

wohl zusammen, daß die Reihenfolge der Jahreszeitenaberration mittels Anwendung von Thermostat alteriert werden kann.

Bei vertiefter Inbetrachtziehung des Schmetterlingsflügels ist weniger das Entstehen der oft prachtvollen Farben das Merkwürdige, bislang Geheimnisvolle, sondern vielmehr, wieso es möglich ist, daß auf einem gleichartigen morphologischen Gebilde wie die Flügelhaut, auch unter dem Mikroskop, als solches erscheint —, man nimmt keine Verschiedenheit unter den ungleichen Farbefeldern wahr —, eine durch unzählbare Generationen hindurch und bei allen Individuen der Brutensich gleichbleibende Abgrenzung der je gleichfarbigen Schuppen erhalten bleibt. Gleichgeformte und gleichgroße Schuppen stehen oft ganz verschieden pigmentiert neben einander; ohne alle Beschränkung durch das Geäder und die von ihm abgegrenzten sogenannten Flügelzellen erstrecken sich die verschiedenen Farbefelder bei vielen Species über die Flügelflächen hin; nach Schneider's auf fast alle Schmetterlingsgattungen ausgedehnten Untersuchungen der Schuppenform sollen die sinuslosen Schuppen mehr düstere Farben zeigen als die Sinusschuppen. Damit ist das »Wie« der Differenzierung in verschiedene Farben noch nicht erklärt, unbegreiflich erscheint sie uns aber nicht mehr, wenn wir das Prädicat der Descendenz und Vererbung eigenthümlicher noch nicht mikroskopisch erkannter Unterschiede in dem Schuppenmutterzellinhalt auch hier gelten lassen.

## 2. Über Eigenschaften der Schuppenpigmente einiger Lepidopteren-Species.

Von Dr. F. Urech, Tübingen.

eingeg. 5. Juni 1892.

### A. Pieriden.

#### 1. *Rhodocera Rhamni*.

So weit mir betreffende Litteratur zugänglich war, ersah ich, daß über diesen Gegenstand noch nicht viele gründliche Untersuchungen in chemischer Richtung publiciert sind (wohl nur der leichteren Gewinnbarkeit größerer Mengen wegen ist die chemische Untersuchung der Vogelfederpigmente besonders durch Krukenberg und der Vogeilerschalenfarbstoffe durch C. Liebermann schon weiter gediehen). — Nur in kurzer Referatform ist mir bekannt geworden, Hopkins habe mit dem gelben Farbstoff des Citronenfalterflügels (Männchen von *Rhodocera Rhamni*) die Murexidreaction erhalten und es könne also hier ein Stoff der Xanthingruppe (nicht zu verwechseln mit dem Xanthin der Botaniker!) oder sonstiger Abkömmling der Harnsäure, etwa nahe verwandt mit Mycomelinsäure vorliegen. Ich

will hier die Ergebnisse meiner Wiederholung der chemischen Reaction kurz beschreiben und zunächst bemerken, daß der Name Xanthin (von ξανθός gelb) den mit Griechisch bekannten Nichtchemiker verleiten könnte vorauszusetzen dieser Stoff sei gelb, was aber nicht ist, er ist weiß resp. farblos, hingegen giebt er beim Verdampfen mit Salpetersäure gelbe Abkömmlinge, daher erhielt er von Marc et den Namen Xanthic oxid, jetzt ist in der deutschen Nomenclatur Xanthin ( $C_5H_4N_4O_2$ ) gültig. Es ist auch wirklich in den gelben Schuppen von *R. Rhamni* ein weißer resp. farbloser Stoff — schon bei etwa 70facher Vergrößerung als krümlige Masse zwischen den Längsrillen der Schuppen gebettet, sichtbar — enthalten, der zwar gelb erscheint, aber nur weil er durch eine andere Substanz gefärbt ist, denn sobald man die weggenommenen Schuppen mit etwas Wasser erwärmt z. B. auf einem stellenweise etwas ausgehöhlten Objectivglas, so sieht man mittels des Mikroskops nach Verdunsten des Wassers neben dem nun farblosen durchsichtigen und von der krümligen Substanz befreiten Schuppen, sowohl jene als auch den gelben Farbstoff, dieser ganz structurlos die Contouren des eingetrockneten Wasserrückstandes begrenzend (es ist eine bekannte Eigenschaft, besonders von Farbstoffen beim Eindampfen die Peripherie der früheren Flüssigkeitsschicht zu beranden). Beim Erwärmen gelber Schuppen mit Wasser im Mikroreagensröhrchen erhielt ich eine grüne Lösung, die während des Erkalten sich trübte und gelblich gefärbte pulverige Substanz ausschied. Bemerkenswerth ist es, daß die wässrige Lösung nicht gelb sondern grün ist, als ob irgend eine Zersetzung einträte etwa in eine grüne und eine farblose Substanz, eine grüne Fluorescenz ist es nicht, wie sie die Mycomelinsäure (ein der Harnsäure und den Xanthinkörpern verwandter Stoff) zeigt. Auch die Schuppen, die den orangenen Fleck auf der Oberseite der Flügel liefern, ist löslich in warmem Wasser, hingegen nicht der Farbstoff der Schuppen, die den strohgelben Fleck an entsprechender Stelle der unteren Flügelseite bilden. Die Männchen haben sehr hellgelbe Schuppen (ein Nichtkenner kann sie leicht mit *Pieris*-Arten während des Fliegens verwechseln), die an heißes Wasser relativ wenig weißlichen Stoff in Lösung geben, beim Erkalten scheidet er sich unter Trübung aus. Zur Murexidprobe standen mir nur minime Mengen des Stoffes zu Gebote, doch trat dieselbe mittels der Chlorkalkmethode deutlich ein.

## 2. *Colias*.

Unter den bis jetzt von mir untersuchten Species gab mir diese am leichtesten und reichlichsten schon beim gelinden Erwärmen mit Wasser eine schön grüne Lösung. Während des Erkalten scheidet

sich unter Trübung eine unkrystallisierte gelblich gefärbte Substanz in krümeliger Form aus und die Flüssigkeit ist farblos geworden, also das gleiche Verhalten wie bei *Rhodocera Rhamni*. Bei Anwendung des dort beschriebenen mikrophysikalischen Verfahrens kann man auch die Mischung von gelbem Farbstoff mit der weißen Substanz (Verwandte der Xanthinstoffgruppe) beobachten; mit kaltem Wasser kann man den gelben Farbstoff theilweise wegnehmen. Sehr wahrscheinlich sind beide Stoffe bei beiden Schmetterlingspecies identisch. Auch hier erhielt ich die Murexidreaction. Mit concentrirter Schwefelsäure gehen die Farbstoffe rasch in Roth dann Braun und Schwärzlich über, vermuthlich eine Folge von Wasserentziehung und Atomanhäufung im Molecul (sogenannte chemische Condensation), und möglicherweise ist diese Übereinstimmung in der Reihenfolge des Farbenauftrittes mit der weiter oben besprochenen ontogenetischen des Puppenflügelchens nicht eine zufällige. Salpetersäure entfärbt sogleich den gelben Farbstoff.

### 3. *Anthocharis*.

Der orangerothe Farbstoff der betreffenden Oberflügelschuppen geht leicht mit warmem Wasser in Lösung, ebenso der hellgelbe der Schuppen, die auf der Unterseite des Hinterflügels mit schwarzen Schuppen vermischt bei Fernbetrachtung den Eindruck von Grün-gelb machen. Das Pigment der schwarzen Schuppen ist wie bei den *Vanessa*-Arten unlöslich nicht nur in heißem Wasser sondern auch in alkalischen und sauren Reagentien.

### 4. *Pieris brassicae*.

Die schwachgelben Schuppen, die die Unterseite der Hinterflügel bedecken, geben an heißes Wasser gelbliches Pigment ab, die heiße Lösung ist nicht grün wie bei *Rhodocera Rh.*-Weibchen und bei *Colias*. Die weißen Schuppen geben weniger leicht Stoff in Lösung auch beim Erwärmen mit 2%iger Sodalösung; das Verhalten ist also ähnlicher dem der hellgelben Männchen von *Rhodocera Rh.*

## B. Papilioniden.

### 1. *Papilio Machaon*.

Die gelben Schuppen geben an heißes Wasser gelblichen Farbstoff ab, doch nicht so leicht und so viel wie *Colias* und *Rhodocera Rh.* Die Schuppen der braunrothen Flecken im Aberauge geben an heißes Wasser und auch an 2%ige Sodalösung keinen Farbstoff ab, auch nach Zerreiben der Schuppen nicht; es ist dieses Verhalten bemerkens-

werth im Vergleiche zu der leichten Löslichkeit des gleichfarbigen Pigmentes der *Vanessa*.

### C. Lycaeniden.

Die von Gelblichgrün zu Blau und Violett, alles in sehr hellen Nuancen irisierenden Schuppen der Oberflügelseite einer *Lycaena* gaben an heißes Wasser einen gelblichgrünen Farbstoff ab.

### D. Nymphaliden.

Voriges Jahr legte ich beschuppte *Vanessa Io*- und *-urticae*-Flügel in wässrige Lösungen von Ammoniak, Ätzkali, Soda, Säuren, sowohl concentrirte als auch sehr verdünnte, und beobachtete starke Abschwächung des Gelb und besonders des Braunroth. Dunkelbraun und Schwarz blieb unverändert. Später erwärmte ich eine größere Anzahl beschuppter Flügel mit wenig Wasser allein, und erhielt braunröthliche Lösungen, die nach Filtration und Verdunsten relativ beträchtliche Mengen braunrothen Farbstoffs zurückließen, der sich auch in geringster Menge Wasser und nach jedesmaligem Eintrocknen immer wieder löste. Mit ihm gehen aus den Schuppen keine oder nur sehr wenige andere Stoffe in Lösung, es sind letztere überhaupt in geringerer Menge als z. B. bei *Colias* enthalten. Die Versuche, die ich mit den Schuppen allein machte, sind folgende :

#### 1. *Vanessa Io*.

Durch Erwärmen weniger braunrother Schuppen der Oberseite der Flügel mit einem Tröpfchen Wasser auf einem Objectglase kann man den in Lösung gegangenen Farbstoff nach dem Eintrocknen schon in Ringform sehen. Die Schuppe ist entfärbt, das Gekrümel zwischen den Längsrillen ist verschwunden, wodurch letztere schärfer hervortreten. Wendet man 2%ige Sodalösung an, so geht der Farbstoff noch schneller und auch in der Kälte schon in Lösung. Die Schuppenlamellen werden angegriffen und schrumpfen. Auch Zerreiben der Schuppen befördert die Geschwindigkeit der Extraction besonders bei Anwendung kalten Wassers merklich.

Die hell und dunkelbraunen Schuppenpigmente der Unterseite und die schwarzen der Oberseite lösen sich weder in reinem, noch in saurem oder alkalischem Wasser, durch Bromwasser werden sie hellbraun.

Die blauen Schuppen weggenommen und unter dem Mikroskop besehen erscheinen hellgelb. Mit unbewaffnetem Auge besehen, wechseln sie die Farbe je nach der Richtung, die man ihnen zu ihm giebt, in weißlich (fast farblos), blau, violett, letztere Farbe zeigen sie

auch manchmal statt blau auf den Flügeln. Fortwährend blau oder violett bei jeder Stellung zum Auge erscheinen diese Schuppen nur auf dunklem Hintergrunde, wie ja die Unterseite des Flügels eine solche ist. Betrachtet man sie hingegen vor weißem Grunde, so erscheinen sie weißlich.

Die blauen Flecken auf dem Hinterflügel von *V. Io* sind in dem Sammetschwarz der Kreisfläche, die sie einschließt, so vertheilt, daß es nicht mehr Phantasie dazu braucht, um das Bild mit dem eines Todtenschädels zu vergleichen, als wie bei *Acherontia atropos*. Der eine halbkreisförmige blaue Fleck skizzirt die Stirne, die zwei darunter befindlichen blauen Flecklein nehmen die Stelle der Augenhöhlen ein, und der blaue Querstrich unten zeichnet die Stelle des Mundgebisses. Alle *Vanessa*-Individuen zeigen zwar nicht solche Symmetrie in der Anordnung dieser blauen Flecken und meistens auch die Abbildungen nicht, doch habe ich an meinen Bruten dieses symmetrische Bild fast durchweg gesehen. Warum man es aber mit dem Pfauenfederauge zu vergleichen liebt, hat wohl seinen Grund darin, daß der schwarze Kreis von einem lavendelgrauen Farbenringe eingeschlossen ist, der nicht bei jeder Stellung zum Beschauer gleichmäßige Nuancen zeigt, er schillert immerhin aber doch nur in grauen Nuancen; seine Schuppen enthalten kein extrahierbares Pigment, sondern zeigen prachtvolles Irisieren (Interferenzfarben), wenn man die dunklen Schuppen der Unterseite des Flügels weggewischt hat, und den grauen Ring von dieser Seite aus also durch das farblose Flügelblatt hindurch betrachtet, und zwar erscheinen, je nach der Stellung zum betrachtenden Auge des Beschauers: blau, grün, grünlichgelb, während auch trotz dieses Eingriffes der Ring gegen die Oberseite des Flügels hin betrachtet in jeder Stellung grauen Farbenton zeigt.

Das irisierende Verhalten ist also ziemlich anders als wie bei *Apatura Iris*, wo auf dem intakten Flügel immer schon ein Farbenwechsel von braungrau in violettblau stattfindet, je nach der Stellung des beschauenden Auges. Betrachtet man die Schuppen besagten grauen Ringes von *Vanessa Io* nach Wegnahme vom Flügel auf einer Glasplatte in wechselnden Stellungen, so irisirt jede einzelne successive in verschiedenen Farben, auch trifft man eine Lage, in der sie lavendelgrau erscheinen, wie auf dem Flügel. Schuppen, welche solches irisierendes Verhalten zeigen, sind nun aber an *Vanessa Io* auch die dunkleren mehr graubraun erscheinenden am ganzen Flügelrande des Hinterflügels so wie auch die am Seitenrande des Vorderflügels. Wischt man daher auch am Vorderflügel die schwärzlichen Schuppen der Hinterseite weg, und betrachtet den Flügel im durchfallenden Lichte und zwar so, daß

das Auge die Hinterseite anschaut, so sieht man wieder ein sehr schönes wechselndes Farbenspiel, je nach der Stellung, die man dem Flügel giebt. An *Vanessa urticae* lassen sich ebenso diese irisierenden Farbenspiele an den braunen und schwarzen Schuppen beider Flügelseiten zur Erscheinung bringen. Es hängt also nur von Lageverhältnissen ab, daß die besagten farbigen Schuppen im reflectierten Lichte am Flügel nicht auch noch irisieren, sondern nur ihre eine Pigmentstofffarbe zeigen (gelb, roth, braun, schwarz, grau), während z. B. *Apatura*-Schuppen beide Farbenkategorien auf dem Flügel aufweisen. Nur ausnahmsweise kommt Ähnliches spurweise an *Vanessa* vor, die Anlagen dazu sind also beinahe in allen *Vanessa*-Schuppen vorhanden, sie haben die Structurbeschaffenheit, diese sog. physikalischen Farben zu zeigen, sie könnten in prachtvollen lebhaften Farben schillernde Aberaugen bilden in anderer Stellung zur Flügelfläche; möglicherweise giebt es tropische Exoten, die mit derlei Schmuck ausgestattet sind, und nicht nur, wie unsere einheimische *V. Io* mit einem todtenschädelartigen Bild, von fahlgrauem Ringe umgeben; vielmehr etwas, das dem Pfauenfederauge und Colibrifarben ähnlicher sieht, haben. »Aber es ist ihr Licht noch unter den Scheffel gestellt«, gleich wie der Perlmutterglanz bei der verkrusteten Meermuschel. Die Factoren, die der Darwinismus entdeckt hat (Anpassung, Vererbung etc.), haben bei unseren einheimischen *Vanessa*-Arten sich noch nicht mit der initiierenden Natur des Organismus hervorragend nach derjenigen Richtung zur Entwicklung und Entfaltung vereinigt, die auch unser Schönheitsgefühl entzückt und worin man bislang unerklärliche Wundergebilde erblickte, wie durch übernatürliche Einflüsse entstanden, während sich mittels der Principien eines erweiterten Darwinismus diese Erscheinungen realistisch nach naturwissenschaftlichen Gesetzen erklären lassen.

## 2. *Vanessa urticae*.

In obigen ausführlichen Erörterungen über *V. Io*-Schuppen habe ich die nahe Übereinstimmung mit denen der nahe verwandten Species *V. urticae* mehrmals hervorgehoben, ihr braunrothes Schuppenpigment ist etwas heller, löst sich aber in gleicher Weise in Wasser.

## 3. *Vanessa C-album*

hat rein braungelbe Schuppen auf der Oberseite der Flügel wie *V. polychloros*; der Farbstoff löst sich ebenso wie der der beiden vorhergenannten Arten; die grauhell- und dunkelbraunen der Unterseite geben keinen Farbstoff ab, auch an Alkali und Säuren nicht und verhalten sich in dieser Beziehung wie z. B. Schuppen der Bombyciden.

4. *Vanessa Atalanta*.

Die scharlachrothen Schuppen des Ordensbandes geben den Farbstoff an Wasser ab.

5. *Vanessa Antiopa*.

Auffallenderweise geben die tief röthlichbraunen Schuppen, die die ganze Oberseite der Flügel, ausgenommen die Ränder, bedecken, weder an Wasser noch alkalische und saure Reagenslösungen Pigment ab, und gleich verhalten sich die gelben Schuppen der Seitenränder. Es erscheint mir dieses Verhalten sehr bemerkenswerth; betreffend Löslichkeit ist es dem der braunen und schwarzen Schuppen der Unterseite dieser Arten ähnlich. An *Vanessa antiopa* ist das den übrigen *Vanessa*-Arten gemeinsame Merkmal der Löslichkeit von Oberflügel-seitenschuppenpigment nicht vorhanden, es scheint mir dies auf eine beträchtliche Kluft in der phyletischen Entwicklung hinzudeuten.

## E. Zygaenen.

*Zygaena philipendula*.

Durch anhaltendes Erwärmen mit Wasser geben die purpurrothen Schuppen den Farbstoff in Lösung. 2%ige Sodalösung entfärbt schon ohne Erwärmen. Concentrierte Säuren ändern das Purpurroth sogleich in Hellgelb, mit verdünnten Säuren tritt als Zwischenstufe Orange auf.

## F. Bombyciden.

*Arctia Caja*.

Aus den ziegelrothen Schuppen zieht weder Wasser, noch 2%ige Sodalösung den Farbstoff aus.

## G. Sphingiden.

*Deilephila euphorbiae*.

2%ige Sodalösung zieht den rosarothern Farbstoff langsam aus. Concentrierte Salzsäure entfärbt schnell.

Diese erst nur auf wenige Species sich erstreckenden Reactionen auf das Pigment der Schuppen ermöglichen noch nicht eine Classification der chemischen Schuppenfarbstoffe aufzustellen, wie es für die Vogelfedern bereits geschehen ist (Häcker) und die ziemlich einfach ist, da hauptsächlich ein gelber und rother chemischer Farbstoff je nach seiner Concentration und dem Hintergrunde eine große Anzahl Farbentöne mit verschiedenen Nuancen giebt. Viele Farben, besonders die grünen und blauen, kommen durch Interferenz zu Stande. Für die

Farben der Schmetterlingsschuppen scheinen hier ganz ähnliche Verhältnisse Regel zu sein, jedoch halte ich dafür, daß die chemischen Pigmentstoffe darunter andere chemische Zusammensetzung haben als die der Vogelfedern, dies ist wohl im Zusammenhange mit der Verschiedenheit der Bildung des Blutes und seiner chemischen Zusammensetzung und etwa auch mit der histologischen Beschaffenheit der Häute bei diesen beiden Thierstämmen.

Bisher habe ich nur in Äther oder Alcohol unlösliche chemische Farbstoffe der Lepidopterenschuppen angetroffen, während Krukenberg für die der Vogelfedern meistens Löslichkeit fand.

Ich will hier noch eine allgemeine Eintheilung der Schuppen in Betreff der Natur ihrer Farbe folgen lassen:

1) Schuppen, die nur chemischen Farbstoff enthalten und keine Interferenzfarbe zeigen können.

2) Schuppen, die chemischen Farbstoff enthalten, aber auch Interferenzfarben zeigen können, z. B. Schuppen an *Vanessa*-Arten.

3) Schuppen, die nur Interferenzfarben zeigen auf dem Flügel, aber auch chemischen, in Wasser löslichen Farbstoff enthalten, z. B. an *Lycaena*-Arten.

An Schuppen, die Interferenzfarben zeigen, kann man zwei Unterscheidungen machen:

a. Die Interferenzfarben sind nur sichtbar, wenn man die Schuppen vom Flügel wegnimmt und in bestimmte Lagen zu den Lichtstrahlen bringt, indem man sie z. B. auf eine Glasplatte legt; oder sie sind auch am Flügel sichtbar, wenn man die anderen auf der Kehrseite befindlichen Schuppen wegwischt, und von dieser Seite aus den Flügel in gewissen Stellungen zu dem beschauenden Auge hält, die Schuppen also durch die durchsichtige Flügelhaut hindurch betrachtet. Man kann so ein Schillern in wechselnden Farben veranlassen (Beispiel: Schuppen der *Vanessa*-Arten).

b. Die Interferenzfarben sind im reflectierten Licht auch an den im Flügel steckenden Schuppen sichtbar, meist nur in zwei Farben variierend, je nach der Stellung zum reflectierten Licht (z. B. *Apatura Iris*, *Lycaena*-Arten).

4) Schuppen, deren Farbenerscheinung auch noch durch die Unterlage bedingt ist, z. B. die blau und violett erscheinenden Schuppen der *Vanessa*-Arten; nur über dunklem Grunde erscheinen sie so.

5) Verschieden gefärbte, sich überdeckende Schuppen zeigen oft die Mischfarbe, z. B. bei *Papilio Machaon* blaue und rothe Schuppen des Aberauges auf dem Hinterflügel, man sieht einen lilarothen, sichelförmigen Streifen.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Urech Friedrich

Artikel/Article: [2. Über die Eigenschaften der Schuppenpigmente einiger Lepidopteren-Species 299-306](#)