

- Hofmann, Lehrbuch der Zoochemie. Wien 1883.
 Beilstein, Handbuch der organ. Chemie, 3. Aufl., I. Bd., 1893.
 Munk, Zur Kenntnis der Bedeutung des Fettes und seiner Componenten für den Stoffwechsel. Virchow's Archiv, Bd. 80. S. 10 ff.
 Langer, Ueber die chemische Zusammensetzung des Menschenfettes in verschiedenen Lebensaltern. Monatshefte f. Chemie, II. Bd., Jahrg. 1881.
 Poljakoff, Ueber eine neue Art von fettbildenden Organen im lockeren Bindegewebe. Arch. f. mikr. Anat., 32. Bd.
 Poljakoff, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Physiologie des lockeren Bindegewebes. Ibidem 45. Bd.
 Rabl-Rückhardt, Fettzellen von eigentümlicher Form. Archiv f. mikrosk. Anatomie, 32. Bd.
 Bizzozero, Ueber die Atrophie der Fettzellen des Knochenmarkes. Archiv f. mikr. Anatomie, 33. Bd.
 Altmann, Ueber die Fettumsetzungen im Organismus. Archiv f. Anat. und Physiologie, 1889, Suppl.
 Metzner, Ueber die Beziehungen der Granula zum Fettansatz. Ibid. 1890.
 Krawkow, Ueber die Kohlehydratgruppe im Eiweißmolekül. Pflüger's Archiv, 65. Bd., S. 281 ff.
 Schulz, Ueber den Fettgehalt des Blutes beim Hunger. Dasselbst S. 299 ff.
 Cohnstein u. Michaelis, Ueber die Veränderung des Chylusfette im Blute. Dasselbst S. 473 ff.

G. H. Th. Eimer, Orthogenesis der Schmetterlinge.

Entstehung der Arten, II. Teil, zugleich eine Erwiderung an August Weismann unter Mitwirkung von Dr. C. Fickert.

(Zweites Stück und Schluss.)

Die große Abhängigkeit der Flügelzeichnung von der Gestalt der Flügel macht sich besonders auch bei den Heliconiern und Heliconier-ähnlichen Faltern geltend. In der Richtung von vorne nach hinten langgestreckte Flügel bedingen, wie wir überall beobachten, längsgerichtete Zeichnung. Je mehr sich die Flügel indessen in die Breite ziehen und schmaler werden, umsomehr verwandelt sich die längsgerichtete Zeichnung in eine querggerichtete. Dabei handelt es sich aber nicht um eine Umbildung von Längsstreifen in Querstreifen im gewöhnlichen Sinne, sondern um eine Umlagerung der Zeichnung, gleichviel, ob diese vorher aus Längsstreifen oder aus entsprechend gerichteten Flecken bestanden hat. Diese querggerichtete Zeichnung findet sich am häufigsten bei den Heliconiden und entsprechend umgebildeten Formen aus andern Gruppen, deren Gestaltung man bisher als mimetische Anpassung aufgefasst hat. Dadurch nun, dass die Abhängigkeit der Heliconierzeichnung von der Flügelform erkannt worden ist und deren Entstehung Hand in Hand mit jener von Stufe zu Stufe bei Heliconier sowohl als bei Heliconier-ähnlichen Faltern verfolgt werden kann und von Eimer eingehend geschildert wird, müssen die Thatsachen eine ganz andere Erklärung erhalten. Es handelt sich auch bei der Heliconier- und

Heliconier-ähnlichen Zeichnung nicht um ein Produkt natürlicher Zuchtwahl, sondern um den Ausdruck unabhängiger Entwicklungsgleichheit, um Homocogenesis, auf Grund der mechanischen Ursache eines bestimmten Formenwachstums der Flügel.

Es ist, wie wir aus den Endergebnissen der im Vorhergehenden aufgeführten Entwicklungsrichtungen ersehen, eine auffallende Tatsache, dass die Umbildung der Zeichnung überall nach Einfachheit, nach Einfarbigkeit vor sich geht, indem sich entweder die Zeichnung auf Kosten der Grundfarben ausbreitet, oder aber die Zeichnung primär — durch Reduktion der Grundbinden oder sekundär durch Bildung eines immer größer werdenden Mittelfeldes — durch die Grundfarbe verdrängt wird.

Ich habe im vorhergehenden bei Schilderung der thatsächlichsten Entwicklungsrichtungen der Tagfalter auch kurz darauf hingewiesen, wie die verschiedenen Zeichnungstypen auf die einzelnen Familien verteilt sind. Eimer giebt im V. Abschnitt seines Werkes eine übersichtliche Darstellung dieser Verhältnisse, es würde indessen hier zu weit führen, wenn ich die Resultate dieser Beobachtungen getrennt behandeln wollte. Anders ist es in Bezug auf die Entwicklungsrichtungen der *Heterocera* und *Microlepidoptera*. Hier finden sich so viele abweichende Thatsachen, dass eine besondere Darstellung derselben notwendig wird.

Der Verfasser hatte erwartet, dass sich in der einen oder anderen Gruppe dieser Schmetterlinge besonders bei den Microlepidopteren noch ursprünglichere Verhältnisse wiederfinden würden, als wir sie bei den Tagfaltern in der *Podalirius*-Gruppe antreffen. Eimer kam indessen zu dem Ergebnis, dass sowohl die Nachtfalter wie die Kleinschmetterlinge in bestimmten Richtungen weit vorgeschrittene Formen sind und die Segelfalter-ähnlichen und die entsprechend gezeichneten Nymphaliden in ihren elf einfachen Grundbinden die ursprünglichste Zeichnung aller Schmetterlinge darbieten. Auch bei Heteroceren und Microlepidopteren ist ein Fortschreiten zur Einfarbigkeit zu beobachten, bemerkenswert ist es indessen, dass in beiden Abteilungen eine Entwicklungsrichtung auftritt, welche uns vollkommen neu erscheint, nämlich die Bildung von Bandbinden durch seitliche Verbindung oder Ueberbrückung bestimmter Grundbinden der Vorderflügel und die dadurch erfolgte Entstehung neuer Binden. Die Veränderungen, welche sich an den Bandbinden vollziehen, sind es, welche größtenteils die Zeichnung der Kleinschmetterlinge bedingen. Ueberall bei Heteroceren kommt ferner als besondere Entwicklungsrichtung Zickzackbildung von Binden in Betracht neben andern Zeichnungsformen, die wir schon im vorhergehenden kennen gelernt haben. Bei den Spannern kommen häufig mehr als elf Grundbinden

vor, die sich indessen stets auf das Grundschema zurückführen lassen. Von diesen Binden, welche oft zackig werden, können einzelne besonders stark ausgeprägt sein, oder aber die Binden können sich auflösen und einen Schwarzfleckttypus bilden (*Rhypparia melanaria*, *Abraxas grossulariata* etc.). Zerfallen die weißen zwischen den Binden gelegenen Bänder in Flecken, so kommt ein Weißfleckttypus zu stande, wie ihm *Acidalia tessellaria* zeigt. Auch der Mittelfeldtypus kommt vor (z. B. bei *Cidaria*) und geht bei *Cidaria albicillata* auf den Hinterflügeln in den Innenfeldtypus über. Die Eulen sind gegenüber den Spannern in der Zeichnung fortgeschritten. Die Hinterflügel sind meist düster einfarbig geworden, während die Vorderflügel gewöhnlich sehr umgebildete Zeichnung führen, im übrigen zeichnen sie sich ebenso wie die Spanner durch zickzackförmigen Verlauf und Bandbindenbildung aus. Bei den Spinnern sind die Flügel nicht so oft einfarbig, wie bei den Eulen, wenn auch die im übrigen von ihnen eingeschlagenen Entwicklungsrichtungen, denjenigen der Eulen oft sehr ähnlich sind. Wichtig für die Zurückführung der Spinnerzeichnung auf das bekannte Grundschema, ist bei einigen Arten die ursprüngliche Schwarzfleckung, deren Elemente sich als Teilstücke der Grundbinden erweisen (*Arctia purpurea*). Im Allgemeinen haben die Spinner vor andern Heteroceren die ausgesprochene Neigung nach gelber, brauner oder weißer Einfarbigkeit. Unter den Schwärmern finden wir noch bei einzelnen Zygaenen eine oder die andere Grundbinde erhalten (*Z. phegea*, *carniolica*). In den meisten Fällen ist indessen auf den Vorderflügeln heller Fleckttypus entstanden, in anderen bilden sich rote Querstreifen, während die Hinterflügel meist einfarbig werden. Von den großen bunten Schwärmern (*Sm. populi*, *tiliae* etc.) schließen sich verschiedene durch die Bildung von Bandbinden, Zickzackzeichnung und Rieselung an die Spinner an. Querzeichnung ist bei allen Vertretern der Gattung mit lang ausgezogener Flügelform zu finden. Unter den Microlepidopteren haben die Zünsler die einfachste Zeichnung, indem Hinter- oder Vorderflügel eine gleichartige Spanner-ähnliche Zeichnung aufweisen. Bei einzelnen sind freilich die Flügel einfarbig geworden wie bei den Eulen, die Binden auf dem Vorderflügel haben sich aufgelöst, oder aber es hat sich ein Mittelfeld gebildet.

Wir sehen überhaupt, dass zwischen Spannern, Eulen und Kleinschmetterlingen eine Unzahl mimetischer Aehnlichkeiten besteht, deren biologischer Wert schon die Kleinheit, dann Flügelhaltung und Lebensweise der verschiedenen Vertreter vollkommen ausschließt.

Weiter fortgeschritten als die Zünsler sind in ihrer Zeichnung die Wickler. Die Hinterflügel sind meist einfarbig geworden, während die Vorderflügel sehr oft ebenfalls eulenartig gezeichnet sind.

Am höchsten entwickelt sind in ihrer Zeichnung die Motten

und Geistchen. Sie sind teilweise schon ganz einfarbig geworden und eine ursprüngliche Grundbindenzeichnung kommt bei Motten wenigstens nicht mehr vor. Interessant ist es aber, dass wir auch hier Nachahmung von Faltern anderer Gruppen antreffen, wie z. B. *Tinea pronubella*, welche eine Liliput *Agrotis pronuba* darstellt, und uns beweist, dass Homoeogenese eine viel weiter verbreitete Erscheinung ist, als bisher angenommen wurde.

Im VII. Abschnitt der Orthogenesis lernen wir die Ansichten kennen, welche von den hauptsächlichsten Vertretern der Zuchtwahllehre aufgestellt worden sind, um die Erscheinungen der Homoeogenese von ihrem Standpunkte aus zu erklären. Fritz Müller war der Meinung, dass die täuschende Aehnlichkeit von Faltern, welche verschiedenen Gruppen angehören und an denselben Oertlichkeiten vorkommen, allmählich durch Naturauslese entstanden seien, indem immer die dem Vorbilde ähnlichsten Tiere am besten der Verfolgung durch Vögel und andere Feinde entgingen. Schwieriger ist die Erklärung der Fälle, wo eine Aehnlichkeit zwischen Faltern besteht, wo die nachahmende Art häufiger ist als die nachgeahmte, wo beide des Schutzes der Ungenießbarkeit entbehren, oder beide Arten ungenießbar sind. Wallace führt diese Fälle an als Belege für den Einfluss der Oertlichkeit auf die Farbe und meint, dass die Aehnlichkeit unbekanntem örtlichen Ursachen zugeschrieben werden müsse. Dagegen wendet F. Müller ein, dass in vielen Fällen bei Entstehung von Aehnlichkeit äußere Verhältnisse nicht maßgebend gewesen sein konnten, indem z. B. die Raupen mimetischer Schmetterlinge, häufig verschiedene Futterpflanzen aufsuchen und die Falter selbst durch ihre Verbreitungsweisen verschiedenen klimatischen Einflüssen unterworfen sind. Er kommt zu dem Schlusse, dass auch hier der züchtende Einfluss des Nutzens zu erkennen sei, weil die gegenseitige Aehnlichkeit ungenießbarer Falter dieselben bis zu einem bestimmten Grad den Angriffen junger Vögel entziehe (vgl. *ibid.* Bd. XVIII Nr. 6 mein Referat über Mayer, Farbenentwickl. etc., wo ich diese von Müller aufgestellte Theorie näher besprochen habe). Das zahlreiche Vorkommen pseudo-mimetischer Falter, welches wir im vorhergehenden immer wieder als den Ausdruck bestimmt gerichteter Entwicklungsgleichheit kennen gelernt haben, macht diese nur auf Vermutungen gegründete Erklärung Müller's entbehrlich, allein schon die vielbeobachtete Thatsache, dass die Schmetterlinge in den Vögeln keineswegs ihre schlimmsten Feinde zu suchen haben, legt es nahe, anzunehmen, dass die Anpassungsfähigkeit der Falter durch andere Faktoren bewirkt wird, als durch natürliche Zuchtwahl.

Merkwürdigerweise geht Bates, der Schöpfer der Lehre von der Zuchtwahl-Verkleidung in seinen Anschauungen über die Ursachen mimetischer Formen nicht ganz so weit wie Müller, indem er den

physikalischen Bedingungen doch wenigstens einigen Einfluss bei der Umbildung der Formen einräumt. Er meint nur, die gegenseitige Aehnlichkeit könne nicht ganz den übereinstimmenden Lebensgewohnheiten zugeschrieben werden und die Mimicry erscheine nur verständlich auf Grund der Darwin'schen Lehre von der Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. Diese Arbeit der Auswahl, welche eine Art gradweise und beständig irgend einem andern Gegenstand ähnlicher mache, bringe den Eindruck hervor, als ob ein inneres Prinzip vorhanden sei, welches einen Fortschritt in bestimmter Richtung bedinge. Bates hält es für wahrscheinlich, dass die Heliconiden für feindliche Insekten ungenießbar sind, er kann jedoch nichts Bestimmtes darüber sagen, und ebensowenig ist er in der Lage mit Sicherheit anzugeben, ob Leptaliden, welche in Gesellschaft geschützter Falter fliegen von den sie verfolgenden Tieren verschont bleiben. Wir sehen, dass also auch Bates seine Theorie von der Schutzverkleidung der Tiere nur auf Vermutungen, nicht aber auf Thatsachen stützen kann.

Wenn wir für die Artbildung die Wirksamkeit äußerer Einflüsse anerkennen, so ist die Entstehung gleichartiger Formen unter ähnlichen Verhältnissen leicht zu erklären, schwieriger bleibt das Verständnis der Vorgänge, welche Gleichheit der Formen unter verschiedenen Lebensbedingungen hervorrufen und in scheinbarem Widerspruch zu allen andern Beobachtungen stehen. Allein auch diese sich widersprechenden Thatsachen sind zu begreifen, wenn wir bedenken, welche Rolle die Konstitution, die jeweilige stoffliche Zusammensetzung der Organismen, bei den Vorgängen des organischen Wachsens spielen, des organischen Wachsens, das, wie wir gesehen haben, seinen Ausdruck in der Orthogenesis und in den Fällen von Mimicry in der Homoeogenesis findet.

Es wurde vom Verfasser schon in seiner „Artbildung bei den Schmetterlingen“ hervorgehoben, dass häufig Vorder- und Hinterflügel, Ober- und Unterseite der Schmetterlings-Flügel nicht auf derselben Entwicklungsstufe stehen. Neben dieser gesetzmäßigen verschiedenstufigen Zeichnung besteht, indessen, wie wir aus dem VIII. Abschnitt der Orthogenesis ersehen, auch eine bestimmte Farbenfolge auf den verschiedenen Flügelflächen der Tagschmetterlinge: 1. Unter- und Oberseite beider Flügelpaare sind annähernd oder ganz gleichgezeichnet und gefärbt, es besteht Gleichstufigkeit. Wir treffen diese Gleichstufigkeit in erster Linie auf ganz niederer Stufe der Entwicklung z. B. bei sehr ursprünglichen Formen der Papilioniden: *P. podalirius*, *P. Epidaus*, auch bei einzelnen Eryciniden. Dieselbe tritt aber auch wieder auf sehr hoher Stufe der Ausbildung auf, wie die fortgeschrittenen Falter unter den Schwalbenschwänzen aus der *Asterias-*

Gruppe, *P. Indra*, *Nitra* etc. und außerdem die Danaiden, Heliconiden, Hesperiden und Pieriden aufs deutlichste zeigen.

2. In weitaus den meisten Fällen haben wir indessen Verschiedenstufigkeit, und zwar steht die Unterseite der Zeichnung und Farbe gewöhnlich auf tieferer Stufe als die Oberseite. Diese letztere überträgt nicht selten ihre Eigenschaften zuletzt auf die Unterseite, so dass auf diese Weise, wenn sie selbst in der Entwicklung stehen bleibt, die sekundäre Gleichstufigkeit hervorgerufen werden kann.

Je nachdem nun die Zeichnungs- und Färbungsdifferenzen nur zwischen Ober- und Unterseite der Flügel, oder aber zwischen den Unter- oder Oberseiten von einem der beiden Flügelpaare, oder endlich zwischen Ober- bzw. Unterseite beider Flügelpaare bestehen, sprechen wir von Zwei-, Drei- oder Vierstufigkeit der Entwicklung.

Ich habe bereits gesagt, dass mit der Zeichnung die Umbildung der Farben hand in hand gehe. Die am tiefsten stehenden Farben sind Weiß, Grau oder Graubräunlich (Unterseite der Tagsschmetterlinge, Oberseite ursprünglicher Falter, herrschend bei Microlepidopteren und Heteroceren). Dann folgt Grau, Lehmfarben bis Matt-Gelblich, darauf ein mattes Braun, Rotbraun oder Braun auch Gelbrot, Braunrot und Schwarz. Andererseits entsteht Schwefel- oder Citronengelb, Rotgelb, Gelbrot, leuchtend Rot, Blau oder Grün, Blau, endlich Blauviolett, Schwarz.

Es giebt somit zwei Farbenreihen, von welchen die Anfangsglieder matte und düstere, die Endglieder meist leuchtende und glänzende Farben darstellen. In den meisten Fällen beherrscht eine tiefer stehende Farbe die Unterseite, eine höher stehende die Oberseite der Flügel und nicht selten folgen die Farben in denselben Stufen wie die Zeichnungen, so dass auch in Bezug auf die Färbung Gleich- und Vielstufigkeit unterschieden werden muss.

Die Verschiedenstufigkeit in Farbe wie in Zeichnung entsteht sehr häufig durch Heteropistase, auf Grund von Stehenbleiben der einen oder der andern Flügelfläche auf bestimmter Stufe der Entwicklung. Welches sind aber die Ursachen, die für die Stufenfolge der Farben maßgebend sind? Eimer nimmt an, dass offenbar die Einwirkung des Sonnenlichtes und der Sonnenwärme die Ursache der glänzenderen Färbung der Oberseite gegenüber der Unterseite ist. Es handelt sich bei der Wirkung der Sonne nicht allein um die unmittelbar thätige Kraft derselben, sondern um die kumulative mit der Zeitdauer wachsende Wirkung, welche, indem sie die Konstitution beeinflusst, die Reaktionsfähigkeit des Organismus fortgesetzt abändert. Es ist indessen auf Grund verschiedener Beobachtungen anzunehmen, dass auch andere mit dem Klima zusammen-

hängende Einflüsse für die Farben der Falter in den verschiedenen geographischen Gebieten maßgebend sind.

Die Bedeutung der Konstitution für die Gestaltung der Schmetterlingszeichnung findet ihren deutlichsten Ausdruck im Geschlechtsdimorphismus. Es ist eine bekannte Thatsache, dass die ♂ und ♀ der Falter verschieden gefärbt und gezeichnet sind und zwar besteht gewöhnlich, wie im IX. Kapitel eingehend ausgeführt wird, ein Uebergewicht des männlichen Geschlechtes gegenüber dem weiblichen. Der Fortschritt spricht sich in den meisten Fällen darin aus, dass das eine Geschlecht also gewöhnlich der ♂ zu einer höheren Zeichnungsstufe und zur Annahme einer höheren Farbe gelangt als das ♀, und zwar sind diese höheren Eigenschaften meist dieselben, welche verwandte höher stehende Arten in beiden Geschlechtern kennzeichnen. Wir sehen hieraus, wie wichtig der Geschlechtsunterschied und dessen Umbildbarkeit für die Entstehung von Arten ist. Eine ähnliche Beziehung besteht im Fortschritt zwischen Unter- und Oberseite. Das Weib trägt häufig auf der Oberseite den Zeichnungstypus und die Farbe, welche der Mann auf der Unterseite hat, während dieser auf der Oberseite um eine weitere Stufe vorgeschritten ist. Neben dieser männlichen Präponderanz wird indessen bei vielen Faltern auch ein Ueberwiegen des weiblichen Geschlechtes beobachtet. Seinen höchsten und wichtigsten Ausdruck findet der Geschlechtsdimorphismus in denjenigen Fällen, in welchen beide Geschlechter nicht auf der Stufe tieferer und höherer Entwicklung stehen, sondern weit auseinander liegenden Zeichnungstypen angehören, dergestalt, dass das eine Geschlecht in der Umbildung einen weiten Sprung gemacht hat. Für alle diese Verhältnisse findet sich im neunten Abschnitt reichhaltiges Beweismaterial. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die äußeren Ursachen, welche die im Geschlechtsdimorphismus sich kundgebende Veränderlichkeit der Zeichnung bedingen wesentlich in der Einwirkung klimatischer Einflüsse bestehen, und hier eine der geschlechtlichen Natur der Falter entsprechende kaleidoskopische Korrelation hervorrufen. Dass am häufigsten gerade der Mana dabei die herrschende Rolle spielt, meint Eimer darauf zurückführen zu können, dass dem männlichen Organismus überhaupt eine feinere, vorgeschrittenere d. i. zusammengesetztere chemisch-physikalische Beschaffenheit zu Grunde liegt als dem weiblichen und dessen Empfindlichkeit auf äußere Anreize erhöht.

Die Erscheinungen des Geschlechtsdimorphismus sind, wie bekannt, auch von Darwin eingehend behandelt worden, er widmet diesem Gegenstand allein in Beziehung auf die Schmetterlinge beinahe das ganze elfte Kapitel seiner Abstammung des Menschen.

Darwin stellt sich darin die Frage, ob es möglich sei, dass die glänzenden Farben der Schmetterlinge, die sehr oft nur bei dem

Männchen auftreten, zum Zweck des Schutzes erlangt worden sind, oder ob nicht dieser merkwürdigen Erscheinung andere Ursachen zu Grunde liegen. Je eingehender er die Thatsachen prüft, um so wahrscheinlicher scheint ihm die Annahme, dass die glänzenden Farben im Allgemeinen keine schützende Eigenschaften darstellen, und nicht durch natürliche Zuchtwahl erlangt werden konnten. Da indessen besonders die Männchen durch brillante Farben ausgezeichnet sind, so hält er es nicht für unmöglich, dass hier ein Produkt geschlechtlicher Zuchtwahl vorliege, indem die Weibchen im Allgemeinen die glänzender gefärbten Männchen vorgezogen und ihren Eigenschaften dadurch zur Fortpflanzung verholfen hätten. Gegen diese Erklärungsweise sprechen aber viele Beobachtungen, durch welche festgestellt worden ist, dass die Männchen bei der Begattung die angreifenden sind und die Weibchen sich keineswegs sehr wählerisch zeigen. Außerdem handelt es sich bei der Umbildung der Farben und Zeichnung im Anfangs um so kleine Verschiedenheiten, dass nicht daran zu denken ist, die Wahl der begattungslustigen Insekten könnte dadurch in erheblicher Weise beeinflusst werden. Von einer „langwierigen Werbung“ bei Tagfaltern auf die sich Darwin beruft, ist im Allgemeinen nicht die Rede und die Erscheinung, dass sich die Falter oft lange Zeit umfliegen, ist vielmehr als wirkliches Spiel, nicht als Vorspiel der Begattung zu deuten.

Während Darwin den Geschlechtsdimorphismus und damit das Entstehen glänzender Farben und Zeichnungen im Tierreich auf die Wirkung des seiner Ansicht nach allseitig giltigen Prinzips der Selektion zurückzuführen sucht, bilden die theoretischen Anschauungen Wallace's über diesen Gegenstand geradezu ein Teilstück derjenigen Eimer's über die Umbildung der Eigenschaften in der Tierwelt. Wallace vertritt, obwohl sonst Anhänger der Darwin'schen Lehre, wie wir schon früher sahen, die Ansicht, dass im Allgemeinen das Klima etc. die Zeichnung der Schmetterlinge in hervorragendem Maße beeinflusst; für das Auftreten besonders glänzender Farben beim Männchen scheinen ihm in erster Linie physiologische Ursachen maßgebend zu sein; außerdem glaubt er in den Farben ein nützliches Mittel des Wiedererkennens für fliegende Insekten zu sehen, eine Annahme, die entgegen der Anschauung Darwin's die Entwicklung der Farben unter dem Einfluss der natürlichen Zuchtwahl bedingen würde. Aus den Eimer'schen Ausführungen ist indessen ersichtlich, dass dieser letzte Punkt der Wallace'schen Lehre ebensowenig einer genauen Prüfung standhalten kann, wie die Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl und die Thatsachen weisen uns immer und immer wieder darauf zurück auch im Geschlechtsdimorphismus einen Ausdruck des organischen Wachstums, der Orthogenesis zu erblicken.

Die Besprechung der Bedeutung geschlechtlicher Zuchtwahl für das Zustandekommen besonders auffallender Färbungen und Zeichnungen des Schmetterlingsflügels, führt uns zur Betrachtung der schönsten Zierden — der Augenflecke —, die sich einer weiten Verbreitung im Tierreiche erfreuen. Darwin hat diesen Augenzierden und deren Entstehung besonders bei Vögeln seine Aufmerksamkeit gewidmet, und war der Ansicht, dass sie hier durch geschlechtliche Zuchtwahl beeinflusst würden, während ihre Rolle bei Schmetterlingen, wo sie beide Geschlechter zieren eine andere — vielleicht die eines nützlichen Schreckmittels — sein dürfte.

Die einfachste Anlage eines solchen Schmuck-Auges äußert sich nur, wovon sich jeder leicht überzeugen kann, darin, dass sich der Farbstoff in einem Mittelpunkt ansammelt, während die dies Centrum umgebende Zone entsprechend heller wird. Gewöhnlich aber ist ein heller Kern vorhanden, um welchen herum sich Schwarz ablagert wie z. B. bei den meisten Satyriden. Es ist nun von großer Bedeutung für die Entstehung der Augenflecke, dass ihre einzelnen Teile stets auf Grundbinden zurückzuführen sind, und zwar ist es in den meisten Fällen Binde III, welche ihnen den Ursprung giebt. — Jeder Fleck entspricht dabei einer Flügelszelle und diese bildet die morphologische Einheit, welche sich äußerlich durch die Zeichnungseinheit ausspricht.

Bei der Entstehung von Augenzierden aus Binde III handelt es sich meistens um einen einfachen Zerfall dieser Binde. Beteiligt sich die ganze Binde an der Bildung des Augenflecks, so fällt seine Lage in die Binde, beteiligen sich dagegen nur äußere Teile derselben dabei, so kommt das Auge außerhalb der Binde zu liegen. Die Augenflecke entstehen schrittweise, wie oft an einem und demselben Schmetterling beobachtet werden kann. Hier treffen wir noch eine einfache Reihe von schwarzen Flecken, dort beobachteten wir weiße Kernpunkte, welche von einem matten schwarzen Hof umgeben sind, in der höchsten Ausbildung ist dieser breitere schwarze Ring noch von einem schmälern braungelben umschlossen.

Mit der Besprechung der Augenfleckbildung schließt der Teil des Werkes, welcher uns die Erscheinungen des organischen Wachsens vor Augen führt. Der letzte Abschnitt macht uns mit den Ursachen bekannt, die der Artbildung zu Grunde liegen mit den Ursachen, die organisches Wachsen bedingen.

Ich habe schon zu Anfang erwähnt, dass Eimer die Transmutation, den Ausdruck des organischen Wachsens, als einen physiologischen Vorgang betrachtet, der durch dieselben Bedingungen veranlasst wird, wie das individuelle Wachstum: nämlich durch die von Außen kommenden auf die gegebene Konstitution in bestimmter Weise einwirkenden Reize (Klima, Nahrung etc.). Veränderungen, welche auf diese Weise an Organen entstanden sind, können durch die Funk-

tion, durch Gebrauch und Nichtgebrauch noch weitere Modifikationen erfahren. Für das erste Entstehen von Abänderungen sind indessen die Lamarck'schen Bildungsmittel ebensowenig maßgebend wie das Darwin'sche Prinzip der natürlichen oder geschlechtlichen Zuchtwahl.

Ein zweiter für die Eimer'sche Lehre wesentlicher Punkt ist die Annahme einer Uebertragung solcher durch organisches Wachsen erworbener Eigenschaften auf die Nachkommen.

Wir haben gesehen, dass sich die Umbildung der Lebewesen wirklich nur nach wenigen bestimmten Richtungen vollzieht, es bleibt noch die Aufgabe zu zeigen, dass die Transmutation der Formen durch äußere, besonders durch klimatische Ursachen beeinflusst wird und indem sich die erworbenen Eigenschaften vererben, zur Artbildung führt. Diesen Beweis bezüglich der Schmetterlinge liefern die Thatsachen, welche die geographische Verbreitung der Falter und die Erscheinungen der Jahreszeitenabartungen an die Hand geben, noch deutlicher liefert ihn aber das Experiment, das auf künstlichem Wege in kurzen Zeiträumen Wärme- und Kälteformen schafft, die sich von denen unter dem Einfluss des Klimas entstandenen in keiner Weise unterscheiden.

Schon in der „Artbildung bei Schmetterlingen“ wurde gezeigt, dass eine Art sich um so mehr in ihrer ganzen Erscheinung verändert, je weiter sich dieselbe von einem gegebenen Verbreitungsgebiete entfernt; sie bildet Varietäten, als deren Ursache die klimatischen Verhältnisse angesehen werden müssen.

An den Grenzen ihres Verbreitungsgebietes werden aus diesen Varietäten neue Arten, indem sich deren Eigenschaften im Wesentlichen steigern und somit eine Fortsetzung der Entwicklungsrichtungen bilden, die von den Abkömmlingen der Stammart eingeschlagen worden sind. So kommt es, dass die verschiedenen Faunengebiete auch je eine eigengeartete Schmetterlingswelt besitzen, deren Glieder sich jeweils an die des benachbarten Faunengebietes anschließen. Die Richtigkeit der von Eimer zu diesem Nachweis aufgestellten genetischen Beziehungen konnten durch die ontogenetische Entwicklung maßgebender Formen bis jetzt nur bestätigt werden.

Ein Vergleich der durch den Einfluss verschiedenen Klimas gezeitigten Formen mit den Jahreszeitenabartungen zeigt, dass jeweils die Sommerformen den in südlicheren Ländern lebenden Abarten gleichen, während die in der kalten Jahreszeit sich entwickelnden Falter mit ihren nördlichen Verwandten Aehnlichkeit haben. Dieses Verhalten legt den Schluss nahe, dass die in wärmeren bzw. kälteren Gebieten lebenden Falter ihre Gestalt, Färbung und Zeichnung, ihre Artmerkmale dem Einfluss der Wärme oder Kälte verdanken, eine Annahme, die durch die Versuchsergebnisse nach der Einwirkung künstlicher Wärme und Kälte auf Schmetterlingspuppen zur Thatsache erhoben wird.

Schmetterlinge, welche sich unter den künstlich gestalteten Verhältnissen entwickeln, besitzen im Wesentlichen dieselben Eigenschaften, wie die in der wärmeren oder kälteren Jahreszeit entstandenen Jahreszeitenabartungen und wie die in wärmeren oder kälteren Gebieten lebenden Abarten bezw. Arten. Die Versuche zeigen auch, dass Wärme oder Kälte den Anstoß zu sprungweiser Entwicklung geben kann und beweisen die Abhängigkeit der Variation von der Konstitution des gegebenen Organismus. Eimer's Prophezeiung in der Entstehung der Arten: „wir werden in Zukunft im stande sein, mit dem Thermometer in der Hand Abarten zu züchten, vielleicht auch solche, welche in der freien Natur nicht vorkommen“ ist somit schnell in Erfüllung gegangen.

Es sind namentlich die Versuche Merifield's, Standfuss, Fischer's und Fickert's, welche den experimentellen Beweis für die Lehre Eimers von den Ursachen der Umbildung der organischen Welt zunächst für die Schmetterlinge erbracht haben, besonders schlagend an Papilioniden und Vanessen.

Bei *Papilio podalirius* ergaben sich im wesentlichen für südliche Abarten, Hochsommerformen und Wärmeformen hellere Grundfarbe, schärfer begrenzte und vermehrte schwarze Zeichnung, das sich hauptsächlich im Verschmelzen von Binden äußert, größere blaue Halbmonde auf den Hinterflügeln und am Afterange, längere Schwänze und spitziger ausgezogene Vorderflügel.

Eine Verringerung des Schwarz tritt ein bei Vanessen, deren Puppen hohen Temperaturen ausgesetzt werden. Wie bei der in Armenien vorkommenden *V. urticae turcica* oder *V. v. ichnusa* aus Korsika und Sardinien schwinden hier die der Binde III zugehörigen dunkeln Flecke. Auch der dem Binnenfeld der Binde VIII ursprünglich angehörende Fleck am Hinterrand der Vorderflügel verkleinert sich gleichzeitig mit dem Binnenfeld auf den Hinterflügeln, und die blauen Randflecke, welche bei *podalirius* durch den Einfluss der Wärme größer wurden, reduzieren sich und beweisen wie gleiche oder ähnliche Einflüsse auf verschiedene Konstitutionen, abweichende Ergebnisse erzielen. Während alle genannten Eigenschaften der südlichen *V. urticae* eine Annäherung an *V. Io* bedeuten, verändert der Einfluss der Kälte beide Formen in vollkommen gleicher Richtung. Sowohl bei *urticae* als bei *Io* und ebenso bei *polychloros* nehmen die dunkeln Binden in auffallendster Weise an Ausdehnung zu und führen zu Formen wie die Versuche von Standfuss und Fickert zeigen, die in der Natur überhaupt bis jetzt noch nicht vorgekommen sind.

Es würde zu weit führen, wenn ich auf die Veränderungen eingehen wollte, wie sie durch künstliche Temperaturen noch an andern Papilioniden und Vanessen hervorgebracht worden sind, ich erwähne nur noch die *Vanessa levana-prorsa*, deren Zeichnung theoretische

Bedeutung hat und die, wie wir aus den Eimer'schen Ausführungen ersehen, längst Gegenstand des Experimentes und wissenschaftlicher Discussion gewesen ist.

Die beiden Falter *V. levana* und *prorsa*, sind in ihrer Zeichnung so verschieden von einander, dass sie längere Zeit für getrennte Arten gehalten wurden. Die Versuche haben aber gezeigt, dass durch den Einfluss der Wärme die *Vanessa levana* in *prorsa* verwandelt werden kann und umgekehrt, und dass sich dabei die Zeichnung in vollkommen gesetzmässiger Weise umbildet, dass nicht, wie Weismann annahm, eine von der ersten unabhängige Zeichnung plötzlich hervorgerufen wird.

Bei der Entstehung der *V. prorsa* aus der *levana* handelt es sich um die Verwandlung des Schrägband-Eckfleckttypus der Vanessen in einen Mittelfeld-Schrägfleckttypus. Bei dieser Verwandlung stellt die *Vanessa porima* eine Mittelform dar, welche als Zwischenstufe für die Erklärung der Zeichnungsfolge bei den beiden Faltern von großem Werte ist.

Aus allen bis jetzt angestellten Temperaturversuchen geht somit hervor, dass die durch Einwirkung von Wärme oder Kälte hervorgerufenen morphologischen Abänderungen an Faltern in ganz bestimmten Richtungen erfolgen, welche durch die Konstitution der Schmetterlinge bedingt sind. Dasselbe geschieht in der Natur durch die Einwirkung entsprechend wärmerer bzw. kälterer Klimate und giebt uns in den dadurch entstehenden Abarten und Arten den Beweis für die Vererblichkeit der auf Grund äußerer Reize entstandenen Eigenschaften. Experimentell wurde dieser Beweis durch Weismann, den Gegner dieser Theorie erbracht, durch seine Versuche mit *Polyommatus phlaeas*.

Die südeuropäischen Repräsentanten dieses Falters unterscheiden sich von der bei uns heimischen Form, durch dunklere Färbung d. h. durch schwarze Bestäubung der Flügel. Es können nun durch die Einwirkung erhöhter Temperaturen die nördlichen Falter in die südlichen Varietäten verwandelt werden, die südlichen Formen in Falter, bei welchen die schwarze Bestäubung schwindet.

Damit aber ist der Beweis geliefert, dass die dunkle Bestäubung eine durch den Einfluss der Wärme erworbene Eigenschaft ist. Da aber, wie die Experimente zeigen, nie alle Nachkommen der südlichen Brut unter dem Einfluss der Kälte verändert werden, sondern eine Anzahl stets die von den Eltern übertragenen Eigenschaften in diesem Fall die erworbene Dunkelfärbung bewahren, so ist hier die Vererbung erworbener Eigenschaften offenbar. Diese Schlussfolgerung ist unabweisbar, so sehr auch die Vertreter der Keimplasmatheorie bestrebt sind, dieselben zu ihren Gunsten zu deuten. Mit dem experimentellen Beweis für die Vererbung erworbener Eigenschaften, fällt aber der

letzte Einwand, der gegen die Theorie vom organischen Wachsen erhoben werden kann, der Theorie, deren Verdienst es ist, die Erscheinungen in der organischen Welt auf einheitliche Gesetzmäßigkeit zurückzuführen die an die Stelle eines durch Zufall und Nutzen beherrschten Abänderns der Lebewesen die Variation nach wenig bestimmten Richtungen setzt, und diese Orthogenesis auf dieselben Ursachen zurückführt, die auch die physiologischen Vorgänge des persönlichen Wachstums auslösen und bedingen. [62]

Dr. Gräfin v. Linden (Tübingen).

Brunner von Wattenwyl, Betrachtungen über die Farbenpracht der Insekten.

(Observations on the coloration of insects). Folio, VI + 16, mit 9 Tafeln in Buntdruck und Mappe. Leipzig, W. Engelmann (mit Unterstützung der kais. Akad. d. Wiss. in Wien) 1897. Preis: 36 Mk.

Obiges, der Prinzessin Therese von Bayern gewidmete Prachtwerk oder, wie aus der Vorrede ersichtlich, dessen erstes Heft dürfte schon wegen der Person des Verf.s, unseres trefflichen Orthopterenkenners, allgemein interessieren. Den Hauptteil der Publikation scheinen die Tafeln zu bilden; dieselben wurden in der That — mit unbedeutenden Ausnahmen (z. B. Fig. 8 bis 18, 21, 58, 114) geradezu glänzend ausgeführt, wie wir es von der Bannwarth'schen Firma kaum erwartet hätten. Vom Texte werden wir hier die wichtigsten Leitideen des Verf.s anführen.

Während man durch die exakten Naturwissenschaften gewohnt ist, alle Naturerscheinungen auf bestimmte, unüberschreitbare Gesetze zurückzuführen, offenbart sich nach Brunner in der Färbung der Insekten eine Willkür, in welcher das Bestreben liegt, etwas zu erzeugen, das keine Rücksicht auf den Träger nimmt, daher als Emanation eines über der Weltordnung bestehenden Willens angesehen werden muss. Besonders solche Färbung, welche die Tiere als lästig und schädlich empfinden müssen und sie deshalb durch Zuchtwahl abzustreifen suchen, führen uns auf die transcendentalen Schöpfungsziele, die weit höher liegen als die bloße Erhaltung der Arten.

Die ernierten „Gesetze“ sind uns einfach in der Farbenverteilung gegeben. So bringen diejenigen Geradflügler, deren Flügel nach Art des Sonnenspektrums in allen Farben prangen, wie die benguelische Pyromorphide *Phymateus brunneri* Bol. das Gesetz der Regenbogenfärbung zum Ausdruck, Insekten, die ohne Rücksicht auf die Körperteile längs- oder quergestreift sind (Beispiel: *Graphosoma lineatum* L., Hinterflügel und Abdomen bei *Sphinx ligustri* L.), das Gesetz der Streifung, welches so despotisch ist, dass es dem gewählten Muster zu Liebe manchmal die dunkle Farbe der Zeichnung auf eine Augenhälfte erstrecken und dadurch das Tier halb blind machen kann, wie wir dies bei der Heuschrecke *Mastax semicaecus* Br. beobachten ¹⁾. Orthopteren,

1) Sowohl die Dioptrik als die Katoptrik des Facettenauges steht in keiner Beziehung zur Tinktion des Integumentes, welche folglich die physiologische Leistungsfähigkeit des Gesichtssinnes nicht im geringsten zu beeinflussen vermag.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Linden von Maria

Artikel/Article: [G. H. Th. Eimer, Orthogenesis der Schmetterlinge.
444-456](#)