebung entstehen. Ich hatte nun in diesem Sommer die Absicht, mich mit dem Zustandekommen der Färbungsverschiedenheiten bei Schmetterlingskokons zu beschäftigen und wählte dazu die Raupen von *Bombyx lanestris*, welche nach den Angaben von Poulton auf weißem Papier einen gelblichweißen und auf grünen Blättern einen dunklen Kokon anfertigen.

In den folgenden Zeilen will ich die Frage nach dem Vorhandensein eines Enzyms ganz beiseite lassen und nur auf die Herkunft der Farbstoffe der Schmetterlingskokons eingehen. Denn es liegt auf der Hand, daß, wenn man sich mit den sich bei der Färbung der Kokons abspielenden chemischen Vorgängen beschäftigen will, man das oder die Organe kennen muß, welche die in Frage kommenden Substanzen liefern. Soweit ich nach den mir zur Zeit zugänglichen Arbeiten und nach den von mir eingesehenen entomologischen Handbüchern urteilen kann, scheint man anzunehmen, daß die Insektenkokons das alleinige Produkt der Spinnendrüsen sind, und daß der Farbstoff der Kokons gleichfalls in diesen Organen seinen Ursprung hat. Diese Annahme ist aber, so allgemein gehalten, nicht zutreffend, und ich will, um dieses zu zeigen, auf die Raupe von *lanestris* zurückkommen.

Ich hatte mir in diesem Sommer in der erwähnten Absicht eine größere Zucht von *lanestris* angelegt. Aber obgleich sich die Raupen unter einer Musselhülle befanden, im Freien und später in einem leeren Gewächshause standen und zum großen Teil zu schönen Exemplaren heranwuchsen, so wollten sie sich doch nicht verwandeln. Es lag dieses vielleicht daran, daß ich ihnen in ihren Käfig keine Erde gelegt hatte, denn die Raupen dieser Art gehen in die Erde, um sich zu verwandeln. Bei später vorgenommenem, genauerem Nachsuchen fand ich aber teils in Spalten, teils am Boden des Käfigs, teils besonders im Innern des großen gemeinschaftlichen Nestes eine Anzahl von Kokons. Soweit diese eine wirkliche Schale hatten, waren sie weiß (graulich oder gelblich), und nur zwei, welche auf den Futterpflanzen angefertigt waren, waren braun. Eine Anzahl der Kokons war aber ohne alle Schale und bestand nur aus einem losen, weißen, zarten Gespinst. Die meisten Raupen schrumpften im ausgewachsenen Zustande zusammen und vertrockneten, ohne irgendwelche Verwandlungsversuche gemacht zu haben. Das Nest bestand aus einem Gespinst von feinen,

² E. B. Poulton, *The Colours of animals, their meaning and use, especially considered in the case of insects.* 2d ed. London. 1890. pag. 142—146.

weißen Fäden und war im Innern mit Kot angefüllt. Die Kokons lagen zum Teil in der Kotmasse, zum Teil waren sie in der Masse des Gespinstes eingebettet.

Um mich über das Aussehen der Spindrüsen der Raupe zu unterrichten, schnitt ich ausgewachsene Exemplare auf und fand zu meiner Überraschung, daß diese Organe nur von einem zarten, langgestreckten Faden gebildet wurden, der niemals imstande sein konnte, so bedeutende, kompakte Massen zu liefern, als sie zur Bildung der Schale des Kokons dieser Art notwendig sind. Solches erschien von vornherein unmöglich. Dagegen wurde mein Blick sogleich auf die Malpighischen Gefäße gelenkt, welche von einer weißen, kreidigen Masse strotzten. Diese Masse hat vollkommen das Aussehen der Schale des Kokons. Wenn man die Struktur eines Kokons, das eher einem Reptilien- oder Vogelei gleicht, genau betrachtet, so nimmt man sogleich wahr, daß sich diese Hülle aus zwei Schichten zusammensetzt, welche sich leicht voneinander trennen lassen. Die innere Schicht ist ein zartes, weißes Gespinst, welches sich von der äußern Schicht abziehen läßt, welche letztere ihrerseits aus einer festen, kreidigen Masse besteht. Es scheint unzweifelhaft, daß diese Masse und der Inhalt der Malpighischen Gefäße identisch sind. Es waren nun, wie erwähnt, unter den Kokons mehrere, welche die äußere, kreidige Schicht, die Kruste, nicht besaßen, sondern nur aus einem feinen Gespinst bestanden. Dieses Gespinst war dasselbe, das die Innenschicht der vollständigen mit Kruste versehenen Kokons bildete. Schnitt man frischere, nur aus Gespinst bestehende Kokons, in denen sich die Raupe noch nicht verwandelt hatte, auf, holte man die letztere heraus und öffnete sie, so fand man die Malpighischen Gefäße vollkommen angefüllt mit der kreidigen, weißen Masse. Sie waren nicht entleert worden. Schnitt man aber die in einem Kokon mit vollständig ausgebildeter Kruste ruhende, noch unverpuppte Raupe auf, so fand man die Malpighischen Gefäße gänzlich leer, dünne Fäden darstellend. Es gab nun noch ein Zwischenstadium, in dem die Kokons nur eine sehr dünne, unvollkommene Kruste besaßen. Bei diesen Kokons waren die Malpighischen Gefäße der Raupe zum großen Teil noch voll. Ich will dabei erwähnen, daß ich bei ältern Kokons feststellen konnte, daß in den nur aus einem Gespinst bestehenden Kokons die Raupe sich nicht verwandelt hatte, sondern vertrocknet war; daß sich dagegen in den ältern Kokons mit vollständiger Kruste stets eine gut ausgebildete Puppe befand. In den Kokons mit unvollkommener Kruste war die Raupe gleichfalls meist zugrunde gegangen; hatte sich also nicht verwandelt. Es scheint demnach, daß die Entleerung der Malpighischen Gefäße eine Bedingung für die Verwandlung

bildet. In den Raupen, welche im reifen Stadium vertrockneten, ohne irgendwie zum Verwandlungsgeschäft geschritten zu sein, waren die Malpighischen Gefäße ebenfalls voll. M. Standfuß³ gibt an, daß die Kokons, welche ohne Erde im Zuchtkäfig entstanden sind, weitaus nicht so kräftig sind als die von Raupen stammenden, welche sich in den Boden einbohren konnten. Sie sind dünnschalig und die Puppen verkümmern oft in ihnen. E. Bataillon verstopfte gänzlich oder teilweise die Afteröffnung von zum Verpuppen bereiten Seidenraupen und konnte, indem er in dieser Weise die Entleerung der Raupen beeinträchtigte, die Verwandlung gänzlich verhindern oder verlangsamen.

Drei erwachsene Raupen von *lanestris* hatte ich in eine mit Löchern versehene Schachtel gesetzt und vergessen. Als ich etwa 3 Wochen später die Schachtel öffnete, fand ich einen vollständigen weißen Kokon und zwei nackte Puppen, welche beide von nur einer unregelmäßigen, zarten, losen Gespinstmasse umgeben waren. Das Gespinst war an der Wand der Schachtel, um die Puppen herum, angefertigt. Es waren hier also scheinbar zwei Puppen entstanden, ohne jede Entleerung von Krustenmaterial aus den Malpighischen Gefäßen. Ich bemerkte aber sogleich, überall in der Schachtel zerstreut, Portionen dieser Masse, welche der Bodenfläche und den Seitenwänden anhafteten. Sie hatten die Form größerer Tropfen oder kleiner Klümpchen oder waren von langgestreckter Gestalt. Aus der Form der Gebilde erkannte man, daß sie eine erstarrte, ursprünglich breiige Masse darstellten. Ich fand darauf auch die beiden abgestreiften Raupenhäute. Bei einer dieser Häute saß dem After ein erstarrtes Klümpchen auf, das, aus der Afteröffnung herauskommend, hier sitzen geblieben und erstarrt war.

Wenn man schon nach diesen Befunden annehmen konnte, daß die äußere Schicht der Kokons von *lanestris* aus der Inhaltsmasse der Malpighischen Gefäße gebildet wird, so wurde diese Annahme noch durch die mikroskopische Betrachtung dieser Inhaltsmasse, der erwähnten, erhärteten Klümpchen und der Kruste des Kokons bestätigt. Verteilte man den Inhalt der Malpighischen Gefäße einer zum Verpuppen reifen Raupe in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger, und verrieb man anderseits ein Stückchen der Kruste des Kokons und ein kleines, in der Schachtel gefundenes Klümpchen gleichfalls in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger mit dem runden Ende des Stieles der Präpariernadel oder mit einem ähnlichen Gegenstand,

³ M. Standfuß, Handbuch der paläarktischen Großschmetterlinge. 2. Aufl. Jena. 1896. S. 130—131.

so sah man, daß die drei genannten Materialien aus einer dichten Anhäufung derselben Kristalle bestanden. Das mikroskopische Bild war in allen drei Fällen das gleiche.

Nach diesen Beobachtungen halte ich es für berechtigt, den Schluß zu ziehen, daß die Raupe von *lanestris* bei der Bildung ihres Kokons den Inhalt der Malpighischen Gefäße entleert und daß sie aus diesem Stoffe die äußere Schicht, die Kruste des Kokons bildet. Ich will hieran eine andre Beobachtung schließen, welche trotz ihrer Unvollkommenheit dazu beiträgt, die hier ausgesprochene Ansicht zu erhärten. Es handelt sich dabei um den Kokon von *Saturnia pyri*. Es mag sogleich bemerkt sein, daß bei der nahe verwandten Art *Sat. pavonia* nach Poulton der Kokon hell oder dunkel ausfällt, je nachdem er in heller oder dunkler Umgebung entsteht.

Ich erhielt eine ausgewachsene Raupe von *pyri* und wollte mich davon überzeugen, ob auch der Kokon dieser Art in starkem weißem Licht hell ausfallen würde. Zu diesem Zweck setzte ich die Raupe in eine weiße Kartonschachtel, deckte die Schachtel mit einem Stück weißem Papier zu, in das ich mehrere größere Löcher geschnitten hatte, und deckte eine Glasscheibe darauf. Ich setzte nachmittags, etwa um 4 Uhr, die Schachtel an einen von der Sonne direkt beschienenen Ort und die Raupe begann sehr bald zu spinnen. Sie fertigte einen Kokon an, den ich am nächsten Morgen fand, und der von weißlich grauer Farbe war. Seine Maschen waren nicht sehr dicht. Die Schachtel war an derselben Stelle geblieben und in den Nachmittagsstunden regte sich die Raupe, welche bis dahin still gesessen hatte, wieder. Als ich später nachsah, bemerkte ich, daß der Kokon hellbraun geworden war. Ich öffnete ihn und nahm die Raupe heraus. An ihrer Oberfläche haftete verstreut ein weißes Pulver, und als ich sie aufgeschnitten hatte, bemerkte ich, daß die Malpighischen Gefäße leer waren. Nur in einer der erweiterten Einmündungsstellen der Gefäße in den Darm und hier und da in den Gefäßen selbst war noch etwas von dem fleischfarbigen Inhalt zurückgeblieben. Die Kokonwand erschien jetzt homogener, die Maschen waren mehr ausgefüllt. Die hellbraune, blonde Farbe des Kokons änderte sich später nicht mehr. Gegenüber den unter gewöhnlichen Verhältnissen draußen oder im Zimmer entstandenen Kokons, welche dunkelbraun oder schwarzbraun sind, war der Farbenunterschied ein sehr großer. An vielen Stellen der Außenseite des Kokons, besonders gegen die Basis⁴ hin, auf der Sohle, außen und innen, bemerkte man fleisch-

⁴ Die Kokons von *pyri* liegen meist einer Fläche auf und sind hier sohlenartig abgeplattet.

farbige Stellen. Sie hatten die gleiche Farbe wie der Inhalt der Malpighischen Gefäße, soweit ich denselben nach den noch vorhandenen Resten beurteilen konnte. Man sah es der Anordnung dieser fleischfarbigen Stellen an, daß hier eine Flüssigkeit aus dem Innern des Kokons gegen seine Außenfläche vorgequollen war. Diese fleischfarbigen Stellen bestanden zum großen Teil aus einem Pulver, das man dadurch sammeln konnte, daß man auf den leeren Kokon klopfte. Dieses Pulver setzte sich aus einer Kristallmasse zusammen, derselben, welche sich in den Malpighischen Gefäßen befand. Schnitt man an den fleischfarbigen Stellen oder anderwärts Stücke der Kokonwand ab und zerzupfte sie in etwas Wasser oder Glycerin, so sah man überall die gleichen Kristalle an den Gespinstfäden haften; an den fleischfarbigen Stellen bildeten sie eine wahre Kruste auf dem Gespinst. Die gleichen Kristalle finden sich auch, oft in großer Menge, an dem Gespinst der schwarzbraunen, unter gewöhnlichen Verhältnissen entstandenen Kokons. Die Kristalle selbst waren kaum gefärbt, weder in den Malpighischen Gefäßen noch in dem blonden, noch auch in den schwarzbraunen, gewöhnlichen Kokons. Der Inhalt der Malpighischen Gefäße und die Pulvermasse an dem hellen Kokon, wenn diese letzteren zu Ballen geformt waren, hatten auch unter dem Mikroskop ein fleischfarbiges Aussehen. Es scheint demnach, daß die Flüssigkeit, in welcher sich die Kristalle befinden, diese Farbe hat. An gewöhnlichen, schwarzbraunen Kokons nimmt man solche fleischfarbige Stellen nicht wahr, sondern der Kokon hat überall die gleiche dunkelbraune Farbe. Ich vermute daher, daß das starke weiße Licht, in dem der Kokon angefertigt wurde, die Umfärbung der fleischfarbigen Flüssigkeit in dunkelbraune gehindert hat. Im blonden Teil des Kokons (d. h. die Grundfarbe des Kokons) wäre dann die Verfärbung weiter vorgeschritten. Hier sowohl wie an den gewöhnlichen dunkelbraunen Kokons bemerkt man, daß die gefärbte Substanz den Gespinstfäden aufgelagert ist oder zwischen ihnen liegt.

Es entsteht nun die Frage, ob die Flüssigkeit, welche das Gespinst des Kokons durchtränkt und diesem seine Farbe verleiht, allein aus den Malpighischen Gefäßen stammt oder ob sich zu ihr andre Flüssigkeiten und Materialien aus dem hinteren oder vorderen Darmabschnitt oder aus den in den Mund mündenden Drüsen, Spinnrüsen oder andern, gesellen und sich mit ihr vermischen. Hierauf vermag ich keine Antwort zu geben. Es wäre nicht schwer gewesen, diese Verhältnisse weiter zu erforschen, wenn es mir möglich gewesen wäre, noch eine oder einige Raupen zu erhalten. Wenn dieselben im südlichen Zentraleuropa und in Südeuropa auch nicht selten sind, so findet man sie doch nur immer vereinzelt. Ich hätte dann auf das

hintere Ende der Raupe ein mit hygroskopischer Watte gefülltes Säckchen gestreift, in welches die Afteröffnung gemündet hätte. In dieser Weise hätte ich den Inhalt der Malpighischen Gefäße in der Watte aufgefangen und ausgeschaltet.

Soweit war ich in meinen Beobachtungen gekommen. Ich hatte in verschiedenen neueren entomologischen Handbüchern nachgesucht, ob sich dort ähnliche Beobachtungen fänden⁵. Ich bin dabei nur bei Maurice Girard, *Les insectes. Traité élémentaire d'entomologie*. Paris, 1885. T. 3. pag. 106, auf eine kurze Notiz gestoßen. »*Les Bombyx neustria et castrensis*«, heißt es dort, »ont des cocons d'une jolie soie blanche, . . . ; leur transparence est diminuée par la sécrétion d'une liqueur jaune que la chenille rend par l'anus et qui saupoudre le cocon à l'intérieur de grains d'acide urique, colorés en jaune soufre et ressemblant à de la poudre de Cycopode.« Ich bin daher auf die älteren Autoren zurückgegangen und fand, daß Kirby und Spence auf Réaumur verweisen. Dort sah ich nun zu meiner nicht geringen Verwunderung, daß Réaumur die von mir oben geschilderten Verhältnisse bereits kannte⁶. Er behandelt die Frage genauer bei *Gastropacha neustria*. Er führt hier aus, daß das Gespinst ursprünglich weiß ist und durch die Gegenwart eines zitronengelben Pulvers gelb wird. Nachdem die Raupe den Kokon vollendet hat, entleert sie aus dem After eine halbflüssige gelbe Masse, welche sie mittels der Mundorgane gegen das Gewebe preßt, und mit welcher sie die Maschen ausfüllt. Diese Substanz trocknet sehr schnell. Er nimmt an, daß sie aus den Malpighischen Gefäßen stammt, denn sie habe die gleiche Farbe wie der Inhalt derselben und ferner konnte er, wie auch ich getan habe, feststellen, daß die Gefäße von Raupen, deren Kokon nicht gepudert war, voll, von solchen aber, deren Kokon gepudert war, leer waren. Er ist der Ansicht, daß die gleichen Verhältnisse statt haben bei *Leucoma salicis*, deren Kokon gleichfalls mit gelbem Pulver imprägniert ist. In gleicher Weise nimmt er an, daß andre Raupen ihrem Kokon Festigkeit verleihen, indem sie ihn mit aus dem After entleerter Flüssigkeit durchtränken (*Bombyx lanestris*, *Saturnia pyri*, *Gastropacha quercifolia*).

Es gehören auch noch die Beobachtungen von Raph. Dubois

⁵ Zwei Publikationen, welche hierher gehören, vermag ich zurzeit nicht einzusehen: Urech, *Zool. Anz.* 1890. S. 309, wo der Autor von einer im Gespinst der Schmetterlinge vorhandenen pulverförmigen Substanz spricht, und Struve, Über das Auftreten der harnsauren Salze in den Exkrementen und den Kokons der Seidenraupe. *Sitzungsber. nat. Freunde.* Berlin, Juni 1873. S. 61—63.

⁶ Réaumur, *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes.* T. 1. *Mém.* 12. pag. 502—503; T. 2. *Mém.* 7. pag. 284—285.

über die grünen Kokons von *Saturnia Yama Maï* hierher⁷. Der Verfasser gibt an, daß die grüne Färbung vom Licht abhängig zu sein scheint⁸. Er hat in dem Gespinst ebenfalls Kristalle, und zwar hellgrüne, gefunden und bildet sie ab. Die von ihm gegebenen Schilderungen und Abbildungen stimmen gut zu den von mir beobachteten Verhältnissen. Er berichtet ferner, daß sich zusammen mit den Kristallen, aber in geringerer Menge, blaugrüne runde Körper finden, die er für einzellige Algen hält. Es ist denkbar, daß diese Organismen aus dem Darmkanal (Futter) der Raupe stammen.

Abgesehen davon, daß die geschilderten Verhältnisse die Seidenindustrie in gewissem Sinne interessieren können, besitzen sie ein allgemein biologisches Interesse. Da es sich hier um lichtempfindliche, vom Organismus geformte Substanzen handelt, so sind diese Beobachtungen dazu geeignet, den Ausgangspunkt für das chemisch-physiologische Studium der mimistischen Färbungen der Insekten und der Tiere im allgemeinen zu bilden und einiges Licht auf die farbenempfindlichen Substanzen (Farbenphotographie) zu werfen. Es sei auch darauf hingewiesen, daß Hopkins in den Farbstoffen der Flügel gewisser Schmetterlingsarten Derivate von Harnsäure erkannte. Poulton fand ferner Harnsäure in der Flüssigkeit, welche die Schmetterlinge sogleich nach ihrer Geburt durch den After entleeren, und Urech stellte fest, daß zwischen der Farbe dieser Flüssigkeiten und der der Flügel engere Beziehungen bestehen.

6. Nordische Tardigraden.

Von Professor Dr. F. Richters, Frankfurt a. M.

(Mit 2 Figuren.)

eingeg. 5. Okt. 1903.

In Moospolstern, welche Herr A. H. Wendt-Frankfurt a. M. mir von einer Vergnügungsreise mit der »Oihonna« nach Spitzbergen im August d. J. mitbrachte, fand ich folgende Tardigraden:

- Echiniscus arctomys* Ehrbg. Sassenbai (Sp.), Merok (Norw.)
- *spitzbergensis* Scourfield, Klaas Billen Bay (Sp.),
- *Blumi* nov. sp. Spitzbergen, Merok (Norw.),
- *Wendti* nov. sp. Smeerenborg (Sp.) Merok,
- *Oihonnae* nov. sp. Merok,

⁷ Raphaël Dubois, Contribution à l'étude de la soie du *Bombyx mori* et du *Saturnia Yama Maï*. IV. Matières colorantes de la soie verte du *Saturnia Yama Maï*. Volume des Travaux du Laboratoire d'Etudes de la Soie. Années 1889—1890. Lyon. 1891.

⁸ Da sich die Färbung nur an der Oberfläche findet, so könnte sie auch vom Sauerstoff der Luft abhängig sein.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [27](#)

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

Artikel/Article: [Über die Herkunft des Farbstoffes und des Materials der Lepidopterenkokons. 161-168](#)