Inhaltsverzeichnis.

Teilnehmer 5
Tagesordnung 5

Erste Sitzung.

Eröffnung und Ansprachen 7
Geschäftsbericht des Schriftführers 7
Th. Boveri: Über die Konstitution der chromatischen Kernsubstanz 10
R. Hesse: Über den Bau der Stäbchen und Zapfen der Wirbeltiere. (Mit 3 Figuren im Text.) 33
E. Teichmann: Die frühe Entwicklung der Cephalopoden. (Mit 11 Figuren im Text.) 42

Zweite Sitzung.

F. Richters: Die Eier und Eiablage der Tardigraden 53
Gräfin M. v. Linden: Das rote Pigment der Vanessen, seine Entstehung und Bedeutung für den Stoffwechsel. (Mit Tafel I.) 53

Dritte Sitzung.

Bericht der Rechnungsrevisoren 65
Wahl des nächsten Versammlungsortes 65
Bericht des Generalredakteurs des »Tierreichs« 66
C. Chun: Über Leuchtorgane und Augen von Tiefsee-Cephalopoden. (Mit 14 Figuren im Text.) 67
O. zur Strassen: Über die Mechanik der Epithelbildung. (Mit 6 Figuren im Text.) 91
H. Schauinsland: Übersicht über die Entwicklung der Wirbelsäule in der Reihe der Vertebraten 112

Vierte Sitzung.

E. Wasmann: Die Thorakalanhänge der *Termitoxeniidae*, ihr Bau, ihre imaginale Entwicklung und phylogenetische Bedeutung. (Mit 12 Figuren auf Tafel II u. III.) 113

Fünfte Sitzung.

R. Kossmann: Über die Anheftung des Discoplacentariereies auf der Gebärmutterwand. (Mit 1 Figur im Text.) 121
E. Bresslau: Die Sommer- und Wintereier der Rhabdocölen des süßen Wassers und ihre biologische Bedeutung. (Mit 2 Figuren im Text.) . . 126

L. Plate: Über die äußere Form eines Säugetier-Cyklops. (Mit 6 Figuren auf Tafel IV.) 139
L. Plate: Beiträge zur Technik des Sammelns, der Konservierung und der Aufstellung biologischer Gruppen mariner Tiere 143
Chr. Schröder: Über experimentell erzielte Instinktvariationen 158
Beratung über die Gründung fachwissenschaftlicher Sektionen 166
K. Thon: Die neuen Exkretionsorgane bei der Hydrachniden-Familie *Limnocharidae* Kr. 166

Demonstrationen.

Hesse, Stäbchen und Zapfen der Wirbeltieraugen 169
Doflein, Augen der Tiefseekrabben 169
Neumayer, a) Fibrillenpräparate nach Apáthys Methode. 169
b) Plattenmodelle der Entwicklung des Kopfskeletts von *Bdellostoma* . 169
Chun, a) Augen und Leuchtorgane von Tiefsee-Cephalopoden 169
b) Die sog. Leuchtpapillen der Prachtfinken. 169
Wasmann, a) Präparate aus der Entwicklung von *Termitoxenia* und andrer Formen 169
b) Thorakalanhänge von *Termitoxenia*. 169
Spemann, Experimentelle Erzeugung von Triocephalie und Cyklopie . . . 169
Plate, Ein cyklopischer Säugetierembryo 169
Gräfin v. Linden, Das rote Pigment der Vanessen in seiner Bedeutung für den Stoffwechsel 169
Schröder, Experimentell erzeugte Instinktvariationen 169
Schauinsland, Übersicht über die Entwicklung der Wirbelsäule in der Reihe der Vertebraten. 169
Richters, Über die Eier und Eiablage der Tardigraden 169
Bresslau, Über Eier, Eiablage und Entwicklung der Rhabdocölen 169
Zarnick, Exkretionsorgane von *Amphioxus* 169

Anhang.

Verzeichnis der Mitglieder 170

Keimscheibe fortschreitende Zellwucherung zu stande kommt. Der Darm ist demnach rein entodermalen Ursprungs. — Wir sahen ferner, wie wiederum von der Afterseite her die Genitalanlage und mit ihr eine mittlere Schicht aus der äußeren hervorgeht, und wir werden nicht zögern, diese mittlere Zellschicht als Mesoderm und nun auch die äußere als Ektoderm zu bezeichnen. Das Dotterepithel kann nach alledem auf den Namen Entoderm keinen Anspruch machen; es ist als eine direkt aus dem Blastoderm hervorgehende Hilfsbildung zu betrachten, die an dem Aufbau des Embryos nur mittelbar teilnimmt und nach geleistetem Dienst wieder verschwindet.

Damit ist nun die Ausnahmestellung, die die Cephalopodenentwicklung in ihren Anfangsstadien einnahm und die noch kürzlich von Garbowski in seinen morphogenetischen Studien für seine Zwecke in Anspruch genommen wurde, bedeutend eingeschränkt, um nicht zu sagen beseitigt.

Diskussion:

Herr Prof. Maas erwähnt, daß E. A. Minchin ebenfalls Oberflächenpräparate der Furchung der Cephalopoden bis zur Keimblätterbildung angefertigt habe. Dessen (nicht publizierte) Beobachtungen zeigen in Bestätigung der Teichmannschen Darstellung, daß die erste Anlage der Mehrschichtigkeit nicht in Kreisform, sondern in Hufeisenform geschieht, so daß danach eine Orientierung des Keimes möglich ist.

Zweite Sitzung.

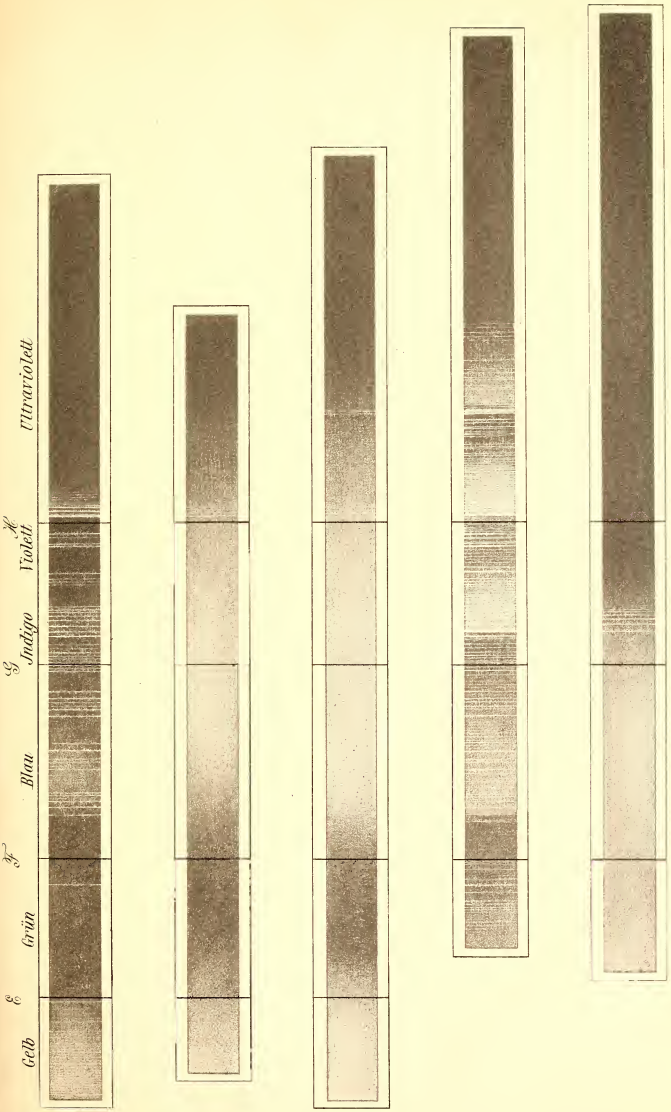
Dienstag den 2. Juni Nachm. von 3 bis 5 Uhr.

Vortrag des Herrn Dr. Doflein (München) über:

Die Biologie der Tiefseekrabben.

(Manuskript nicht eingegangen.)

Herr Prof. F. E. Schulze (Berlin) macht im Anschluß zu dem Vortrag von Herrn Dr. Doflein auf die Arbeiten von Robert Schneider aufmerksam, welcher *Asellus* und *Niphargus* in verlassenen Bergwerken studierte und Reduktionen der Augen, speziell des Pigments derselben abhängig von der Zeit des Lebens im Dunkeln fand.



Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig. Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Vortrag des Herrn Prof. Richters (Frankfurt a. M.) über:

Die Eier und Eiablage der Tardigraden.

Die Tardigraden legen ihre Eier entweder frei ab oder umhüllt von der in toto abgestoßenen Cuticula. In dem ersteren Fall sind die Eier stets kugelrund und mit verschieden geformten Haftapparaten versehen, die für die Systematik gut verwendbar sind und die Aufgabe haben mögen, die Eier davor zu bewahren, durch Regenwässer aus den Moosrasen ausgespült zu werden. Die meistens elliptischen Eier der in cuticulis ablegenden Arten sind stets glattschalig; die an der Cuticula befindlichen Krallen vertreten die Stelle der Haftapparate.

Der Vortragende demonstrierte an mikroskopischen Präparaten und Mikrophotogrammen die Gelege in cuticulis von *Echiniscus* spec., *Milnesium tardigradum* Doy., *Diphascon chilenense* Plate, *Macrobiotus macronyx* Duj., *M. tetradactylus* Greeff, *M. Oberhäuseri* Doy., *M. ornatus* Richters, *L. Sattleri* Richters und eines Makrobioten von Possession-Island (deutsche Südpolar-Expedition) sowie die frei abgelegten Eier von *Doyeria simplex* Plate, *Macrobiotus Hufelandi* Schultze, *M. intermedius* Plate, eines neuen Makrobioten aus dem Taunus mit morgensternförmigen Eiern, eines neuen Makrobioten von Possession-Island und ein himbeerförmiges Ei, dessen Zugehörigkeit noch unbekannt. — Für gewisse kugel- resp. nierenförmige Gebilde, die der Vortragende wiederholt an Makrobioten gefunden und die durch die scheinbar vorhandene Segmentierung die Vermutung, daß es sich um einen Ektoparasiten handle, aufkommen ließen, konnte weder der Vortragende noch ein Mitglied der Versammlung eine Erklärung geben. Nachträglich konnte infolge eines günstigen Fundes festgestellt werden, daß es bruchsackartige Ausstülpungen sind, welche beim Aufquellen vor der Häutung eingetrockneter Makrobioten entstehen, wenn die äußere, alte Cuticula verletzt war.

Vortrag von Frl. Dr. M. Gräfin von Linden (Bonn):

Das rote Pigment der Vanessen, seine Entstehung und seine Bedeutung für den Stoffwechsel.

Mit Tafel I.

Wenn wir die Flügelchen von Schmetterlingspuppen in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung der Puppenhülle entnehmen, so finden wir, daß die Flügelfarben in ganz bestimmter Weise aufeinanderfolgen, und zwar so, daß die helleren Töne zuerst, die dunkleren zuletzt auftreten. Der noch schuppenlose Flügel der eben verpuppten

Raupe von *Vanessa urticae* ist z. B. grünlich, nach wenigen Tagen schon wird er gelblich, dann rötlich, karminfarben und schließlich färben sich die inzwischen gebildeten Schuppen aus, zuerst auch wieder die gelben, dann die gelbroten, zuletzt die braunen oder schwarzbraunen. Dieselbe Farbenfolge vollzieht sich in der Epidermis der eben ihrem Ei entschlüpften Raupe, ja sogar bei der Entwicklung der erst grün oder gelblich gefärbten Schmetterlingseier folgen sich die verschiedenen Farben innerhalb der Blastodermzellen in der geschilderten Weise.

Diese Regelmäßigkeit in der Farbenentwicklung hat schon längst die Aufmerksamkeit der Forscher erregt und zu Erklärungsversuchen Anlaß gegeben. Urech[1], der sich mit dieser eigentümlichen Erscheinung besonders eingehend beschäftigt hat, nahm an, daß die verschiedenen sich folgenden Pigmente alle auseinander hervorgingen und daß es sich bei der Bildung dunklerer Farben in der Schmetterlingspuppe um Kondensierungsvorgänge des ursprünglich hell erscheinenden Farbstoffmoleküls handeln müsse. Als Muttersubstanz der Pigmente glaubte er einen der Harnsäuregruppe nahestehenden Körper betrachten zu dürfen. Danach wäre anzunehmen, daß die Farbstoffe der Schmetterlingsschuppen wie die Harnsäure auf synthetischem Weg entstehen und ein Endprodukt des Stickstoffstoffwechsels darstellen. Für diese Auffassung sprachen die Ergebnisse der Untersuchungen Griffiths[2] und Hopkins[3], die beide aus den Flügeln von Pieriden einen gelben Farbstoff dargestellt hatten, der tatsächlich die Reaktionen der Harnsäure gab. Dagegen aber der von Poulton[4] erbrachte experimentelle Nachweis, daß die Bildung der grünlichen, gelben und gelbroten Farben in der Haut der Schmetterlingsraupen von dem Gehalt ihrer Nahrung an Chlorophyll und Etiolin abhängig sei.

Als ich diese Untersuchungen begann, standen sich somit zwei Ansichten gegenüber, von denen die eine in den Farbstoffen der Lepidopteren Zerfallsprodukte des Körpereiweißes, die andre

---

[1] Urech, F., Beobachtungen über die verschiedenen Schuppenfarben und die zeitliche Succession ihres Auftretens (Farbenfelderung) auf den Puppenflügelchen von *Vanessa urticae* und *Vanessa io*. Zool. Anzeiger Nr. 380. 1891.

[2] Griffiths, A. B., Recherches sur les couleurs de quelques Insectes. Compt. rend. 115. 1892.

[3] Hopkins, Gowland F., Note on a yellow pigment in butterflies. Chem. News. 60. p. 57. Pigment in yellow butterflies Nature, Vol. 40. pag. 335. 1887.

[4] Poulton, E. B., The experimental proof, that colours of certain lepidopterous larvae are largely due to modified plants pigments, derived from food. Proc. Roy. Soc. 54. 1893.

Umwandlungsprodukte der aus der Nahrung stammenden Pflanzenfarbstoffe erblickte.

Verschiedene Umstände veranlaßten mich, mit der Untersuchung der Vanessenfarbstoffe und zwar der Farbenfolge entsprechend mit der Untersuchung der gelben und roten Pigmente zu beginnen, um so mehr, da mir diese von Anfang an wichtige Beziehungen zum Stoffwechsel zu haben schienen.

Es zeigte sich, daß dieselben gelben und roten Farbstoffe, die in den Flügelschuppen des Falters beobachtet werden, das Körperepithel der Raupe und Puppe erfüllen, ja sogar im Blut der Insekten enthalten sind und in großer Menge im Darm der sich zur Verpuppung anschickenden Raupe gebildet werden. Es fand sich aber noch weiter, daß der während der Puppenruhe im Körperepithel der jungen Puppe auftretende karminrote Farbstoff, künstlich aus den grüngelben, gelben, gelbroten und rotbraunen Pigmenten in der Raupen- und Puppenhaut gewonnen werden konnte.

Wird die frische Epidermis einer Vanessenraupe unter dem Mikroskop betrachtet, so finden wir, daß die Epidermiszellen von verschieden gefärbten Körnchen dicht erfüllt sind.

Die der Körperoberfläche zunächst liegenden Granula sind meist grünlichgelb, die an der Basis der Zellen dem Körperinnern zugekehrten orangegelb oder rotbraun. Wird nun eine solche Raupe in Wasser geworfen und dieses bis zum Sieden erhitzt, so erscheint uns die Raupe plötzlich karminrot gefärbt. Der Farbenwechsel tritt in demselben Augenblick ein, wo allgemeine Muskelstarre die Gerinnung des Muskeleiweißes anzeigt. Unter dem Mikroskop können wir uns nun davon überzeugen, daß sich die meisten der gefärbten Granula in karminrote oder blaurote Körnchen verwandelt haben. Bei weiterer Untersuchung findet man, daß nicht nur die Epidermis, sondern daß auch die Intimazellen der Tracheen, die Tracheenendzellen, die unter der Haut angelagerten Zellen des Fettkörpers, ja selbst die Muskeln an ihren Insertionspunkten den karminroten Farbstoff enthalten. Neben den in den Körperzellen eingelagerten amorphen Farbstoffkörnern stößt man indessen bei genauer Untersuchung auch auf extracellulär vorkommende Farbstoffkristalle. Diese Kristalle bilden meist Doppelbüschel von abgeplatteten Nadeln und zeichnen sich durch ihre besonders leuchtende rote Farbe aus.

Die Verfärbung der gelblichen und rotbraunen Granulationen kann indessen auch noch auf andre Weise erreicht werden: z. B. durch trockene Ofenhitze, durch intensive Sonnenbestrahlung, und selbst dann, wenn die Raupen oder Puppen durch Chloro-

formdämpfe betäubt werden. Ferner ist zu beobachten, daß Puppen, die durch parasitisch lebende Insekten infiziert sind, ihre Infektion durch eine intensive Rötung der Puppenhülle zu erkennen geben; in diesen Fällen hat sich dann meistens das rote Pigment auch im ganzen Fettkörper gebildet. Der rote Farbstoff kommt aber auch in einzelnen Gewebsstücken zur Entwicklung, sobald diese in Glyzeringelatine eingebettet werden.

Normaler Weise vollzieht sich die Umwandlung der helleren Hautfarbstoffe in karminrotes Pigment während der Puppenruhe. Man findet, daß in einem bestimmten Zeitpunkt der Puppenentwicklung bei sehr vielen Schmetterlingen die anfangs grünlich-gelben körnigen Einlagerungen in der Epidermis karminrot gefärbt werden. Bereits Schäffer[5] und van Bemmelen[6] sprechen von diesem roten Stadium der Schmetterlingspuppen und Piepers[7] glaubt aus dieser Erscheinung auf einen phylogenetisch weit zurückliegenden Färbungscharakter, auf ursprüngliche Rotfärbung der Schmetterlinge schließen zu dürfen.

Wir sehen also, daß die verschiedensten Verhältnisse dazu beitragen können, um in der Raupen- und Puppenepidermis der Schmetterlinge rotes Pigment zu erzeugen, wir sehen aber auch, daß dieses rote Pigment hellere Vorstufen hat, die so ziemlich in allen Körpergeweben und besonders auch im Blut der Tiere enthalten sind. Als die hervorragendste Bildungsstätte der grünlich-gelben und später der roten Farbstoffe ist jedoch der Raupendarm anzusehen, wie aus dem folgenden zu entnehmen ist.

Solange die Vanessenraupen noch Nahrung zu sich nehmen, ist ihr Darm von Blattresten erfüllt, die von einer grünen, alkalisch reagierenden Flüssigkeit umspült werden. Diese Flüssigkeit gibt sich im Spektroskop als Chlorophylllösung zu erkennen. Auch die Darmepithelien sind von der grünen Flüssigkeit erfüllt, im ganzen Plasma finden sich grüne oder grüngelbe Tröpfchen, ab und zu aber auch körnige Einlagerungen von hellgelber bis rotgelber Farbe.

Sobald aber die Zeit der Verpuppung herannaht, geht der grüne Darmsaft in eine erst gelbe, dann rotgefärbte sauer reagierende Flüssigkeit über und gleichzeitig beobachten wir auch ganz ähnliche

---

[5] Schäffer, Caesar, Beiträge zur Histologie der Insekten. Zool. Jahrbücher Bd. III, Heft 4. Abteil. f. Anatomie.

[6] van Bemmelen, Über die Entwicklung der Farben und Adern auf den Schmetterlingsflügeln. Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging. 2. Serie, Deel II, Aflevering 4.

[7] Piepers, M. C., Die Farbenevolution (Phylogenie der Farben) bei den Pieriden. Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging. (2). Deel V. 1898.

Veränderungen innerhalb der Epithelzellen. Der rote Farbstoff, der sich anfangs nur in der nächsten Umgebung der Kerne der grünlich gefärbten Epithelzellen ablagert, füllt allmählich den ganzen centralen Teil der Zellen aus, die jetzt den Eindruck machen, als ob sie schleimiger Degeneration anheimgefallen wären. Die degenerierten Epithelzellen scheinen ihren Inhalt teilweise in das Darmlumen zu entleeren, sie lösen sich aus ihrem Zusammenhang los und werden dann in der roten Darmflüssigkeit flottierend, oder aber aufgenommen von amöboiden Zellen im Darmlumen angetroffen. Durch diese amöboiden Zellen und durch die Blutflüssigkeit wird der rote Darmfarbstoff im ganzen Körper der Puppe verbreitet. Ein vollständiger Verbrauch desselben findet indessen nicht statt. Ein Teil bleibt stets im Darm des Schmetterlings zurück, während ein andrer durch den ausschlüpfenden Schmetterling entleert wird.

Auch der rote Darmfarbstoff ist kristallisationsfähig. Lassen wir einen Tropfen des roten Darminhaltes langsam verdunsten, so bilden sich dieselben Kristallformen, die schon für den Epidermisfarbstoff beschrieben worden sind. Die Farbe der Kristalle ist aber hier mehr rubinrot und zeigt alle Übergänge bis zum hellsten Orangegelb

Die durch das rote Darmpigment gefärbten Entleerungen des auskriechenden Falters bestehen der Hauptsache nach aus Konkrementen von harnsauerm Natrium und Kalium. Die gleichzeitige Abscheidung der färbenden Substanz und der harnsauern Salze erweckte die falsche Vorstellung, daß es sich in beiden Stoffen um eine Abscheidung der Vasa Malpighi handle, eine Ansicht, die heute noch vertreten wird[8], obwohl bereits Frenzel[9] auf die wirkliche Bildungsstätte des Farbstoffs hingewiesen hat.

Seinem Ursprung entsprechend, bildet auch der Exkrementfarbstoff der Vanessen dieselben Kristallformen wie der Darmfarbstoff, dieselben Kristallformen, die wir in der Raupen- und Puppenepidermis angetroffen haben. Es liegt also schon deshalb nahe, zu vermuten, daß es sich überall, wo der rote Farbstoff auftritt, um einen und denselben Körper handelt, eine Annahme, die um so mehr Wahrscheinlichkeit besitzt, da auch die helleren Vorstufen des roten Pigments überall gleichartig erscheinen. Der Beweis für die Richtigkeit einer solchen Voraussetzung konnte indessen allein durch die eingehende Prüfung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der färbenden Substanz erbracht werden.

---

[8] von Fürth, O., Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere, Jena, Gustav Fischer 1903.

[9] Frenzel, G., Einiges über den Mitteldarm der Insekten, sowie über Epithelregeneration. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVI. 1886. p. 229.

In erster Linie schien es mir wichtig, aus dem optischen Verhalten der Farbstoffkristalle aus der Epidermis, dem Blut, dem Darm und den Exkrementen Anhaltspunkte für deren gegenseitige Beziehung zu gewinnen. Es ergab sich, daß die Kristalle des roten Farbstoffs dem monoklinen System angehören, doppelbrechend und dichroitisch sind, sie erscheinen bei hoher Einstellung unter dem Mikroskop gelbrot-grünlich, bei tiefer Einstellung blaurot. Ihre Kristallform haben sie somit mit dem Bilirubin und Hämatoidin gemeinsam, ihre doppelbrechenden und dichroitischen Eigenschaften mit den Kristallen des Blutfarbstoffs. Auch das spektroskopische Verhalten ist für die Kristalle des roten Vanessenfarbstoffs sehr charakteristisch, indem dasselbe große Ähnlichkeit mit dem des Urobilins bezw. Hydrobilirubins besitzt.

Zur chemischen Untersuchung wurden die Pigmente in Lösung übergeführt, was ohne Schwierigkeit möglich war, da die roten Farbstoffe alle wasserlöslich sind. Außer in kaltem und heißem Wasser lösen sich die roten Pigmente aber auch noch in konzentrirter Zuckerlösung, Glyzerin, ein wenig in Chloroform, ferner in stark verdünnten Lösungen der Neutralsalze und in konzentrierten Mineralsäuren. Unlöslich sind die Vanessenfarbstoffe in Äther, Schwefelkohlenstoff, Benzin, Benzol und Xylol, also gerade in denjenigen Mitteln, von denen die Lipochrome oder Fettfarbstoffe aufgenommen werden.

Die Farbe der durch Wasser gelösten roten Schmetterlingspigmente schwankt in konzentrierten Lösungen zwischen rubinrot und bernsteingelb, in verdünnten Lösungen zwischen schwach rosa und lichtgelb. Die Kaltwasserauszüge des Exkrementfarbstoffs und des Darmpigments sind frisch bereitet stets leuchtend rubinrot, die des Schuppenfarbstoffs sind mehr gelbrot. Wird eine rubinrot gefärbte Farbstofflösung auf circa 40° C. erwärmt, so wird sie plötzlich gelblich, gewinnt aber nach dem Erkalten ihren ursprünglichen Farbenton wieder zurück. Ein ähnlicher Farbenwechsel tritt ein, wenn eine frische Pigmentlösung längere Zeit der Luft ausgesetzt wird, es bildet sich dann in dem die Lösung enthaltenden Glas eine rosa gefärbte untere und eine gelb gefärbte obere Schicht.

Durch oxydierende Mittel (Wasserstoffsuperoxyd, Ferricyan-Kalium, Chlorwasser) wird die rote Farbstofflösung in eine grünlichgelbe oder grünlichgelbgraue Flüssigkeit verwandelt und schließlich ganz entfärbt.

Reduzierende Mittel (Schwefelammonium) verleihen der Lösung dagegen ein glänzend orangegelbes Kolorit. Stocks Reagens

fällt aus der Farbstofflösung einen dunkel karminrot gefärbten Farbstoff aus.

Wird eine reduzierte hochgelb gefärbte Lösung mit oxydierenden Mitteln behandelt, so kehrt alsbald die ursprünglich rote Farbe des Auszugs zurück. Reduktion und Oxydation erfolgen bei frischen Exkrement- und Darmfarbstofflösungen sehr schnell, Auszüge, die länger an der Luft gestanden haben, oder Schuppenpigment enthalten, lassen sich weniger leicht reduzieren, ein Zeichen, daß von den ersteren der Sauerstoff lockerer gebunden wird wie von den letzteren. Es gibt also offenbar eine beständigere und eine weniger beständige Verbindung des Farbstoffs mit dem Sauerstoff der Luft, ein Verhalten, wie wir es beim Blutfarbstoffe kennen, wo das Methämoglobin die beständigere und das Oxyhämoglobin die weniger beständige Verbindung darstellt. Ein Farbenwechsel tritt auch ein, wenn wir einen Strom von Kohlensäure in die Lösungen des Darm- und Exkrementfarbstoffs einleiten. Die Lösung wird blaurot, trübt sich und ergibt einen Niederschlag, der aus kleinen blaurot gefärbten Körnchen besteht, die in ihrem Farbenton an das durch Stocks Reagens reduzierte Fällungsprodukt des Pigments oder aber an die karminroten Granulationen in der Epidermis gekochter Raupen und Puppen erinnern.

Wird die Kohlensäure durch Erhitzen ausgetrieben, so löst sich der Farbstoff mit hochgelber Farbe, die Lösung erhält denselben Ton, wie wenn sie durch Ammoniumsulfid reduziert worden wäre.

Durchleiten von Kohlenoxydgas bewirkt weder die Fällung des Farbstoffs noch eine Farbenveränderung der Lösung. Das rote Vanessenpigment besitzt also wohl die Fähigkeit mit der Kohlensäure, nicht aber wie der Blutfarbstoff mit dem Kohlenoxyd eine Verbindung einzugehen.

Wichtig erscheint es mir mit Rücksicht auf die verschiedensten Fragen, daß sowohl das Licht, wie auch erhöhte Temperaturen die Färbung der Pigmentlösungen verändern können. Das Licht bezw. die Wirkung der chemischen Strahlen verändert die Pigmentauszüge nach derselben Richtung wie oxydierende Agentien, die Lösungen werden gelbgrün-graugrün, sie erhalten die Färbung verdorrten Grases. Die Wärme (konstante Temperatur von 54°) wirkt erst verdunkelnd, die Lösungen wurden rotbraun, dann aber plötzlich ebenfalls entfärbend, die Lösungen wurden grünlichgelb, wie diejenigen, die im Licht gestanden hatten. Dieses Ergebnis der Wärmewirkung ist um so interessanter, da ja auch die Schmetter-

linge der Vanessen, die sich in erhöhter Temperatur oder in heißem Klima entwickelt haben, dunkler rote Grundfarbe zeigen.

Da, wie erwähnt, die Farbstoffkristalle ein charakteristisches Absorptionsspektrum zeigten, so untersuchte ich auch das Absorptionsvermögen der Farbstofflösungen und zwar mit dem Spektralokular von Zeiss und zur Kontrolle dieser mehr subjektiven Ergebnisse mittels photographischer Aufnahme des Gitterspektrums. Zur spektroskopischen Untersuchung wurden neben frischen Farbstofflösungen solche verwendet, welche aus gereinigtem Farbstoff bereitet waren. (Der Farbstoff war für diesen Zweck wiederholt durch Alkohol aus der wässerigen Lösung ausgefällt worden.) Ferner untersuchte ich die Spektra der reduzierten, der hochoxydierten, der sauern und der alkalischen Pigmentlösungen. Das Spektrum der normalen Lösung besteht, wie das der Farbstoffkristalle, aus einer Endabsorption des Ultraviolett, aus einem Band zwischen *b* und *F* und aus schwächeren Absorptionsmaxima im Indigo und Violett, die aber nur auf der Photographie zur Geltung kommen. Der bei den karminroten Farbstoffkristallen in der Epidermis sehr deutliche dunkle Streif bei *D* ist mir auch bei intensiv gefärbten Pigmentlösungen aufgefallen, da aber der rote Teil des Spektrums noch nicht photographisch aufgenommen werden konnte, so bleibt es dahingestellt, von welchen Umständen das Auftreten und Verschwinden dieser Absorption abhängig ist.

Im äußersten Rot absorbieren besonders die rubinroten Auszüge des Exkrementfarbstoffs.

Während der Zusatz oxydierender Mittel keine sehr wesentlichen Veränderungen im Spektrum bedingt, tritt durch Reduktion der Auszüge eine höchst charakteristische Absorptionsverschiebung ein. Die Endabsorption wird ungefähr doppelt so lang, wie bei einer normalen Lösung und gleichzeitig schwindet das charakteristische Band im Blaugrün zwischen *b* und *F*, so daß oft nur noch ein leichter Schatten davon zurückbleibt. Der mit der Oxydation und Reduktion der Lösungen verbundene Farbenwechsel und die ihm entsprechenden Absorptionsdifferenzen erinnern lebhaft an das Verhalten der respiratorischen Pigmente.

Das Spektrum der alkalisch gemachten Farbstofflösungen zeigt Abweichungen, wie sie auch bei alkalisch reagierenden Urobilinlösungen auftreten, indem das Absorptionsband im Blaugrün zwischen *b* und *F* bei beiden Lösungen besonders scharf begrenzt erscheint.

Sehr überraschend ist das Absorptionsspektrum der schwefelsauern Pigmentlösung. Die purpurfarbene Lösung des Farbstoffs

hat neben dem Band im Blaugrün drei deutlich getrennte Absorptionsbänder im Indigo und Violett. Wenn wir das Spektrum normaler Farbstoffauszüge mit dem anderer bekannter Pigmente vergleichen, so finden wir, daß die Lösungen des roten Vanessenfarbstoffs die größte Ähnlichkeit mit Urobilinlösungen besitzen.

Weitere Aufschlüsse über die chemische Natur des Farbstoffs hoffte ich durch sein Verhalten gegen Fällungsmittel zu gewinnen. Es ergab sich, daß der Farbstoff durch alle für Eiweißkörper charakteristischen Fällungsmittel niedergeschlagen werden kann.

Besonders hervorzuheben ist, daß das alkoholische Fällungsprodukt wasserlöslich bleibt, selbst, wenn es monatelang unter Alkohol gestanden hat. Ferner die Eigenschaft des durch Salpetersäure erzielten Niederschlags, in der Wärme zu verschwinden, um nach dem Erkalten wiederzukehren. Charakteristisch ist auch, daß das durch Essigsäure erzielte Fällungsprodukt in dem Überschuß der Säure löslich ist, besonders leicht, wenn es sich um Schuppenfarbstoff handelt. Außerdem ist zu erwähnen, daß sich der Niederschlag, der sich auf Zusatz von Essigsäure und Ferrocyankalium bildet, nach einiger Zeit blau färbt, ein Farbenwechsel, der noch viel auffallender ist, wenn der Lösung statt Essigsäure Salzsäure zugeführt wird. Diese Bildung von löslichem Berlinerblau läßt auf die Anwesenheit eines Ferrisalzes schließen.

Durch salzsauern Alkohol wird der rote Vanessenfarbstoff aus seiner wässrigen Lösung nicht ausgefällt, der Niederschlag erscheint indessen, sobald neutralisiert wird. Versetzen wir indessen das durch Alkohol erhaltene meist rotbraune Fällungsprodukt des Farbstoffs mit salzsauerm Alkohol, so geht der Farbstoff mit braungelber Farbe in den Alkohol über, während auf dem Grund des Glases ein ziemlich voluminöser gelblichweißer Satz zurückbleibt. Es findet also eine Zersetzung des pigmentierten Körpers statt, der, wie unter denselben Verhältnissen das Hämoglobin, in eine gefärbte und ungefärbte Komponente gespalten wird.

Es sei noch erwähnt, daß bezüglich der Fällbarkeit der Schuppenpigmente einerseits und des Darm- und Exkrementfarbstoffs anderseits kleine Abweichungen bestehen, die darauf schließen lassen, daß die Schuppenpigmente bei ihrer Wanderung durch den Körper Änderungen ihrer Konstitution erfahren.

Während die Fällbarkeit des roten Vanessenpigments durch konzentrierte Lösungen der Neutralsalze und durch Alkohol für ihre kolloide Natur, ihre Fällbarkeit durch die sog. Alkaloid-

fällungsmittel: Phosphorwolframsäure, Tannin, Ferrocyankalium bei Gegenwart von Essigsäure für die Gegenwart von Diamidosäuren (Diamitocapron und Valeriansäure) spricht, lassen die positiven Ergebnisse der Xanthoprotein- und der Millonschen Reaktion mit voller Sicherheit auf das Vorhandensein einer aromatischen Gruppe und der Oxyphenylgruppe im Farbstoffmolekül schließen. Weniger gut gelang die Biuretprobe, vielleicht weil die Gegenwart freien Zuckers das Eintreten der Farbenreaktion verhinderte. Der Zuckergehalt gab sich sowohl durch die reduzierende Wirkung der Farbstofflösung auf Fehlingsche Lösung, sowie auch durch die Bildung von Osazonkristallen mit salzsauerm Phenylhydrazin und essigsauerm Natron zu erkennen.

Wir haben aus dem Vorhergehenden ersehen, daß der rote Farbstoff der Vanessen durch salzsauern Alkohol in eine ungefärbte und eine gefärbte Komponente gespalten werden konnte, von denen die letztere alkohollöslich war und ein dem Urobilin ähnliches Spektrum zeigte. Weitere Experimente zeigten nun, daß diese alkoholische Pigmentlösungen auf Zusatz von Ammoniak und Chlorzink, wie Urobilinlösungen grüne Fluoreszenz zeigten. Ich habe ferner schon erwähnt, daß die Farbstoffkristalle demselben System angehören und auch ebenso gefärbt sind, wie Bilirubinkristalle. Um zu erfahren, ob sich vielleicht auch ein bilirubinartiger Körper in dem Vanessenfarbstoff befinde, schüttelte ich Farbstoff mit Chloroform aus, das sich sofort lichtgelb färbte und auf das schönste das für Gallenpigment so charakteristische Farbenspiel der Gmelinschen Reaktion ergab. Nach Zusatz von Salpetersäure mit etwas salpetriger Säure bildete sich an der Berührungsstelle der beiden Flüssigkeiten sehr bald ein intensiv grüner Ring, der von einem weniger lang andauernden blauen, roten und gelben gefolgt wurde. Die von Huppert-Salkowski modifizierte Gmelinsche Reaktion ergab noch viel prächtigere Farbenerscheinungen.

Es unterliegt hiernach keinem Zweifel, daß das rote Vanessenpigment eine Verbindung darstellt von einem Eiweißkörper mit einem Farbstoff, der den Gallen- und Harnfarbstoffen nahe steht.

Es wird sich nun des weitern fragen, welcher Gruppe von Eiweißkörpern die ungefärbte Komponente des Vanessenpigments beizuzählen ist. Am nächsten steht der fragliche Körper ohne Zweifel den Albumosen und den Histonen. Hierfür spricht das Verhalten des Salpetersäure-Niederschlags. Sehr charakteristisch ist es sowohl für den roten Vanessenfarbstoff, wie auch für die

Histone aus salzsaurer Lösung durch Ammoniak und wie das Globin aus wässriger Lösung durch Kohlensäure fällbar zu sein. Gegen seine Histonnatur und für seine Zugehörigkeit zu den Albumosen spricht das Verhalten des roten Pigments gegen Essigsäure, während die Histone durch diese Säure gar nicht ausgefällt werden, bildet sich in der Farbstofflösung sehr schnell ein Niederschlag. Ausschlaggebend scheint mir das Verhalten des Pigments gegen Neutralsalzlösungen zu sein. Hierin schließt es sich vollkommen den Albumosen an und verrät sein im Vergleich zu den leicht aussalzbaren Histonen viel geringeres Molekulargewicht.

Seiner chemischen Natur nach wäre somit der dem Vanessenpigment zu Grunde liegende Eiweißkörper als ein Zwischenprodukt hydrolytischer Spaltung eines Proteins zu betrachten, eine Folgerung, für deren Richtigkeit mir schon die Bildungsstätte des Farbstoffs, der Raupendarm, zu sprechen scheint.

Von allen hierhergehörigen Produkten der Verdauung unterscheidet sich indessen das Vanessenpigment durch seine außerordentlich große Verwandtschaft zum Sauerstoff und durch das Vermögen, diesen nur locker zu binden. Diese Fähigkeit, die allein dem Schuppenfarbstoff abzugehen scheint, stellt den Farbstoff in die Reihe der respiratorischen Pigmente und zwar in die Pigmente der Hämatinreihe auf Grund seiner Beziehungen zu den Gallen- und Harnpigmenten, die bekanntlich als Abkömmlinge des Blutfarbstoffs zu betrachten sind. Seine Funktion im Insektenorganismus ist also höchstwahrscheinlich eine respiratorische und damit erklärt es sich auch, warum der Farbstoff überall dort angetroffen wird, wo die anatomischen Verhältnisse einen regen Stoffwechsel voraussetzen. Es wird aber auch auf diese Weise verständlich, daß Farbenwechsel eintritt, sobald äußere Eingriffe oder innere Vorgänge den Sauerstoffgehalt der Gewebe beeinflussen, diesen vermehren oder vermindern.

Die verschieden gefärbten Körnchen in der Raupen- und Puppenepidermis wären danach nichts anderes als verschiedene Oxydationsstufen eines und desselben Pigments, das sich, sobald ihm der Sauerstoff vollends entzogen wird, in seine reduzierte, karminrote Modifikation verwandelt. Auch die Farbenfolge, die wir bei der Entwicklung der Puppe, der jungen Raupe und des Eies beobachten, ist dann als der Ausdruck sich folgender Oxydations- und Reduktionsvorgänge durchaus verständlich.

Leider macht es die mir heute zur Verfügung stehende Zeit unmöglich, diese Auffassung noch näher zu begründen, ich muß auf

die Ausführungen in meiner Arbeit verweisen, die demnächst in dem Archiv f. d. gesamte Physiologie erscheinen wird.

Es sollen nur noch kurz einige Beobachtungen mitgeteilt werden, welche uns Aufschluß geben über die Herkunft des Pigments.

Ich sprach schon in früheren Arbeiten die Vermutung aus, der rote Vanessenfarbstoff entstehe aus dem Farbstoff der von der Raupe aufgenommenen Pflanzennahrung, aus dem Chlorophyll. Diese Vermutung hat sich inzwischen bestätigt. In Darmpräparaten von Vanessenraupen, die in Glyzeringelatine eingeschlossen waren, sind nun nach Verlauf von etwa $1^1/_2$ Jahren im Innern der Zellen der den Darminhalt bildenden Pflanzenreste rote Farbstoffkristalle entstanden, die eine zu der Farbstoffbildung im Raupen- und Puppendarm vollkommen parallele Metamorphose darstellen. Wie in den Darmepithelien das resorbierte Chlorophyll zuerst in Chlorophyllan verwandelt wird, so beginnt auch hier in der Pflanzenzelle die Veränderung der Chlorophyllkörner damit, daß ihr Absorptionsspektrum dem des Chlorophyllans identisch wird. In den vorliegenden Präparaten sehen wir ferner, wie die Chlorophyllkörper zerfallen, wie sich an ihrer Stelle Drusen rotbrauner bis karminroter Kristalle ausbilden, wie endlich aus grünlichen Tropfen orangerote Kristalle auskristallisieren, die den Kristallen des roten Vanessenpigments in Gestalt und optischen Eigenschaften gleichen. Wo aber im Pflanzenkörper eine ausgedehnte Bildung roten Farbstoffes stattgefunden hat, da tritt unter dem Spektroskop weder das Chlorophyll- noch das Chlorophyllanspektrum auf, die rot gefärbten Stellen zeigen alle die Absorption des roten Vanessenpigments, die Absorption des Urobilins.

Es scheint mir danach kaum mehr zweifelhaft zu sein, daß tatsächlich das Chlorophyllkorn als die Muttersubstanz des roten Vanessenpigments anzusehen ist, daß sich hier das respiratorische Pigment der Pflanze in das respiratorische Pigment des Tieres verwandelt.

Eine derartige Beziehung zwischen den färbenden Substanzen von Pflanze und Insekt ist schon deshalb nicht von der Hand zu weisen, da uns doch Poulton den experimentellen Beweis für die Abhängigkeit von Raupen- und Pflanzenfarbstoff erbracht hat.

Merkwürdig ist es nur, daß diese aus dem Pflanzenreiche stammenden Produkte bei den Vanessen die Eigenschaften der Gallen- und Harnfarbstoffe zeigen, tierischer Pigmente, die wir als Abkömmlinge des Blutfarbstoffs kennen gelernt haben. Wenn ich indessen eine solche Beziehung zwischen Chlorophyll und

Gallenpigment durch die mitgeteilten Untersuchungsergebnisse für ziemlich erwiesen halte, so stehe ich mit dieser Ansicht durchaus nicht vereinzelt da. Schon Gautier[1] teilt uns mit, daß er Chlorophyll und Bilirubin auf Grund seiner Untersuchungen für zwei sehr nahe verwandte Körper halte, die auch gleich gefärbte Oxydationsstufen geben.

Ganz besonders sind es indessen die neuesten chemischen Untersuchungen von Nenchi und Küster, welche die bestehende Kluft zwischen den beiden wichtigen respiratorischen Pigmenten, dem Chlorophyll und dem Hämoglobin, sicher überbrückt und gezeigt haben, daß beide Farbstoffe durch ihre gleichartigen Derivate eng verbunden sind.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, können uns auch die Beziehungen des roten Vanessenpigments, welche vom Chlorophyll zum Hämoglobin oder doch zu den Farbstoffen der Hämatinreihe hinüberführen, nicht sonderlich überraschen, denn sie stempeln den Farbstoff ja mit zu einem zweiten Glied in der Kette, welche die pflanzlichen Pigmente bereits mit den tierischen Farbstoffen verbindet.

Dritte Sitzung.

Mittwoch den 3. Juni 9 bis 1 Uhr.

Bericht der Revisoren über die von ihnen vorgenommene Prüfung der Rechnungen des Schriftführers, die für richtig befunden werden, worauf die Versammlung Entlastung erteilt.

Wahl des nächsten Versammlungsortes.

Herr Prof. Blochmann erneuert die vorjährige Einladung nach Tübingen und Prof. Häcker schließt daran die Aufforderung zu einem eintägigen Verweilen in Stuttgart. Außerdem liegt eine Einladung von Prof. Lenz in Lübeck vor. Die Versammlung beschließt, im Jahre 1904 die Versammlung während der Pfingstwoche in Tübingen abzuhalten und nimmt mit Dank für die freundliche Einladung Lübeck für eine der nächsten Versammlungen in Aussicht.

---

[1] Gautier, Arm., Sur la Chlorophylle. Compt. rend. T. 89. 1879.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: Zweite Sitzung 52-65