

Zur Kenntnis der Schmetterlingsschuppen¹⁾.

Von Arnold Spuler.

Schon im 17. Jahrhundert waren die Insektenschuppen bekannt und wurden auch abgebildet. Réaumur²⁾ bespricht namentlich eingehender ihre Anordnung; Rösel von Rosenhof³⁾ war meines Wissens der erste, der es versuchte, kompliziertere Farbeffekte durch Studium der Schuppen zu verstehen; indess haben ihn die mangelhaften Hilfsmittel verhindert, zu richtiger Auffassung zu gelangen. Den feinem Bau der Schuppen haben zuerst Lyonnet⁴⁾ und Deschamps⁵⁾ festgestellt. Sie unterscheiden die Squamulae von den Plumulae, welche letztere jetzt gewöhnlich als „Duftschuppen“ bezeichnet werden. Mayer hat 1860⁶⁾ von neuem diese Verhältnisse studiert und „fand im Allgemeinen bei den Schüppchen und Federchen nur 2 Schichten, und die Streifen in beiden gleichförmig verlaufen, bei jenen meist gerade oder hinten wenig gebogen, bei diesen dagegen schön nach hinten gebogen und später auch gerade.“ Auf der vorderen Schicht befinden sich Leistchen, aus Chitinkörperchen gebildet, welche die Träger der Schuppenfarben sind. Die Plumulae sind ebenso gebaut wie die Squamulae, durch hervorragenden der Leistchen über die Schuppenbreite entsteht das federbuschartige Aussehen vieler Plumulae. „Der Stiel oder die Wurzel der Schüppchen ist vorn knopförmig und steckt in einem nach einwärts umgestülpten Doppelsäckchen

1) In Kurzem werde ich an der Hand von Abbildungen mich in den Zool. Jahrbüchern über dieses Thema ausführlicher äussern.

2) Réaumur, *Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*, T. I. 1734 p. 199—206.

3) Rösel von Rosenhof, *Der monatl. herausgegeb. Insekten-Belustigung*, 3. Teil 1755 p. 254 ff., tab. XLIV.

4) Lyonnet, *Annales de muséum d'histoire naturelle* 1832.

5) Deschamps, *ibidem* 1835.

6) Mayer, *Allgem. medic. Centralzeitung* 1860 p. 772—74.

(Schuppenbalm) der Haut des Flügels, welches eine gelbe, fett-
ölige Flüssigkeit enthält.“ Ueber die Schuppenbefestigung hat
schon Deschamps richtige Angaben gemacht, die Mayer be-
stätigt. Genauere Angaben über dieselben habe ich nicht auffinden
können.

Semper¹⁾ hat uns über die Entstehung der Schuppen
berichtet; es beziehen sich indess seine Angaben nur auf die
Squamulae, die je aus 1 Hypodermiszelle entstehen, während er
über die Entstehung der Plumulae keine Angaben macht. Bis
jetzt ist, soviel mir bekannt, von keinem der späteren Forscher
dies studiert worden, leider hatte ich selber keine Zeit, dieser
Frage näher zu treten.

Kettelhoit²⁾ machte es sich zur Aufgabe, durch Unter-
suchung einer grössern Anzahl von Schmetterlingen festzustellen,
in wie weit sich für die verschiedenen Abteilungen
der Schmetterlinge charakteristische Formverschie-
denheiten der Schuppen feststellen liessen und zwar nur
an den sogenannten Normalschuppen der Oberseite der Vorderflügel.
Er stellte fest, dass der allgemeine Typus der Schuppen, der
Verlauf der Seitenränder und namentlich auch Vorkommen oder
Fehlen eines Ausschnittes an der Basis der Schuppe für grössere
Gruppen charakteristisch ist. Indes finden sich Ausnahmen, wie
auch schon R. Schneider festgestellt hat.

Dieser³⁾ gieng darauf aus, herauszufinden, wie sich die
Schuppen der verschiedenen Flügel- und Körperteile
zu einander verhalten. Die wichtigsten Ergebnisse seiner
Untersuchungen, die ich völlig bestätigen kann, sind in folgenden
Sätzen seines Teiles XIV niedergelegt⁴⁾:

„1) Die Schuppen sind am Leibe am stärksten entwickelt,
mit den bedeutendsten Processus, bei Rhopaloceren mit kleinstem,
oft ganz fehlendem Sinus, — sinken auf den Wurzelfeldern schon
an Grösse, — auf den Mittelfeldern noch mehr und werden auf
den Randfeldern am kleinsten, — bei Rhopaloceren (und den

1) C. Semper, Ueber die Bildung der Flügelschuppen und Haare
(Epidermoidalgebilde) bei den Lepidopteren, Ztschr. f. wiss. Zool. 1857, VIII.

2) Th. Kettelhoit, de squamis Lepidopterorum, Diss. Bonnae, 1870.

3) Schneider, Die Schuppen an den verschiedenen Flügel- und
Körperteilen der Lepidopteren. Diss. inaug. zool., Halle 1878.

4) l. c. p. 53 u. 54.

wenigen Heteroceren) mit bedeutendstem Sinus, — allgemein mit abnehmenden Processus.

Mit steigender Hervorbildung der Processus sinkt also die Grösse des Sinus, mit steigender Hervorbildung des Sinus die der Processus.“

„2) Die freien Randschuppen sind immer sehr lang und dünn, mit einigen sehr spitzen Processus und stets fehlendem Sinus, — und schliessen sich entweder unmittelbar an die typischen Randfelderschuppen an, oder werden durch einige Lagen schmaler werdender Uebergangsschuppen aus diesen vermittelt.

3) Die Cellula suprema (das Haftfeld) der Hinterflügel zeigt die eigentümlichen asymmetrischen Schuppen, bei Rhopaloceren schief genagelt, bei Heteroceren schief gerandet, die dann in symmetrische, aber noch fortsatzlose Schuppen übergehen, welche letztere sich auf der Area basalis immer, auf der Area intima teilweise erhalten; diese gehen dann auf der Area media wieder in normale Schuppen über, die sich auf der Area limbalis völlig wie die der Vorderflügel stellen.

4) Die Schuppen der untern Seite sind gegen die der obern kräftiger entwickelt, — sowohl was allgemeines Volum, als auch Grösse der Processus betrifft.“

5) Auf dem Haftfeld der Vorderflügel verhalten sich die Schuppen wie auf dem der Hinterflügel.

„6) Die Cellula suprema der Vorderflügel zeigt meistens durch Grösse und Processus ausgezeichnete Schuppen.

7) Die Thoraxschuppen werden repräsentiert bei den Rhopaloceren erstlich durch die kleinen, stark schwarz pigmentierten, — zweitens durch die sehr unregelmässig gebildeten, mit besonders scharfspitzigen Processus versehenen Schuppen, mit oft fehlendem Sinus und von schwankender, meist verhältnismässig unbedeutender Grösse; bei den Heteroceren sind die Thoraxschuppen ebenfalls durch sehr bedeutende Processus, zugleich aber durch die allgemeine Grösse ausgezeichnet, worin sie die Schuppen aller übrigen Körperteile übertreffen. Die grössten aller beobachteten Schuppen waren Thoraxschuppen von Heteroceren.“ (Macroglossa).

„8) An den Füßen zeigen die Schuppen des Femur gegen die der Tibia eine kräftigere Ausbildung, welches Verhältnis bei den Rhopaloceren konstant, bei den Heteroceren allerdings nicht immer mit Sicherheit zu erkennen ist.

Die anomalen Schuppen glasheller Stellen sowie Tüpfel und Federbuschschuppen sind aus dem Kreise der Gesetzmässigkeiten ausgeschlossen.“

Vor einigen Jahren habe ich dann in aller Kürze meine, auch durch das Studium feiner Schnitte gewonnenen, Resultate über den feineren Bau der Schuppen veröffentlicht.

Die Schuppen bestehen, wie ihre Entstehung erwarten lässt, aus 2 Schichten, einer hinteren (dem Flügel zugekehrten) glashellen dünnen Membran und einer vordern Platte, die mancherlei Differenzierungen zeigt. In den meisten Fällen erheben sich auf der Vorderfläche Längsreihen kleiner kegelförmiger Zäpfchen. Mit der hinteren Membran ist die vordere Schicht durch leistenförmige Chitinbrücken verbunden, die bei Normalschuppen regelmässig zwischen den Kegelleisten auf der Vorderseite stehen. Bei den irisierenden und metallglänzenden Schuppen sind die Leisten nicht in Höckerchen gegliedert und konvergieren an der Wurzel zum Stiel, an dem Ende der Schuppen entweder im ganzen nach der Mitte (z. B. *Micropteryx*) oder in den einzelnen Processus je nach deren Mitte (z. B. *Plusia chrysis*, die messingfarbenen Schuppen). Eine stärkere Isolierung und Ausbildung der einzelnen Kegel findet sich andererseits auch, so bei weissen Schuppen (z. B. v. *Van. atalanta*). Gewöhnlich überragen die Leisten das Ende der Schuppen nicht, indess findet sich derartiges, abgesehen von den Duftschuppen, hier und da in ausgesprochener Weise.

Zwischen den Leisten können Querverbindungen vorhanden sein, die eventuell besser ausgebildet sind und dann die ganze Schuppenoberfläche in Felderchen einteilen. Die Verbindungen mit der hinteren Membran sind bei stärker modifizierten Schuppen unregelmässig, bald mehr bald weniger. In sehr ausgesprochener Weise ist es z. B. bei den blau schillernden Schuppen der *Apat. seraphina* der Fall, wo weit mehr Höckerchenreihen vorhanden sind, als Verbindungsleisten. Der Stiel der Schuppe ist hohl und sein Hohlraum steht mit den Hohlräumen zwischen den Verbindungsleisten in Zusammenhang. Am Ende trägt er meist eine deutliche, knopfförmige Verdickung, ein Verhalten, das sich auch deutlich bei haarartigen Schuppen zeigt. Er sitzt in dem Schuppenbalg, einem Chitindoppelsäckchen.

Das Ende des Stieles (meist mit Knöpfchen) befindet sich im 2ten (innern) Teil des Säckchens. Im ersten ist der Stiel oft etwas aufgetrieben und an der Trennungsstelle der beiden Teile des Balges durch eine dort befindliche, ringförmige Chitinverdickung festgehalten. Die Vorderwand des äussern Säckchens kann verlängert sein, wodurch die Schuppe besser in ihrer Lage festgehalten wird, ein Verhältnis, das an den Randschuppen meist deutlicher ausgesprochen ist. Soviel über Bau und Befestigung der Schuppen.

Die Färbung durch Studium der Schuppen zu verstehen, versuchte zuerst Rösel, wie oben erwähnt wurde.

Für längere Zeit scheinen dann die Lepidopterologen dieser Frage nicht nachgegangen zu sein, wenigstens nicht in eingehenderen Untersuchungen.

Hagen¹⁾ hat vor einiger Zeit sich über Farben und Zeichnung geäussert; er teilt die Farben in dermale und hypodermale ein. Zu letzteren rechnet er auch grösstenteils die Schuppenfarben. Dem kann ich nicht beistimmen. Dagegen hat er das Zustandekommen optischer Farben in eingehenderer Weise diskutiert und in vielen Punkten kann ich seinen Ausführungen nur beipflichten.

Die ontogenetische Ausbildung der Farben im Puppenflügel haben Schäffer²⁾, van Bemmelen³⁾ und Dixey⁴⁾ untersucht und festgestellt, dass zuerst gelb (grün), rot, braun und zuletzt schwarz entstehen.

Ueber das Zustandekommen der Farben im allgemeinen habe ich mich schon früher kurz geäussert⁵⁾ und habe auch in einem

1) H. Hagen, On the color and the pattern of Insects. Proceed. Am. Acad. arts and sciences Vol. 17 p. 234—267.

2) C. Schäffer, Beiträge zur Histologie der Insekten Zool. Jahrbücher Bd. III. 1889.

3) J. F. van Bemmelen, Die Entwicklung von Farben und Adern auf den Schmetterlingsflügeln. Nederl. dierk. Vereeniging Deel II. Afl. 4 1889. De ontwikkeling der Vlinderflengels in de pop. K. Natuurk. Vereeng. in Nederlandsch-indie No. 6, 1890.

4) F. A. Dixey. On the phylogenetic significance of the Wing-markings in certain genera of the Nymphalidae. Transact. Ent. Soc. London 1890 p. 89—129, T. 1—3.

5) A. Spuler, Zur Phylogenie der einheimischen *Apatura*-Arten. Stett. ent. Zeitung. 1890.

Falle ausführlich gezeigt, auf welchen Veränderungen im Bau der Schuppen der betreffende Farbeffekt (das „Schillern“ der Apaturiden) beruht; damals habe ich auch die für die Färbung massgebenden Deckschuppen von den Stützschuppen unterschieden. Diese Arbeit scheint vollständig unbekannt geblieben zu sein, auch Urech, der sich seit längerer Zeit viel mit den Farben der Schuppen beschäftigt hat, wie eine Reihe von Publikationen aus seiner Feder uns zeigt.

Von der Färbungsähnlichkeit des Falterharnes mit dem Gesamtfarnton der Flügel in vielen Fällen ausgehend¹⁾, kam er auf den Gedanken, dass zwischen beiden ein durch den Chemismus der betreffenden Organismen bedingter Zusammenhang bestehe. Er hat dann bestätigt, was schon Schäfer, aber auch von Bemelen und Dixey behauptet haben, dass zuerst weisse (*V. io*) oder rötliche Farbtöne (*V. urticae*) über den ganzen Flügel verbreitet sind, und dann nach einander die gelben, gelb bis braunroten, braunen und schwarzen Farben entstehen. Diese ontogenetische Reihenfolge der Farben benützt er weiterhin zur Aufstellung einer parallelen phyletischen Reihe und nimmt dementsprechend an, dass die Vanessen zuerst weiss waren²⁾; dies ist sicher unrichtig.

Wenn Urech meint: „die Thatsache, dass die Felderung (Farbenfelderung) der Flügelflächen z. B. der von mir untersuchten Vanessa-Arten in voller Schärfe auftritt, und konstant bleibt, bevor die speziellen Farben des fertig gebildeten auskriechenden Schmetterlings erscheinen, deutet darauf hin, dass diese Felderung auch phylogenetisch älter ist, als die spezielle Art der Farben des fertigen Schmetterlingsflügels“³⁾, so glaube ich, ist das nicht ganz berechtigt.

Es kann das sehr wohl damit zusammenhängen, dass die Farben eben teilweise durch weitergehende Veränderung einmal

1) F. Urech, Chemisch-analytische Untersuchungen an lebenden Raupen, Puppen und Schmetterlingen und an ihren Secreten. Zool. Anzeiger 1890 pg. 272 ff. u. 309 ff.

2) Derselbe, Beobachtungen über die verschiedenen Schuppenfarben und die zeitliche Succession ihres Auftretens (Farbenfelderung) auf den Puppenflügelchen von *Vanessa urticae* und *io*. Zool. Anzeig. 1891 p. 466—473.

3) Zool. Anzeig. 1891 pg. 470.

gebildeter Farbstoffe entstehen, also die Succession wäre dann durch physiologische Momente bedingt, es könnte, obgleich die gelben und roten Farben früher sich entwickeln, sehr wohl eine mehr schwarze Varietät phyletisch älter sein. Die Differenzierungen der Färbung und Zeichnung sind nicht nach einander erfolgt, sondern mit einander. Schon die Zeichnungsvarianten, welche die Färbungsvarianten bei weitem an Zahl übertreffen, hätten Urech von der Unrichtigkeit seiner Auffassung überzeugen können, denn das phyletisch ältere wird doch nicht variabler sein, als das phyletisch jüngere!

Die hochinteressanten künstlichen Züchtungsversuche Standfuss¹⁾, deren Schwierigkeiten zu überwinden diesem als Züchter einzig dastehenden Manne nur mit vieler Mühe gelang, werden aber wohl jeden von der Unhaltbarkeit der Auffassung Urechs überzeugen, sie zeigen zur Evidenz durch das Entstehen „phylogenetischer“ Abweichungen, wie sie Standfuss benannt hat²⁾, dass Zeichnung und Färbung sich zusammen differenziert haben.

In einer neueren Arbeit hat Urech³⁾ eine umfangreiche Untersuchung über Schmetterlings- (und Käfer-) Schuppen veröffentlicht, deren Resultate er in übersichtlichen Tabellen vereinigt hat. Der Bedeutung der genauen Kenntnis der Schuppen für phyletische Studien ist er sich bewusst. Dem Verhalten auch einzelner Schuppen sei bisher keine tiefere Bedeutung für derartige Untersuchungen beigemessen worden, sagt Urech p. 307. Dem ist nicht so, wie er z. B. aus p. 274 meiner Apaturidenarbeit ersehen kann. Er hat einmal physikalisch, dann chemisch die Farben untersucht. Bei der ersteren Untersuchungsmethode ist er nirgends genauer auf die Formverhältnisse der Schuppen eingegangen, chemisch hat er das Verhalten (namentl. Löslichkeit

1) M. Standfuss, Ueber die Gründe der Variation und Aberration des Falterstadiums bei den Schmetterlingen. Entomologische Zeitschrift 1894. 8. Jahrgang No. 11–13.

2) Es gereicht mir zur Genugthuung konstatieren zu können, dass die von mir in meiner Schrift „Zur Phylogenie der einheimischen Apatura-Arten. Stett. Ent. Ztg. 1890 auf p. 269 ausgesprochene, durch vergleichendes Studium der Zeichnung gewonnene Auffassung der Verwandtschaft der Vanessen durch Standfuss' Resultate bestätigt werden.

3) F. Urech, Beiträge zur Kenntnis der Farbe von Insekten-schuppen. Zeitschr. f. wiss. Zool. 57. Band 1893 pg. 306 ff.

und Farbenwechsel) der Farbstoffe bei Zusatz von Wasser, 10 und 28,5 % Salzsäure, 48 % Salpetersäure, 20 % Ammoniaklösung geprüft.

Ganz ähnliche Untersuchungen hat zuvor schon Coste¹⁾ angestellt, indess habe ich aus dem Bericht in „Nature“ nicht ersehen können, ob er auch die Schuppen, oder nur die Flügel in toto untersucht hat; viele Stellen scheinen mir zu beweisen, dass letzteres der Fall ist, so namentlich die Ausführungen über das Blau der Lycaeniden; denn wenn er Schuppen untersucht hätte, so müsste er zu richtigern Aussprüchen gekommen sein.

Urech hat sehr richtig die Schuppen selbst untersucht, und er hat weit zutreffendere Ansichten geäußert als Coste, trotzdem kann auf den chemischen Teil seiner Arbeit der Ausspruch Hopkins gegenüber Coste²⁾ angewandt werden, da seine Untersuchungen denen des letzteren ganz analog sind.

Dem Angreifen der physikalischen Probleme bei den Schmetterlingsfarben muss ein genaues Studium der Struktur der Schuppen vorausgehen. Dies vermissen ich in Urechs Publikationen und ohne die dadurch gewonnenen Kenntnisse ist es doch sicher nicht möglich, das Auftreten der Farbeffekte zu verstehen.

Gelb, rot braun bis schwarz sind Färbungen, die in erster Linie auf Pigmentierung der Schuppen beruhen. Entweder ist das Schuppenchitin selbst gefärbt oder das Pigment ist in Körnern abgelagert. Mayer meinte, die Kegelchen, welche die Leistchen bilden, seien die Träger des Farbstoffes. Sie können es sein, aber gar oft sind sie es nicht. Stets indess ist die dünne hintere Membran frei von Pigmentkörnern. Bald liegen die Körner dicht gedrängt, die vordere Haut erfüllend, bald finden sie sich sowohl in dieser, wie auch in den Verbindungsleistchen, mehr weniger in bestimmten Beziehungen zur Schuppenstruktur gelagert. So sehen wir sie bei den braunen Schuppen von *Galleria mellonella* ziemlich regelmässig der Aussenfläche zwischen den Kegelchen-

1) F. H. Perry Coste, On insect colours, Nature Vol. XLV p. 513—517 und p. 541—542. Die ausführlicheren Artikel C.'s im Entomologist April 1890—Sept. 1891 waren mir leider nicht zugänglich.

2) F. G. Hopkins Pigments of Lepidopt, Nature Vol. XLV p. 581.

reihen eingelagert, besonders zahlreich in dem aufgetriebenen mittleren Teil der Schüppchen. Ausserdem finden sie sich, weniger regelmässig gelagert, in den Verbindungsleistchen, nahe der hintern Membran. Die Körnchen finden sich auch im Schuppenstiel und um denselben im Wurzelbalg. Aus letzterem Befunde kann man zu der Ansicht kommen, dass sie in der Mutterzelle der Schuppe gebildet und bei Ausbildung der Schuppen an der richtigen Stelle abgelagert werden, also nicht in loco zur Ausscheidung gelangen.

Bei den „physikalischen“ Farben sind zwei Modi zu unterscheiden, entweder sie entstehen durch Reflexions- etc. Vorgänge innerhalb einer Schuppe, oder durch das Zusammenwirken zweier Schuppen.

Dieser letztere Modus findet sich in weitester Ausdehnung bei Blau, das, so weit meine Erfahrungen reichen, nie durch blaues Pigment erzeugt wird. Bei den Bläulingen (Lycaeniden) liegen im durchfallenden Lichte gelb erscheinende Schuppen ohne Processus und von glatter, leicht gerippter Oberfläche über dunkelbraun pigmentierten Schuppen. Ebenso giebt es bei den Vanessen keine „blauen Schuppen“, sondern das Phänomen entsteht, wie bei den Lycaenen. Auf ähnliche Weise kann Grün, das nach Angabe der Autoren auch öfter Pigmentfarbe ist (ich selbst glaube, dass stets physikalische Momente mit in Betracht kommen), entstehen, indem gelbe Schuppen über blau schillernden liegen (Nematois), indess findet sich das nicht häufig. Sehr weit differenziert sind die spezifischen Schuppen z. B. des atlasblauen Pap. Ulysses. Sie erscheinen bei durchfallendem Lichte rotgelb. Ihre Vorderfläche ist durch Längs- und Querleistchen in polygonale Felder geteilt, bei auffällender Beleuchtung sieht man jedes Feld strahlend blau aufleuchten, ein reizendes Bild dem Auge bietend.

Eine Felderung der Schuppen, allerdings etwas anderer Art, findet sich bei den grünen von unserer *Thecla rubi*.

Nach dem ersten Modus entstehen z. B. die metallglänzenden Farben. Den Bau der betreffenden Schuppen habe ich schon vorhin erwähnt (cfr. p. 4). Das blaue Schillern wie es die Aparuriden zeigen, entsteht auch innerhalb einer Schuppe. Die Höckerchenreihen stehen bei den schillernden Schuppen, die meist ganz ohne Processus sind, — wie ja die meisten, welche glänzende Farben hervorrufen, — viel dichter als bei den andern, bei der viel stär-

ker schillernden tropischen *Apat. seraphina* viel dichter als bei den einheimischen Arten. An der Hand von Abbildungen habe ich früher diese Verhältnisse geschildert und darauf hingewiesen ¹⁾ wie aus den Befunden über das Schillern und das allseitig sichtbare Blau der *Lycaeniden* zusammen mit dem Verhalten verwandter Arten zu schliessen ist, dass das Blau an einzelnen Flecken „lokal“, das Schillern hingegen „diffus“ entstanden sei. Die meisten farblosen Schuppen erscheinen bei auffallendem Lichte bläulich, während die oft gefalteten dünnen hinteren Membranen den Falten entlang häufig (z. B. bei *Vanessen*) schöne Interferenzfarben zeigen. Die Möglichkeit zum Entstehen von Interferenzfarben ist also schon durch die Struktur des Schuppen-Chitins überhaupt gegeben.

Was nun die physikalische Erklärung der Farben anlangt, so möchte ich mich mit dem Hinweis darauf begnügen, dass häufig die Schuppen die Komplementärfarbe der reflektierten im durchfallenden Lichte zeigen, analog den *Newton'schen* Farbenringen. Auf weitere Beispiele einzugehen, dürfte an dieser Stelle nicht angebracht sein.

Wir haben bis jetzt den feinern Bau samt Befestigung und die Farben der Schuppen kennen gelernt, über die Anordnung derselben auf den Flügeln kann ich mich kurz fassen. Bei den niederen Formen stehen sie bald ganz regellos, bald ungefähr in Bänder bildenden Gruppen, bei den höchst differenzierten dachziegelartig übereinandergreifenden in regelmässigen Querreihen, die mit einander in Verbindung stehen, oder parallel verlaufen können.

Gestatten Sie mir jedoch, da wir es zum Verständnis der Phylogenie der Schuppen nötig haben, auf Gebilde an den Flügeln ausführlicher einzugehen, die eigentlich keine Schuppen sind. Wenn wir einen Flügel von einer *Micropteryx* betrachten, so sehen wir ausser den Schuppen noch stachelartige Gebilde, die Ausstülpungen der Flügelmembran sind, nicht wie die Schuppen in einen Balg eingesenkt. Dieselben sind viel zahlreicher als die eigentlichen Schuppen; gerade so ist es bei *Hepialus*. Wenden wir uns dem medialen Teil des Innenrandes der Vorderflügel zu und betrachten wir die Unterseite, so sehen wir bei *Micropteryx* und ganz ähnlich bei *Hepialus* diese

1) Zur Phylogenie der einheim. *Apatura*-Arten, *Stett. ent. Ztg.* p. 270—272.

Stacheln kräftiger gebaut und in dem Flügelrand parallele Reihen geordnet. Sie bilden so einen wichtigen Bestandteil des Verbindungsmechanismus der Vorder- und Hinterflügel.

Auch bei den Perliden und bei Blattiden, also bei Vertretern der verschiedensten Zweige des Ortho-Neuropteridenstammes finden sich die gleichen zwei Arten von Chitingebilden auf den Flügeln.

Ganz die gleichen Stacheln zeigen die Flügelflächen der Trichopteren, deren nahe Verwandtschaft mit den Schmetterlingen durch die Übergangsgruppen, die Micropterygiden und Hepialiden hierdurch aufs Neue dargethan wird.

Die Differenzierung eines „Haftfeldes“ zeigen indess nicht alle Trichopteren. Bei *Philopotamus scopulorum* ist es nicht vorhanden, bei *Goera flavipes* finde ich nur etwas enger und gleichgerichteter gestellte Stacheln, während *Hydropsyche* in grosser Ausdehnung kräftige Stacheln in regelmässigen Reihen besitzt.

Man dürfte wohl geneigt sein, aus dem gemeinsamen Vorkommen der Stacheln bei *Micropteryx* und *Hepialus* eine nähere Verwandtschaft beider Typen zu folgern, wie auch aus dem Vorhandensein eines „clavus“, was Comstock,¹⁾ der dem Gebilde den neuen Namen „jugum“ giebt, that. Das eine wie das andere wäre falsch. Das sind Charaktere, die uns den Differenzierungsgrad der Art angeben, nicht aber die Blutverwandtschaft. Denn einmal finden sie sich in weiter Verbreitung bei den Formen, die offenbar im Flügelbau mit Schmetterlingen verwandt sind, zweitens können wir den Beweis liefern, dass die Heteroceren, ausser den Geometriden, alle die fraglichen Stacheln gehabt haben müssen.

Oben habe ich gezeigt, wie das Haftfeld durch lokale Differenzierung der Stacheln entstanden ist. Dieses Haftfeld findet man nun in schwankender Ausbildung mit zahlreichen Modifikationen, die indessen nie das Wesen der Gebilde alterieren, bei allen Heteroceren, ausser den Geometriden und einigen Microlepidopterenfamilien: ebenso nicht bei den Rhopaloceren. Oft stehen die Stacheln, die einfache Chitinausstülpungen sind, wie Schnitte lehren, dem Innenrand ungefähr

1) Ich werde in der ausführlichen Arbeit auf C.'s Arbeit zurückkommen.

parallel, ähnlich auch bei *Hepialus*; bei *Micropteryx* dagegen senkrecht zum Innenrand, gegen den Vorderrand des Flügels gerichtet. Ihre Verhältnisse zeigen also eher eine grosse Kluft zwischen *Hepialus* und *Micropteryx* an, als die nach dem Vorkommen des *clavus* behauptete nähere Verwandtschaft. Dieses Haftfeld ist durch Modifikation der „Flügelstacheln“ entstanden; die Schmetterlinge, die es besitzen, müssen also Stacheln einst gehabt haben. Die Stacheln auf dem übrigen Flügel aufzufinden gelang mir, ausser bei den beiden uralten Gruppen und einigen Tineinen, nirgends; möglich, dass sie ausser am Haftfeld zu Stützschuppen geworden sind. Bei den Spannern und Tagfaltern finden wir an Stelle des Haftfeldes, dicht gedrängt, wie die Stacheln angeordnete Schuppen; Übergangsbildungen von Stacheln zu Schuppen habe ich nie angetroffen.

Diese Befunde zeigen uns die nahe Verwandtschaft der Bekleidung des Schmetterlingsflügels mit der desjenigen ganzen Arthropodenstammes, zu dem sie gehören, besonders ihrer nächsten Verwandten, der Trichopteren. Sie geben uns die Gewissheit, dass die Schmetterlingsschuppen den Haarschuppen der Phryganidenflügel homolog sind, wie ich schon früher behauptet habe¹⁾. Wir finden bei Schmetterlingen, z. B. bei Psychiden, Gebilde, die ganz den Trichopteren-Haarschuppen gleichen und von diesen stufenweise Übergänge bis zu den symmetrischen, mit tiefem Sinus versehenen Schuppen, welche für die Rhopaloceren charakteristisch sind.

In dem eben Vorgetragenen haben ich mich bemüht, Ihnen in gedrängter Form ein Bild von dem feineren Bau der Bedeckung des Schmetterlingsflügels zu geben, und die Phylogenie derselben darzulegen versucht. Sie haben, so hoffe ich, aus meinen Ausführungen ersehen, wie in mancherlei Hinsicht ihre genauere Untersuchung bei phyletischen Studien von Nutzen sein kann.

1) Zur Stammesgeschichte der Papilioniden, Zool. Jahrb. VI. Bd. 1892 p. 479.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1892-1894

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Spuler Arnold

Artikel/Article: [Zur Kenntnis der Schmetterlingsschuppen 111-122](#)