

zunimmt. — Ebensowenig können die Lichtstrahlen dicke Baumstämme durchdringen. Es scheint mir daher die Annahme, dass die Farben erst im Augenblick entstehen, wo sie mit dem Licht in Verbindung treten, nur so verstanden werden zu können, dass sie in diesem Augenblick erst für unser Auge erkenntlich, d. h. sichtbar werden, aber jedenfalls schon vorher dagewesen sind. Die Farben auf dem Schmetterlingsflügel sind da, noch bevor das Thier die Puppe verlassen hat. Bei den meisten Sesien- und Cossus-Arten (jedoch nicht bei allen), bohren sich die kleinen Räupechen ein, nachdem sie das Ei verlassen haben, dringen, so lange sie im Larvenzustand bleiben, im Innern eines Baumstammes immer weiter, bis die Periode der Verpuppung eintritt. Jetzt erst beginnt die Raupe einen Ausgangskanal anzulegen und nachdem sie bis zur äusseren Rinde gedrungen und in derselben ein Loch gemacht hat, verpuppt sie dieses gleich wieder und verpuppt sich hinter demselben, ohne bis dahin mit dem Tageslicht in Berührung gekommen zu sein. Hier in diesem beständig finstern Gang entwickelt sich, ohne Hinzutritt der Lichtstrahlen, der Schmetterling vollständig in allen seinen Theilen und erst wenn er die zum Auskriechen erlangte Reife und Farben besitzt, spritzt er eine alkalische Flüssigkeit gegen das zugespinnene Ausgangsloch, welches dadurch erweicht und leicht mit dem Kopf durchstossen wird. Wenn er an das Tageslicht tritt, sind also alle Farben schon vorhanden und es fangen nur noch die bisher kleinen, schlaffen Flügel an zu wachsen und stramm zu werden. — Da ferner die Puppenruhe öfters bei identischen Arten sehr variiert und z. B. der Ligusterschwärmer (*Sphinx Ligustri*) oder der Wolfsmilchschwärmer (*Deilephila Euphorbiae*) zur Verwandlungszeit nur wenige Wochen braucht, während er bei andern Exemplaren derselben Art ebenso viele Jahre nöthig hat, ohne dass dadurch eine Veränderung in der Färbung zu erblicken wäre, so scheint eine Einwirkung des Lichts dabei nicht Platz zu greifen, die Fähigkeit zur Erzeugung der Farbe ist da. Anders verhält es sich jedoch mit dem belebenden Einfluss der Wärme, welche natürlich nicht mit dem Licht verwechselt werden darf. — Dabei meine ich aber nicht den Einfluss des Lichts im Allgemeinen in Abrede stellen zu wollen: denn gerade durch die Tagvögel (*Boisduvals Rhopaloceren*) wird der Beweis geliefert, dass Licht und Farbe in sehr nahen Beziehungen miteinander stehen, indem die Tagvögel alle ein lebhafteres Colorit haben als die Nachtvögel (*Walkers Heteroceren*). Festgestellt möchte ich aber den Satz wissen: das freie Licht, analog der freien Wärme verstanden, ist hier nicht Erzeuger der Farben. Geht man nun jenen verschiedenen Wärmestrahlungen weiter nach, die von den Physikern »Wärmefarben« genannt worden sind, besonders von Malloni nachgewiesen, und kommt auf die von Foucault, Forbes, Knoblauch u. A. beobachtete Uebereinstimmung der Wärme- und Lichtstrahlen, in welcher jene ebenso wie das Licht Erscheinungen der Polarisation, der Interferenz und der Beugung zeigen, so dürften sich unsere bei der Farbenbildung der Schmetterlinge gemachten Schlüsse als ein neuer Fingerzeig für die Wahrheit der, immer nur erst als Vermuthung vorhandenen, Ansicht ergeben: Wärme und Licht sind überhaupt nicht verschieden, und es dürfte eine vielleicht sehr dankbare Aufgabe für Physiker von Fach sein, ihre darauf bezüglichen Untersuchungen gerade auf unsere Falterwelt recht energisch zu richten. Und sollte nicht bei den Insekten, wo wir ohnehin so viele räthselhafte Lichterscheinungen wahrnehmen, ein ganz ähnliches Verhalten des Lichtes denkbar sein, wie bei der Wärme, nämlich ein Gebundensein, eine Absorption, wie wir z. B. bei Glas, bei Wasser diejenigen Wärmestrahlen, die von leuchtenden Körpern ausgehen, namentlich von

der Sonne, reichlich hindurchgehen sehen, während sie die von nicht leuchtenden Körpern ausgehenden Wärmestrahlen fast gänzlich verschlucken, d. h. doch offenbar sie in sich, etwa zu späterem Gebrauche, hinterlegen.

Dieser Hypothese füge ich noch folgende eigene Beobachtung über die Erzeugung der Farben in der Puppe bei. — Wie ich später bei der Bärenraupe und mehreren andern Species andeuten werde, übt die Futterpflanze leicht eine Veränderung in den Zeichnungen aus. Schwärmerarten, welche ausschliesslich nur auf Coniferen leben, sind von düstern und besonders von grauen Farben, wie unser Tannenpfeil oder Fichtenschwärmer (*Sphinx Pinastris*) oder der Föhrenspinner (*L. Pini*) und mehrere exotische Arten. Diese Beobachtung ist so untrüglich, dass ich aus Sidney und Baltimore die Bestätigung meiner Vermuthung erhielt, als ich gewisse Arten als auf coniferenartigen Pflanzen lebende bezeichnete und gebeten hatte, sie dort aufzusuchen. — So gut, wie bei der Bärenraupe, wie wir noch sehen werden, durch verschiedene Futterpflanzen Abänderungen in der Färbung zu erzielen sind, so gut kann im Pinin der Nadelhölzer der Grundstoff zur grauen Farbe für diese Gattungen liegen, oder mit unserer Hypothese zu reden: gebundenes Licht, wirklicher Farbstoff. — Mag es nun das Pinin oder ein anderer Stoff in den nadelholzartigen Pflanzen sein, welcher die graue Farbe zur Folge hat, so haben wir in dieser Thatsache einen Beweis zu meiner Beobachtung gefunden, dass die Futterpflanze zunächst auf die Färbung wirkt, oder hierzu eigenthümlich beschaffenen Stoff erzeugt. — Es geht also daraus hervor, dass der Farbstoff jedenfalls aus den Pflanzen gezogen wird und mit dieser Annahme dürfte der Schlüssel zum Geheimniss der Farbenbildung gefunden sein. — Ich habe von allen Gattungen viele Puppen in allen Stadien ihrer Entwicklung geöffnet und dabei weiter, und zwar durchgängig gefunden, dass sich die Farben nicht gleichzeitig mit den andern Körpertheilen entwickeln, sondern dass sie je nach der Grösse der Art oft unter wechselnden Nebenumständen, aber immer zuletzt, wenn der Schmetterling schon vollständig ausgebildet ist, auftreten. Sobald nämlich die Textur der bis dahin zarten und noch durchsichtigen Flügel fester und lederartig geworden, lagert sich ein anfangs gelblicher Schleim auf letztere ab, welcher nach und nach dunkler wird und auch die übrigen Körpertheile überzieht. Nach Herold besteht dieser Schleim mikroskopisch betrachtet aus fast gleich grossen Körnchen, die in der Folge die Flügelschuppen, d. i. die eigentlichen Farbenträger, bilden. Nach meinem Dafürhalten enthält diese Schleimsubstanz die von der Raupe aus den Pflanzen aufgenommenen Pflanzensalze, Säuren und Gerbstoffe, welche mit in den Puppenzustand übertragen und jetzt erst durch die grössere Lebensthätigkeit und stärkere Entwicklung von Wärme reagiren und die Farbenbildung geben. Ich füge noch weiter hinzu, dass die grössere Lebensthätigkeit, die fertige Ausbildung des Thieres, jedenfalls auch mehr Sauerstoff consumirt, als die frühere Eiweissmasse brauchte und dass diese stärkere Aufnahme von Sauerstoff nebst der Wärme bei allen Arten den Farbenprozess lebhaft befördern mag. — Die verschiedenen nebeneinander liegenden Zeichnungen auf den Flügeln sind schon in der Epidermis derselben sehr deutlich vorgesehen.

## Die Athembewegungen der Insekten

sind schon mehrfach untersucht und beschrieben worden, ohne dass jedoch eine genügende Einsicht in den Mechanismus derselben bisher erlangt wäre; na-



mentlich scheinen die früher angewandten Beobachtungsmethoden allzu unvollkommen gewesen zu sein. So hat schon 1803 Haussmann die Erweiterung und Verengerung des Abdomens der Insekten beim Athmen durch die Schwankungen einer damit verbundenen Flüssigkeitssäule zu ermitteln versucht; allein dieses Mittel war nur bei grossen Formen anwendbar und ergab auch hier keineswegs genane Resultate. Rathke (1861) beobachtete die Bewegungen mit blossen Auge und mit der Lupe und stellte so das Wesentlichste fest, übersah aber manche Einzelheiten und kam theilweise zu falschen Schlüssen. Endlich versuchte 1873 Girard den Insektenleib mit einer dünnen Kautschukhülle zu umgeben, an welcher ein kleiner Stift befestigt war, der dann selbst die Bewegungen aufzeichnen sollte. Erst neuerdings griff Plateau diesen Gegenstand wieder auf und es gelang ihm, unsere Kenntniss desselben durch verbesserte Methoden bedeutend zu erweitern, worüber er der belgischen Akademie eine vorläufige Mittheilung eindreichte.

Die Untersuchungen wurden ausschliesslich an ausgebildeten Insekten vorgenommen und richteten sich insbesondere 1) auf die Form der Inspiration und Expiration, 2) auf die Körperteile, welche an den Athembewegungen theilnehmen, 3) auf die dabei thätigen Muskeln und 4) auf den Einfluss bestimmter Abschnitte des Nervensystems. Zunächst benutzte auch Plateau die graphische Methode, indem er einen am Abdomen des Insekts mit Canadabalsam aufgeklebten leichten Stift auf einen rotirenden, geschwärzten Cylinder schreiben liess oder die Bewegungen eines langen, einarmigen Hebels aufzeichnete, der nahe seinem Drehpunkt auf dem Körper des Thieres aufruhete. Viel besser bewährte sich die Projectionsmethode. Das Insekt wird so befestigt, dass seine Athmung unbeeinträchtigt bleibt, und in eine grosse, gut beleuchtete Laterna magica gebracht. Auf dem Schirm kommt dann seine umgekehrte Silhouette zum Vorschein, die bei mässiger, höchstens zwölfacher Vergrösserung jede Athembewegung genau zu verfolgen gestattet, indem selbst Lageveränderungen der Theile von 1/10 Millim. sichtbar sind. Die den verschiedenen Phasen der Respiration entsprechenden Stellungen lassen sich dann leicht auf Papier nachzeichnen, und durch veränderte Befestigung des Insekts und Markirung einzelner, hinsichtlich ihrer Bewegung noch zweifelhafter Stellen mit kleinen Stiften u. s. w. erhält man schliesslich ein vollständiges Bild von allen Einzelheiten des betreffenden Vorgangs selbst bei kleinen Insekten.

Die Ergebnisse lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. Es besteht kein bestimmter Zusammenhang zwischen der Form der Athembewegungen eines Insekts und seiner Stellung im System. Jene gleichen sich überall da, wo der Bau der Leibeshöhle und ihrer Muskeln nahezu derselbe ist. So unterscheiden sich z. B. die Bewegungen der Phryganiden erheblich von denen anderer nah verwandter Neuropteren, stimmen dagegen fast völlig mit denen der stacheltragenden Hymenopteren überein.

2. Bei allen Insekten wird das Volumen des Hinterleibes bei der Ausathmung dadurch vermindert, dass sich die dorsalen und ventralen Bogenstücke der Segmente einander nähern, wobei bald jene bald diese eine grössere, oft auch beide die gleiche Beweglichkeit zeigen.

3. Die Aenderung des vertikalen kann von einer solchen des horizontalen Durchmessers begleitet sein (z. B. bei den Libellen.)

4. Im Gegensatz der bisherigen Anschauung kommen durch Aus- und Einziehen der Leibeshöhle bewirkte Längenveränderungen des Abdomens nur

selten vor: bei der ganzen Gruppe der Hymenoptera aculeata und ausserdem in einzelnen Fällen bei anderen Abtheilungen (z. B. Köcherfliegen unter den Neuropteren.)

5. Allermeistens nehmen die Brustsegmente keinen Antheil an den Athembewegungen eines ruhenden Insekts; doch wird dabei der hinterste Brustsegment häufiger in Mitleidenschaft gezogen, als Rathke annahm.

6. Man glaubte bisher, die Athembewegungen pflanzen sich bei vielen Insekten wellenförmig von der Basis des Abdomens bis zur Spitze oder von seiner Mitte nach beiden Enden hin fort. Diese Welle ist jedoch ein ausnahmsweises Vorkommniss: sie fehlt bei allen Käfern, Heuschrecken, Libellen, stacheltragenden Hymenopteren, Musciden und einem Theil der Schmetterlinge und findet sich blös bei einzelnen Formen der übrigen Gruppen.

7. Findet eine Unterbrechung der Athembewegungen statt, so geschieht dies immer während der Inspiration.

8. Bei allen Insekten, die gross genug sind, um brauchbare Curven zu liefern, wie z. B. die grossen Käfer, findet man, dass die Einathmung gewöhnlich langsam stattfindet, als die Ausathmung, und dass die letztere oft plötzlich erfolgt, was eine Beobachtung von Sorg im Jahre 1805 bestätigt.

9. Bei den meisten Insekten erfolgt nur die Ausathmung activ, die Einathmung dagegen ist passiv und beruht einfach auf der Elasticität der Hautdecken und der Tracheenwände (Bestätigung früherer Beobachtungen.)

10. Die Mehrzahl der Insekten besitzt denn auch bloss expiratorische Muskeln. Solche, die der Inspiration dienen, fand Plateau ausser bei Hymenopteren und Acridiern, (Rathke, Graber) auch bei Phryganiden.

11. Viele, möglicherweise alle Insekten führen mit ihrem Abdomen allgemeine Bewegungen aus, die manchmal nur schwach, oft aber auch sehr ausgiebig sind, die jedoch nicht mit den eigentlichen Athembewegungen zusammenfallen und wohl von denselben zu unterscheiden sind.

12. Die Athembewegungen der Insekten sind rein reflectorischer Natur; sie dauern beim enthaupteten Thier und selbst am isolirten Abdomen da fort, wo das Nervensystem nicht concentrirt ist. Im letzteren Falle werden diese Bewegungen durch dieselben Einflüsse beschleunigt oder verzögert, welche beim unverletzten Insekt diese Wirkungen hervorbringen (übereinstimmend mit früheren Beobachtungen.)

13. Die Ganglien des Metathorax sind nicht, wie Faivre glaubte, spezielle respiratorische Centren (was schon Barlow und Baudelot für die Libellen bestritten hatten und das Aufhören der Athembewegungen nach Zerstörung jener Ganglien bei Dytisciden und anderen Käfern beruht nur darauf, dass ihr Nervensystem stark concentrirt ist, so dass eine Anzahl von Bauchganglien mit denen des Metathorax innig zusammenhängt.)

14. Bei Insekten mit concentrirtem Nervensystem afficirt die Reizung oder theilweise Zerstörung einer complexen, durch Vereinigung mehrerer Ganglienknotten entstandenen Nervenmasse stets sämtliche Centren, welche zur Bildung dieser Masse beitragen.

## Kleine Mittheilungen.

Darwin entdeckte, dass die Anziehungskraft der Blumen auf Insekten zumeist von deren Farbe abhängig ist, und dass verschiedene Insektenarten auch verschiedene Farben auszuwählen die Gepflogenheit haben. Müller hat nachgewiesen, dass jede Schmetterlingsart ihre eigenthümliche Lieblingsfarbe habe und nur Blüten und Blumen von dieser Farbe anzuschauen pflege. Der berühmte John Lubbock theilte jüngst der

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomologische Zeitschrift](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Anonymous

Artikel/Article: [Die Athembewegungen der Insekten 190-191](#)