Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.

Die Ozellen oder Punktaugen der Raupe.

Von Stadtschulinspektor Direktor Karl Mitterberger, Steyr.

Der Gesichtssinn der Raupe wird aus den — meist sechs — an den beiden Hemisphärenseiten des Kopfes befindlichen Ozellen oder Punktaugen gebildet, von denen meist fünf ein in ihrer Mitte liegendes Einzelauge umschließen.

Wie die morphologischen Untersuchungen zeigen, sind diese Ozellen keineswegs mit den bei unseren niedrigst organisierten Tieren auftretenden Augenflecken indentisch, nachdem letztere zwar infolge ihres Pigmentgehaltes befähigt sind, Lichtstrahlen in geringer Menge aufzunehmen, aber zur Empfindung der quantitativen Verschiedenheiten der Lichtmengen (als hell und dunkel) nicht geeignet erscheinen.

In neuerer Zeit neigt man der Ansicht zu, daß der absorbierenden Pigmentschicht der Augenflecke nur die Aufgabe zukomme, die durch die aufgesaugten Lichtstrahlen erzeugte Wärmeempfindung aufzunehmen und dieselbe auf nahe gelegene sensible Ganglienzellen oder Sinneszellen zu übertragen. Man hat nämlich in den letztverflossenen Jahrzehnten nachgewiesen, daß ein zum Sehen dienendes Auge nur dann als vorhanden anzunehmen ist, wenn die Nervenendigungen an ihren äußersten Spitzen von Farbstoff freibleiben und so allein der Lichtwirkung ausgesetzt werden; hat zudem das Ende des Nervs die Form eines Stäbchens (Sehstäbchen), so sind alle Bedingungen für ein Sehwerkzeug erfüllt, denn auch das komplizierteste Auge besteht im wesentlichen nur aus einer Anzahl solcher von Pigment zum Teil umhüllter stäbchenförmiger Nervenendigungen. Zur Sammlung und Verstärkung der Lichtstrahlen befindet sich dann gewöhnlich noch eine durchsichtige Masse in Gestalt eines Brennglases, die sogenannte Linse, vor den Stäbchen.

Das Punktauge der Raupe entspricht nun den von der Wissenschaft experimentell festgelegten Bedingungen, denn es enthält im Gegensatz zu den sogenannten „Augenflecken" alle wesentlichen lichtbrechenden Augenmedien vereinigt, die zur Aufnahme und Weiterleitung einer Lichtempfindung als „Lichteindruck" notwendig sind, wie sich, wenngleich in etwas modifizierter Form, ein solcher Perzeptionsapparat auch bei allen höher organisierten Tieren und selbst sogar beim Menschen vorfindet.

Beim Punktauge der Raupe erscheint ein Teil der Cuticula der Hemisphären zu einer mehr oder weniger stark doppeltgewölbten, durchsichtigen Hornhaut umgewandelt, welcher Teil als die Hornhautlinse oder Cornea bezeichnet wird. Die Hornhautlinse ist bei den Insekten in der Regel bikonvex; es besitzt aber z. B. das soeben dem Ei entschlüpfte Räupchen

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.

unseres Kiefernspinners (Dendrolimus pini L.) anfangs eine konvex-konkave Hornhautlinse, die sich erst im Laufe der Entwicklung bikonvex gestaltet.

Unter der Linse sind die Hypodermiszellen, von welchen jede einzelne eine Nervenzelle umschließt, grubenartig vertieft und bilden in ihrer Gesamtheit ein unserem Glaskörper analoges lichtbrechendes Organ.

Die nach unten und hinten gelegenen, randständigen Hypodermiszellen erscheinen als eigentliches lichtempfindliches Medium und entsprechen daher dieselben infolge ihrer Aufnahmsfähigkeit für Lichtstrahlen unserer Netzhaut oder Retina.

Jede Retinazelle steht nach innen zu mit einer sensiblen Nervenfaser in Verbindung, enthält einen Farbstoff (Pigment) und trägt nach außen, gegen die Linse zu, ein Nerven- oder Sehstäbchen, dem die Funktion obliegt, den durch die Lichtstrahlen empfangenen „Reiz" auf die mit ihm in Verbindung stehenden Nervenfasern zu übertragen.

Da das Punktauge einer Raupe nur eine einzige lichtbrechende Linse besitzt, bezeichnet man dasselbe als ein unikorneales Auge, im Gegensatz zu den bei den Insekten so außerordentlich häufig vorkommenden sogenannten multikornealen Augen oder zusammengesetzten Augen oder Facettenaugen.

Bei diesen Facettenaugen erfolgt die Wahrnehmung des beleuchteten Gegenstandes in der Art, daß von jedem der nach Tausenden zählenden Kristallkegel, aus welchen das multikorneale Auge gebildet ist, nur ein einziger leuchtender Punkt des betrachteten Gegenstandes auf die mit den Kristallkegeln in Verbindung stehenden Sehstäbchen übertragen und von den Nervenfasern fortgeleitet wird, wodurch ein mosaikartig zusammengesetztes, aufrechtes, reelles Bild des zu sehenden Gegenstandes hervorgerufen wird. (Musivisches Sehen.)

Eingehende Untersuchungen in dieser Richtung hat der Wiener Universitätsprofessor Dr. Siegmund Exner angestellt und auf Grund der verschiedenen Absorptionsfähigkeit des verschiebbaren Pigmentes der Randzellen in einem Facettenauge klargelegt, daß bei vielen Tagfaltern das Gesamtbild des Gegenstandes durch die Aneinanderlagerung der einzelnen Teilbildchen als sogenanntes Appositionsbild hervorgerufen wird, wogegen bei vielen Nachtschmetterlingen oder Heteroceren durch die teilweise Übereinanderlagerung der Teilbildchen ein sogenanntes Superpositionsbild entsteht, indem im letztern Falle ein Teil des im Auge abgebildeten Gegenstandes von mehreren Einzelaugen wiedergegeben wird.

Nach dieser kurzen Abschweifung kehren wir wieder zu den Ozellen der Raupe zurück. An dem Längsschnitte durch ein Punktauge einer Raupe erkennen wir von außen nach innen das zweischichtige Hemisphären-Chitin, dessen Schichten nach vorn und hinten zu in die doppeltgewölbte Hornhautlinse übergeht, hinter welcher zwei (von den vorhandenen drei) die

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.

eigentliche Linse bildende, vollkommen durchsichtige Körperchen liegen.

Unmittelbar hinter der Linse befindet sich ein unpigmentiertes, glaskörperartiges Organ, dem sich das aus vielen Zellen bestehende, geschichtete, innere Pigment anschließt.

Linse und Glaskörper werden von zwei Kapseln umhüllt, von welchen die innere hell und farblos, die äußere aber pigmentiert ist.

Am Grunde des Auges befindet sich der Linse gegenüber die aus vielen Nervenfasern bestehende Ausbreitung des Sehnervs, die sich insbesondere über die sogenannte „helle Zwischenzone" und vielleicht auch „zentral" erstreckt. Das ganze Gebilde wird von einer ziemlich dichten, verfestigten Epidermisschicht eingeschlossen, in welcher der protoplasmatische Zusammenhang der einzelnen Zellen deutlich erkennbar ist.

Wie alle übrigen Sinneswerkzeuge eines Tieres, so ist auch das Punktauge einer Raupe, wenigstens in dessen embryonalem Zustande, zur Zeit seiner Bildung nur ein Teil der äußern Haut; es wölbt sich nämlich bei der Bildung des Auges im Embryo eine Schicht der Haut nach außen und wird durchsichtig, es bildet sich somit die Hornhaut, welche dann später zur Konzentration des Lichtes ganz wesentlich beiträgt; eine untere Schicht der embryonalen Hautpartie senkt sich dagegen in die Tiefe und erhält im Laufe der weitern Entwicklung des Tieres einen von der übrigen Haut ganz wesentlich abweichenden Bau, wodurch die verschiedenen Hautschichten als Netzhaut, Aderhaut usw. entstehen. Durch diese beiden umgewandelten Hautpartien entsteht am Embryo des Tieres das sogenannte „Augenbläschen".

Die übrigen Teile des Auges, Linse und Glaskörper, bilden sich erst in späterer Zeit und setzen sich mit dem Augenbläschen erst nachträglich in Verbindung. Bis hierher stimmt die embryonale Entwicklung des Auges der höheren Tiere und des Menschen mit der Bildung des Auges der niedrig organisierten Tiere vollkommen überein. Während sich aber nun bei den Wirbeltieren und beim Menschen die Kristallinse aus einem Stück der Oberhaut bildet, sich hierauf von dieser lostrennt und sodann in das Innere des Auges wandert, findet bei der Bildung der Hornhautlinse der Punktaugen eines Insekts keine Lostrennung von der sie erzeugenden obern und untern Schicht der Epidermis statt.

Der Vorgang des Sehens ist bei einem Raupenauge ein ganz ähnlicher wie jener bei den höheren Wirbeltieren oder beim Menschen, nachdem es ja ganz dem Auge derselben analog gebildet ist und daher auch aus diesem Grunde nach Art einer Camera obscura wirken muß und auch hier die nervösen Elemente retinulae) an den Spitzen von kleinen Kristallkegeln angebracht sind.

Die von einem zu sehenden Gegenstande ausgesandten Lichtstrahlen gelangen, nachdem sie durch die Hornhautlinse, durch die eigentliche Linse und durch den ebenfalls vollkommen durch-

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.

sichtigen Glaskörper in besonderer Weise gebrochen wurden, im Hintergrunde des Auges auf die lichtempfindliche Netzhaut oder Retina, wo sie sich in der Regel zu einem scharfen, verkleinerten, imaginären und infolge der stattgefundenen Brechung zu einem umgekehrten Bildchen vereinigen; hierdurch werden die Endapparate der Sehnervenfasern, die Stäbchen der Netzhaut und die mit ihnen in Verbindung stehenden Nervenfasern in einen Erregungszustand versetzt, der dem Zentralorgan, dem sensoriellen obern Schlundganglion, zugeleitet wird und hier den subjektiven Eindruck einer Lichtempfindung hervorbringt.

Durch welche Vorgänge die rein physiologische Wirkung des Lichtes in die psychische Empfindung des Lichteindruckes im Gehirn zum Bewußtsein gebracht wird, ist uns bis heute noch nicht vollkommen klar; entschieden spielen aber auch hier, wie bei der Übertragung des Lichtreizes auf die Netzhaut, chemische und morphologische Veränderungen der Sehzellen unter dem Einflusse des auf sie auffallenden Lichtes mit. So hat bereits Angelucci gezeigt, daß die Reaktion der belichteten Netzhaut eine andere ist, als die der unbelichteten Retina.

Die Netzhaut eines durch längere Zeit im Dunkeln gehaltenen Tieres, also die unbelichtete Netzhaut eines Tieres, besitzt stets eine alkalische Reaktion, d. h. es wird durch dieselbe rotes Lakmuspapier blau gefärbt; wird aber das Auge vorher intensivem Lichte ausgesetzt, somit die Netzhaut stark belichtet, so zeigt dieselbe saure Reaktion, es wird blaues Lakmuspapier gerötet.

Wie Dr. Exner gefunden hat, enthält die Netzhaut insbesondere in der sogenannten Stäbchenzapfenschicht außer dem Sehpurpur Substanzen — von Exner „Sehstoffe" genannt —, durch deren Zersetzungsprodukte, dem „Sehneger", ein Reiz auf das Netzhautgewebe und zwar auf die Nervenfasern desselben ausgeübt wird, der das „Sehen" vermittelt.

Bei dieser Übertragung des Lichtreizes findet nun auch eine Gestaltsveränderung, sowohl in dem Pigmentepithel als auch insbesondere in den Stäbchenzapfen statt, indem sich die Zapfen durch das Licht verkürzen, wogegen sich dieselben im Dunkeln verlängern; unter dem Einfluß des Lichtes schieben sich die feinen Fasern des Pigmentepithels bürstenartig zwischen die Stäbchenzapfen, im Dunkeln ziehen sie sich wieder zurück.

Die Gestaltsveränderung der Stäbchen allein ist gegenüber derjenigen der Zapfen unter dem Einflusse des Lichtes oder der Dunkelheit eine verschwindend geringe, woraus es auch erklärlich ist, daß ein Raupenauge niemals jene starke Lichtempfindlichkeit besitzen kann, wie eine solche einem höher organisierten Auge eigen ist.

Ist nun die Lichtempfindlichkeit eines Auges eine geringere, so wird selbstverständlich auch das aus derselben resultierende

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat

Sehvermögen des betreffenden Tieres nur ein geringeres sein können.

Der belgische Gelehrte Felix Plateau hat durch eine Reihe außerordentlich sinnreich erdachter Versuche nachgewiesen, daß im allgemeinen sämtliche Insekten nach unseren Begriffen als kurzsichtig bezeichnet werden müssen, da das Sehvermögen keines Insektes weit über zwei Meter hinausreiche; so wurde gefunden, daß die Hymenopteren (Bienen, Ameisen, Schlupfwespen) durchschnittlich nur 60 Zentimeter, die Dipteren (Fliegen) 70 Zentimeter und die Lepidopteren (Schmetterlinge) höchstens 150 Zentimeter weit sehen und in diesen Entfernungen namentlich die Bewegung eines Körpers ihrer Umgebung wahrnehmen, wozu die Facettenaugen infolge der sphärischen Anordnung der vielen tausenden Einzel- oder Punktaugen sich noch besonders gut eignen.

Der Gesichtssinn einer Raupe muß daher infolge der nur sehr geringen Anzahl der vorhandenen Ozellen und infolge der getrennten Stellung der einzelnen Punktaugen als zum Sehen verhältnismäßig nur niedrig ausgebildet angenommen werden und deswegen auch nur ein Sehen auf kurze Distanzen gestatten können. Plateau ist es in der Tat auch gelungen, experimentell nachzuweisen, daß z. B. eine Eulenraupe nur noch auf eine Entfernung von etwa einem Zentimeter imstande ist, einen sich bewegenden Gegenstand wahrzunehmen; es müssen somit die Raupen nach unseren Begriffen als sehr kurzsichtig bezeichnet werden.

*

Unglaublicher Diebstahl. Am 24. Juli 1927 wurde im naturhistorischen Museum des Benediktinerstiftes Admont während der Besuchszeit zwischen 11—12 Uhr vormittags ein in einer Fensternische hängender Schaukasten mit exotischen Schmetterlingen gestohlen. Er hatte die Größe 50×33 cm und enthielt folgende besonders schönen Tagfalter: Drurya antimachus ♂, Ornithoptera urvilliana ♂ und ♀, Orn. paradisea ♂ und ♀, richmondia 2 ♂♂, hephaestos ♂ und ♀, und croesus ♀, also 10 Exemplare im etwaigen Werte von 250 Mark. Verdächtig ist ein Mann, der sich während einer Führung durch das Museum in jener Fensternische aufhielt und dann plötzlich verschwand.

Es ist kaum glaubhaft, daß eine solch verabscheuenswerte Tat von einem Entomologen ausgeführt worden sein kann!! —

Nekrolog.

? Amtsgerichtsrat C. Roettgen, Koblenz.

13. Juni 1923: Anton Freese, Mittelschullehrer in Pinneberg. Anfangs sich dem Studium der Moose und Flechten widmend, ging er später zur Schmetterlingskunde über, die er vorzüglich förderte. Er war geboren am 18. Nov. 1866.

21. Juni 1924: H. Kalbe in Altona (?), starb im Alter von 62 Jahren nach längerer Krankheit.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Entomologisches Jahrbuch (Hrsg. O. Krancher). Kalender für alle Insekten-Sammler

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: 1928

Autor(en)/Author(s): Mitterberger Karl Philipp

Artikel/Article: Die Ozellen oder Punktaugen der Raupe 137-141