

Resultat, dass Koch's Wachstumsgesetz der Korallen auch bei *Flabellum* Anwendung findet und dass demnach Semper's diesbezügliche Angaben nicht haltbar sind. Eine beträchtliche Unregelmäßigkeit in der Zeit des Auftretens der Sternleisten gleichen Ranges in verschiedenen Kammern wurde nachgewiesen.

Plateau's Versuche über das Sehvermögen der einfachen Augen von Schmetterlingsraupen und von vollkommenen Insekten¹⁾.

Vom Gymnasiallehrer **Tiebe** in Stettin.

Die einfachen Augen der Raupen, wie solche zuerst von Malpighi 1687 bei der Seidenraupe und darnach von Swammerdam, Lyonet und einer Reihe neuerer Forscher auch bei andern Arten gefunden sind, liegen auf jeder Seite des Kopfes zu je sechs zusammen; jedes besitzt einen Durchmesser von höchstens 0,2 mm und wird gebildet von einer gewölbten Chitinmembran, welche in drei Sektoren verschiedener Konvexität zerfällt, und von drei darunter liegenden linsenartigen brechenden Medien, welche von 3 Zellen (Retinophoren) getragen werden; diese letztern sind mit je einem axialen Nervenfasern versehen und von Pigmentzellen umgeben. In welcher Weise diese Augen gedeutet werden sollen, darüber sind die Meinungen noch geteilt: während man sie früher für eine Art zusammengesetzter Augen hielt und ihnen eine vermittelnde Stellung zwischen den Facettenaugen der Insekten und den einfachen Augen der Arachniden und Myriopoden zuwies, neigt man neuerdings der Ansicht zu, dass sie einfache Augen mit einem in mehrere Teile zerlegten Krystallkegel seien (Carrière 1885).

In wie weit diese Organe ein Sehen äußerer Objekte ermöglichen, darüber finden wir bei den Forschern nur einzelne unbestimmte Vermutungen und bei Graber die Beobachtung, dass Raupen von *Pieris crataegi*, *Vanessa urticae*, *Vanessa Jo* und *Papilio xanthomelas* Helligkeits- und Farbenunterschiede deutlich empfinden²⁾. Ob diese Empfindung grade den Augen zugeschrieben werden muss, bleibt allerdings fraglich, da Graber selbst bei mehreren Tierarten ein dermatoptisches Vermögen nachgewiesen hat, und ein solches auch bei den Raupen vermutet werden darf. Wirklich entscheidende Versuche hat erst Plateau an 15 Arten³⁾ in den letzten Jahren angestellt. Bei

1) Bull. de l'Acad. roy. de Belg. (3), t. XV, Nr. 1, 1888, 66 pp. Ueber die frühern Versuche Plateau's berichtet Biol. Centralbl., VIII, S. 179—184.

2) Vitus Graber, Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinns der Tiere. 1884. S. 203—208, 211—216.

3) Raupen von *Pieris brassicae* und *napi*, *Smerinthus tiliae*, *Euprepia cava*, *Sericaria chrysorrhoea* und *salicis*, *Orgyia antiqua*, *Gastropacha neustria*, *quercus* und *rubi*, *Pygoera bucephala*, *Geometra* (Art unbestimmt), *Acronycta tridens*, *Halena persicariae* und *oleracea*.

sämtlichen hat er fast gleichlautende Resultate erhalten; eine besondere Stellung nehmen nur die Raupen des Bärenspinners, Ringelspinners u. a. ein, weil dieselben in ihren Haarbüscheln den Schnurrhaaren der Katzen vergleichbare Spürorgane besitzen, welche in ihrer großen Empfindlichkeit gegen jede Berührung die Thätigkeit der Augen unterstützen und vielfach auch wohl ganz entbehrlich machen. Lässt man eine solche Raupe in einem aus aufrecht stehenden Kartonsstreifen verschiedener Farbe, Borkenstücken u. s. w. gebildeten „Labyrinth“¹⁾ kriechen, so bemerkt sie ihr entgegenstehende Hindernisse erst, wenn sie dieselben mit den Enden ihrer Stirnhaare berührt. Die Weite des deutlichen Sehens ihrer Augen ist demnach sicherlich nicht größer, als die Länge der Haare, welche ungefähr 12 bis 13 mm beträgt, genauer aber nicht zu bestimmen, so lange man nicht die Haarbüschel entfernt. Da derartige Versuche bisher nicht angestellt sind, so müssen wir uns vorläufig mit der immerhin nicht unwahrscheinlichen Vermutung begnügen, dass das Sehvermögen der Bärenraupen u. s. w. ein ebenso geringes sei wie dasjenige der nackten Raupen, welche einem Hindernis gegenüber manchmal auf $\frac{1}{2}$ cm Abstand eine gewisse Erregung der Aufmerksamkeit zeigen, meistens aber von dem Vorhandensein eines solchen erst dadurch Kenntnis erhalten, dass sie mit dem Kopf an dasselbe anstoßen.

Um bei diesen Tieren die Weite des deutlichen Sehens etwas genauer zu bestimmen, setzt Plateau ein dünnes Holzstäbchen mit Hilfe einer Nadel auf den Kork einer Flasche und auf dasselbe eine Raupe. Das Tier benimmt sich genau so wie unter natürlichen Verhältnissen auf einem Zweig eines Baumes oder Strauches; es kriecht an das eine Ende des Stäbchens, klammert sich hier mit seinen Bauchfüßen an und bewegt das Vorderende seines Körpers langsam von einer Seite zur andern, um einen neuen Stützpunkt zu suchen. Dies ist der für den Versuch günstige Augenblick. Nähert man nämlich jetzt dem hin und her schwankenden Kopf ein kleines Stäbchen (30 cm lang, 5 cm dick), so kann man aus dem Benehmen der Raupe leicht erkennen, wann dasselbe wahrgenommen wird: sie strebt ihm dann mit Aufbietung aller Kräfte zu. Sorgt man dafür, dass eine Wahrnehmung durch andere Sinnesorgane, durch die für riechende Stoffe sehr empfindlichen Antennen²⁾ ausgeschlossen ist, so erhält man als die Weite des deutlichen Sehens bei allen Arten ungefähr 1 cm; in 2 cm Entfernung ist die Wahrnehmung, auch bei den mit Haaren besetzten Raupen, sehr zweifelhaft und in 3 cm Entfernung nicht mehr vorhanden. Ein *Julus londinensis* sieht unter gleichen Verhältnissen absolut nichts, also sehen die Raupen zwar schlecht, aber immer noch besser als die Myriopoden.

1) Siehe Biol. Centralbl., VIII, S. 180.

2) Eine Raupe richtete ihr Vorderende nach einem frischen Zweig schon auf 3 cm, nach einem trockenem von gleicher Größe erst auf 1 cm Entfernung.

Man darf indess aus diesem beschränkten Sehvermögen der Raupen gegenüber kleinern Gegenständen noch keinen Schluss für die Gesichtswahrnehmung überhaupt ziehen. Der Versuch zeigt vielmehr, dass die Tiere, welche ein kleines Stäbchen auf 2 bis 3 cm Abstand nicht bemerken, im Labyrinth in derselben Entfernung vor einer 10 cm hohen Schachtel oder einem großen, 3 cm breiten Lineal stützen, sowie bei der eben geschilderten Versuchsanordnung mit Aufbietung aller Kräfte den das Stäbchen haltenden Arm zu erreichen suchen, trotzdem derselbe mindestens fünfmal weiter entfernt ist. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass sie in demselben einen Ast als neu zu gewinnenden Stützpunkt vermuten, dass ihnen also eine Wahrnehmung größerer Massen, aber nicht eine solche der Gestalt im eigentlichen Sinne möglich ist.

Ueber die Bedeutung der einfachen Augen, welche sich bei Hymenopteren, Dipteren, Neuropteren, Orthopteren und Hemipteren an der Stirn zwischen den Facettenaugen finden, sind schon seit der Mitte des 17. Jahrhunderts Untersuchungen in der Art angestellt worden, dass die Forscher das Benehmen von Insekten beobachteten, denen die Haupt- oder Nebenaugen mit einem undurchsichtigen Ueberzug bedeckt waren. Plateau benutzt dieselbe Methode; wenn auch seine Untersuchungen demnach in dieser Beziehung zunächst nichts Originales bieten, so zeichnen sie sich doch vor den frühern dadurch aus, dass sie sich auf eine Reihe verschiedenartiger Typen erstrecken, an zahlreichen Individuen zu wiederholten Malen und unter den verschiedensten Verhältnissen: in hellen und dunklen Zimmern, in einem kleinen Garten und im großen botanischen Garten zu Gent, auf Wiesen und auf Dünen am Strand des Meeres angestellt sind und somit genügende Grundlagen bieten, auf denen sichere Schlüsse aufgebaut werden können.

Plateau geht aber in seinen Beobachtungen noch einen Schritt weiter als seine Vorgänger: während diese entweder die eine oder die andere Art von Augen außer Funktion setzten, untersucht Plateau außerdem das Benehmen von Insekten, denen der Gebrauch beider Arten, der Hauptaugen sowohl als der Nebenaugen, genommen war. Dies vollständige Blenden geschieht am sichersten dadurch, dass mit einer Staarnadel die Sehnervenfäden durchgeschnitten werden: nur in diesem Falle zeigen die Tiere, wenn man sie in einem hellen Zimmer loslässt, keine Spur von Lichtempfindung; während z. B. Fleischfliegen mit unversehrten Augen immer dem Fenster zufliegen, gelangen geblendete Individuen unter vielen Malen nur einmal, und auch dann nur rein zufällig nach demselben.

Diese Methode kann indess bei vielen, z. B. bei allen Hymenopteren, nicht angewendet werden, da dieselben den schweren Eingriff in ihr Nervenleben nicht zu ertragen vermögen und durch denselben zu Beobachtungen ganz untauglich gemacht werden. Bei allen

diesen Insekten und, um unnötige Grausamkeiten zu vermeiden, nach Möglichkeit auch bei den kräftigern Arten wie *Eristalis*, *Calliphora* u. s. w. wurde die Blendung, nachdem sich andere Mittel wegen ihres Geruches u. a. a. Gr. nicht anwendbar gezeigt hatten, durch Ueberpinseln mit einer Mischung von altem Leinöl und Lampenruß unter Anwendung einer Lupe bewirkt. Versuche im Zimmer zeigten indess, dass dadurch den Augen nicht jede Lichtwahrnehmung genommen war, sondern z. B. Brummer unter 48 Malen 22 mal direkt und 4 mal nach einigem Umherfliegen dem durch das Fenster einströmenden Licht zufliegen konnten; nur im Freien erwies sich diese Art der Blendung der andern gleichwertig.

Die Versuche ergaben nun das überaus merkwürdige Resultat, dass sich alle völlig geblendeten Tiere ¹⁾, sowie sie losgelassen wurden, in senkrechter Richtung oder in einer bald steilern bald flachern Schraubenlinie zu einer solchen Höhe erhoben, dass sie dem sehr weit-sichtigen Auge Plateau's entschwanden; nimmt man 2 em als durchschnittliche Länge der Tiere und eine Bogenminute als kleinsten Gesichtswinkel an, so muss dieselbe mehr als 100 m betragen; sie überstieg in der That auch die höchsten Pappeln und die Dächer benachbarter Gebäude. Es ist dabei selbstverständlich, dass dieser Erhebung mit der Erschöpfung der Muskelkraft ein Ende gesetzt wird, und dass die Tiere dann zur Erde herabsinken, wenn auch eine direkte Beobachtung im Freien wenigstens nicht möglich ist. Im Zimmer steigen Insekten, denen die Nervenfasern sämtlicher Augen durchgeschnitten sind, in den meisten Fällen nach der Decke; sie schwirren dort oben längere Zeit in Kreisen umher und lassen sich dann zur Erholung auf den Fussboden oder die Wände nieder. Wenn in einzelnen Fällen das senkrechte Aufsteigen nur 3 bis 12 m betrug, ja einige Individuen auf den Rücken fielen, sowie sie einen Flugversuch unternehmen wollten, so ist dabei zu beachten, dass dies immer nur bei kleinern Arten und schwächlichen Exemplaren geschah, denen es wohl an Kraft zu einer weitem Erhebung gebrach. Eine Erklärung für die zweite abweichende Erscheinung ist leicht darin zu finden, dass durch das Anbringen des schwarzen Farbstoffs am Kopf der Schwerpunkt des Körpers nach vorn verlegt wird, sicherlich nur sehr wenig, aber doch ausreichend, um ein Umschlagen eines, zumal schwächlichen Insektes zu ermöglichen. Wie wenig stabil Insekten fliegen, haben uns zuerst die Versuche von Jossuet de Bellesme ²⁾ gelehrt, welche nachwiesen, dass Fliegen mit ihrem

1) Beobachtet wurden Individuen von *Bombus terrestris* und *lapidarius*, *Apis mellifica*, *Crabro striatus*, *Eristalis tenax* und *arbustorum*, *Helophilus florens* und *pendulus*, *Lucilia caesar*, *Sarcophaga carnaria*, *Calliphora vomitoria*.

2) Recherches exp. sur les fonctions du balancier sur les Insectes Diptères. Paris 1878.

Vorderteil sich nach vorn neigen und auf den Rücken fallen, wenn man ihnen die Schwingkolben ganz oder teilweise abschneidet. Plateau hat dieselbe Erscheinung auch bei kräftigen Insekten (*Eristalis tenax*) beobachtet, als er diesen einen kleinen Papierring um den Hals legte, und bei den kleinern Individuen die Verschiebung des Schwerpunktes wieder aufheben, also ein senkrecht Aufsteigen in gewissem Grade wieder ermöglichen können, dadurch, dass er kleine Papierstreifen an das Abdomen anklebte, — Beweise genug, um die gegebene Erklärung als eine durchaus richtige erscheinen zu lassen.

Dieselbe rätselhafte Erscheinung des senkrechten Aufsteigens zeigte sich in Uebereinstimmung mit den früher von Réaumur 1740, Cuvier 1799 und Forel 1878 angegebenen Beobachtungen bei allen Versuchen im Freien auch dann, wenn den Insekten nur die Facettenaugen unbrauchbar gemacht waren; im Zimmer hatten die Tiere in diesem Falle fast sämtlich das Vermögen, eine bestimmte Richtung einzuschlagen, verloren, nur einzelne gelangten zum Fenster. Wurden indess nur die einfachen Augen zugedeckt oder vom Nervenzentrum durch Durchschneiden der Schnerven getrennt, so benahmen sich die Tiere unter allen Verhältnissen ebenso, als wenn sie ganz unverletzt wären: sie flogen im Freien in wagrechter Richtung von dannen und im Zimmer direkt nach der Richtung des einfallenden Lichtes auch dann, wenn die Fenster durch Vorhänge von ungebleichter Leinwand verdunkelt waren oder in ganz undurchsichtigen Laden sich nur eine Oeffnung von 10 cm im Quadrat befand. Es geht daraus unzweifelhaft hervor, dass während des Flugs oder für das Vermögen der Orientierung die Nebenaugen durchaus zwecklos sind. Plateau hat ferner gezeigt, dass *Eristalis tenax* und *Calliphora vomitoria*, wenn man ihnen den Gebrauch nur dieser Augen lässt, die Bewegung eines Fingers um ihren Kopf herum auch in nächster Nähe nicht wahrnehmen und sich ergreifen lassen, ohne die Annäherung der Hand zu merken, und die Unrichtigkeit einer von Forel¹⁾ geäußerten Vermutung erwiesen, nach welcher die einfachen Augen Bienen, Ameisen, Wespen u. s. w. zum Sehen in ihren dunkeln Stöcken und Nestern dienen könnten. Er hat zu dem Zwecke Honig- und Mauerbienen, Hummeln, Wespen und Blattwespen in halbdunkeln Zimmern fliegen lassen, in deren Vorhängen zwei kleine Oeffnungen angebracht waren; die eine derselben, 5 cm im Quadrat messend, gestattete den Insekten ein unbehindertes Durchschlüpfen, die andere jedoch nicht, da sie mit einem Netz bedeckt war, welches aus hundert 5 mm im Durchmesser messenden Quadraten gebildet war, also derselben Lichtmenge Einlass gewährte wie jenes. Die genannten Tiere begingen genau dieselben Irrtümer wie Fliegen und Tagschmetterlinge unter denselben Ver-

1) Exp. et rem. crit. sur les sensations des Insectes; 2^{ème} partie. p. 180. 1887. (Recueil zool. suisse, t. IV, Nr. 2).

hältnissen: sie flogen bald der einen bald der andern Oeffnung zu. Ja noch mehr: *Bombus* und *Tenthredo* weigerten sich in einem ganz verdunkelten Zimmer, in welches Licht nur durch eine einzige Oeffnung von 25 qcm Fläche eindrang, entschieden, zu fliegen, und ließen sich lieber zu Boden fallen, flogen aber sofort nach der Lichtquelle, wenn man die Oeffnung bedeutend erweiterte. Die Tiere verrieten also kein besonderes Unterscheidungsvermögen im Dunkel und Halbdunkel; wenn dieselben sich trotzdem in ihren dunkeln Wohnungen mit Geschick zurechtfinden, so ist das sicherlich ihrem hochentwickelten Gefühls- und Geruchssinn zuzuschreiben.

Als Resultat aller von Plateau angestellten Versuche dürfen wir demnach mit Sicherheit hinstellen, dass bei den betrachteten vollkommenen Insekten, welche übrigens sämtlich am Tage fliegen, die einfachen Augen ohne jede Bedeutung und ohne jeden Nutzen sind. Die facettierten Augen allein dienen zur Wahrnehmung und reichen zur Orientierung vollständig aus, nach ihrem Verlust sind die Tiere gänzlich erblindet. In diesem Zustande aber zeigen sie ein höchstauffälliges Benehmen: sie steigen, falls sie überhaupt noch stabil zu fliegen vermögen, senkrecht in die Höhe, während sehende Insekten in wagrechter Richtung den sie haltenden Fingern entfliehen.

Eine Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung hat zuerst Forel¹⁾ versucht. Er argumentiert folgendermaßen: haben die Insekten einmal eine Flugrichtung eingeschlagen, so werden sie dieselbe im allgemeinen beibehalten, bis sie durch entgegenstehende Gegenstände gehindert oder durch andere, welche ihnen Nahrung oder die Möglichkeit auszuruhen versprechen, abgelenkt werden. Bei gebundenen Insekten ist die Wahrnehmung der letztern unmöglich; wirft man sie senkrecht in die Höhe und zwingt man sie dadurch, von Anfang an in dieser Richtung zu fliegen, so können sie auch Hindernisse nicht antreffen, folglich bleibt als einziger Grund, welcher sie zu einem Abweichen von der einmal eingeschlagenen Richtung veranlassen könnte, nur die Erschöpfung ihrer Muskelkraft; diese kann aber in dem gegebenen Fall nur ein Herabsinken zur Folge haben.

So einleuchtend diese Erklärung auch klingt, als ganz zutreffend kann sie doch nicht betrachtet werden, da bei den Versuchen Plateau's eine ihrer wesentlichen Voraussetzungen nicht erfüllt ist, die Tiere nämlich nicht in die Höhe geworfen werden, sondern unmittelbar den sich öffnenden Fingern entfliehen.

Plateau versucht darum eine andere Erklärung. Er stützt sich dabei zunächst auf das vielfach beobachtete dermatoptische Vermögen der Tiere. Da die Chitinhaut der Insekten durchsichtig oder durchscheinend ist, so erscheint es ihm als höchst wahrscheinlich, dass

1) Exp. et rem. crit. 1^{ière} partie. Recueil zool. suisse IV, Nr. 1, p. 20, 1886.

geblendete Individuen von dem durch die Haut dringenden Lichte in ihren Sehnerven oder in einem Nervenzentrum in ähnlicher Weise erregt würden, wie die sehenden, welche dem hellen Fenster eines Zimmers zufliegen und dadurch eine Helligkeitsvorliebe beweisen. Plateau nimmt dann weiter an, dass im Freien unter gewöhnlichen Verhältnissen das hellste Licht von oben komme, und folgert nunmehr, dass die im Freien losgelassenen Insekten, denen durch die Blendung jede Wahrnehmung sie ablenkender Dinge genommen ist, dem Zenith als der Stelle größter Helligkeit zustreben müssten. Gegen diese Argumentation lässt sich zunächst einwenden, dass im Freien das diffuse Tageslicht wohl gleichmäßig von allen Seiten auf die Tiere eindringt: auch kommt an einem klaren Tage die größte Helligkeit nicht vom Zenith, sondern von dem jeweiligen Standpunkt der Sonne. Plateau selbst stellt übrigens seine Ansicht nicht als eine unzweifelhafte hin, sondern erklärt sie nur für zulässig so lange, als ihre Unrichtigkeit nicht durch das Experiment dargethan sei. Ein solches hat er aber selbst angestellt: im Zimmer steigen geblendete Insekten zur Decke, trotzdem das Licht hier nicht von oben kommt; sie müssten, wäre die Erklärung von Plateau richtig, nach den Fenstern fliegen, weil diese die Stelle der größten Helligkeit sind.

„Demnach ist die rätselhafte Erscheinung des senkrechten Aufsteigens geblendeter Insekten bis jetzt noch nicht genügend aufgeklärt; weitere Untersuchungen können erst lehren, ob und inwieweit für dieselbe das unzweifelhaft konstatierte und eine hervorragende Rolle spielende dermatoptische Vermögen der Tiere in Frage kommt“.

Das Endergebnis aus Weismann's Schrift „Ueber die Zahl der Richtungskörper und über ihre Bedeutung für die Vererbung“ (Jena, 1887).

Von **Wilhelm Haacke** in Frankfurt a./M.

In mehr als einem Punkte könnten manche Gegner Weismann'scher Vererbungs- und Umformungstheorien von dem Urheber derselben lernen. Es ist die außerordentliche Klarheit seiner Schriften, vor allem aber die strenge Logik, welche an Weismann nachahmungswert ist, und mit deren Hilfe er bis jetzt in dem Streite um die Frage nach der Vererbung „erworbener“ Eigenschaften entschiedener Sieger geblieben ist. Wenn man den Begriff der „erworbenen“ Eigenschaften auf solche Eigenschaften beschränkt, welche durch äußere Einwirkungen an einem bereits entwickelten mehrzelligen Organismus entstanden sind, und unter Vererbung die mehr oder minder portraitähnliche Wiederholung dieser Eigenschaften an den aus Keimzellen entstandenen Nachkommen eines solchen Organismus versteht, so hat Weismann recht, wenn er behauptet, dass der Beweis der

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1888-1889

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Tiebe Albrecht

Artikel/Article: [Plateau's versuche über das Sehvermögen der einfachen Augen von Schmetterlingsraupen und von vollkommenen Insekten. 276-282](#)