

Die biologische Bedeutung der Tierfarben.

Von

Kustos Anton Handlirsch.

Vortrag, gehalten den 3. November 1915.

Jeder Naturkörper besitzt eine Reihe von Eigenschaften, welche wir mit Hilfe unserer Sinnesorgane wahrnehmen. Unter diesen Eigenschaften stehen entschieden jene an erster Stelle, welche auf das Auge wirken, denn bei uns ist anscheinend das Auge das bestentwickelte „edelste“ Sinnesorgan.

Wir wissen jedoch, daß nicht alle Menschen gleich sehen (Farbenblindheit) und daß die Augen verschiedener Tiere ganz wesentliche Abweichungen von dem menschlichen Typus zeigen, oft recht primitiv oder stark reduziert sind, so daß wir uns schwer eine gute Vorstellung davon bilden können, wie und was irgendein Käfer, Wurm, eine Schnecke, Qualle oder gar ein Infusor sieht.

Diese Tatsachen müssen wir uns stets und in erster Linie in Erinnerung halten, wenn wir über die biologische Bedeutung der Tierfarben urteilen wollen.

Im Reiche der Steine spielt die Farbe eine große Rolle. Der Mineraloge benützt sie vielfach zur Unterscheidung von Arten und Varietäten, er schließt aus den Farben auf chemische und physikalische Eigenschaften seiner Untersuchungsobjekte, er sucht in rein kausaler Weise zu ermitteln, worauf die Farbe beruht, um dadurch eventuell auch auf die Entstehungsge-

schichte des betreffenden Mineralen schließen zu können, und begnügt sich vorerst mit diesen Resultaten. Welchen Zweck hat die rote Farbe des Karneols, die grüne des Malachits, welchen Zweck haben die schönen Zeichnungen eines Achats? od. dgl., sind Fragen, die ihm ferne liegen. Und würde sich gar ein Mineraloge zu der Behauptung herbeilassen, der Kupferkies sei durch seine Ähnlichkeit mit dem Schwefelkies vor den Angriffen des *Homo sapiens* geschützt, welcher ein spezielles Interesse daran habe, den Kupferkies zu vernichten, so würde man ihn vermutlich auslachen.

Unvergleichlich bunter als die anorganische tritt unserem Auge die organische Welt entgegen. Der Forscher aber steht hier der Natur gegenüber auf einem ganz anderen Standpunkte als dort. Er begnügt sich lange nicht mehr damit, Farben und Zeichnungen zur Unterscheidung der einzelnen Tier- oder Pflanzenarten zu verwenden. Offenbar wegen der allzugroßen technischen Schwierigkeiten wagen sich nur vereinzelte Auserwählte an die Frage nach der unmittelbaren chemischen oder physikalischen Ursache der imposanten und so unglaublich mannigfaltigen Lichterscheinungen heran — dafür wird um so voreiliger an die Beantwortung der Frage wozu? geschritten: Welchen Zweck hat diese oder jene Farbe oder Zeichnung? Was nützt sie dem betreffenden Organismus?

Dieses Festhalten an der teleologischen Betrachtungsweise erklärt sich zum Teil wohl unschwer aus dem Begriffe Leben und Kontinuität des Lebens, resp.

der Arten. Jedes Lebewesen hat das Streben zu leben, sich zu erhalten und fortzupflanzen; es gibt also hier einen Zweck, den es in der leblosen Welt der Steine nicht gibt!

Die alte Teleologie, die vorwiegend auf der Schöpfungs-idee beruhte, wurde im abgelaufenen Jahrhundert zeitgemäß umgestaltet, ich möchte sagen mechanisiert durch Darwins Selektionshypothese, nach welcher zufällig entstandene Bildungen, die sich als vorteilhaft im allgemeinen Kampfe um das Dasein erweisen, durch natürliche Auslese des „Besten“, bezw. Untergang des „Schwachen“ weiter gezüchtet und verstärkt werden.

Daß die Farben und Zeichnungen der Tiere als etwas besonders Auffallendes und scheinbar leicht zu Beobachtendes unter den Argumenten in dem großen Kampfe um die Selektion stets eine hervorragende Rolle spielten, ist vollkommen begreiflich, und so hat sich nach und nach eine Art Kultus herausgebildet. Zuerst unter den Forschern, dann aber auch in weitesten Kreisen der Laien, so daß sogar bei diesen der reine Genuß und die Freude am Schönen vielfach durch Nebengedanken gestört wird. Unsere elementaren Lehrbücher versorgen bereits die Jugend mit allerlei Begriffen wie „Schreckfarbe“, „Schutzfarbe“, „Nachahmung“ usw. — unterlassen es aber, die biologische Erklärung dazu zu geben, und so bleibt vom Darwinismus streng genommen doch nur mehr die teleologische Seite übrig. Um so eifriger sorgen dann populäre

Schriften und Vorträge für die Verbreitung der Selektionshypothese, so daß heute Jung und Alt, Forscher und Laie beim Anblicke der schönen Augenflecke eines Schmetterlings die Frage wozu? auf den Lippen hat.

Gestatten Sie mir nun, in gedrängter Form darzustellen, wie man trotz des über 50 Jahre währenden Streites über die Selektionsidee ziemlich allgemein noch heute die biologische Bedeutung der Tierfarben beurteilt, obwohl schon eine Reihe wertvoller Beobachtungen und Bücher vorliegt, welche geeignet erscheinen, das Studium in exaktere Bahnen zu lenken. Ich verweise dabei auf das bestbekannte, 1890 erschienene Buch des Oxforder Gelehrten E. B. Poulton: „The Colours of Animals“, welches so ziemlich die Ansichten einer großen und internationalen Gruppe von Gelehrten wiedergibt.

Poulton unterscheidet zunächst „bedeutungslose“ und „bedeutungsvolle“ Farben (bezw. Zeichnungen). Zu ersteren rechnet er alle jene, welche man für gewöhnlich nicht sieht, wie die Farbe des Blutes, des Fettes, die schönen Schillerfarben der Schwimmblase der Fische usw. Diese haben vorerst keine andere Bedeutung als die Farben der Minerale. Jedenfalls waren ursprünglich alle Farben bedeutungslos und haben erst als Angriffspunkt für die Selektion eine Bedeutung erlangt. Nachdem diese aber schon lange wirkt, sind nur mehr wenige bedeutungslose Farben übrig — dies der Grundgedanke. In die zweite Kategorie gehören

zunächst direkt physiologisch wertvolle Farben, wie etwa das Chlorophyll bei den Pflanzen — er geht rasch über sie hinweg — dann aber die große Fülle der ökologisch oder ethologisch wichtigen Farben, welche in eine Reihe von Gruppen eingeteilt werden, von denen ich hier nur die größten erwähne:

I. Apatetische Farben, welche das Tier einem Teile seiner natürlichen Umgebung ähnlich machen, oder welche eine Verwechslung mit einer anderen Tierart ermöglichen. A. Kryptische Farben, welche das Tier schwer von seiner vegetabilischen oder mineralischen Umgebung unterscheidbar machen. 1. Prokryptische Farben oder schützende Ähnlichkeit. Schutz gegen Feinde. a. Allgemeine schützende Ähnlichkeit durch Harmonie mit dem allgemeinen künstlerischen Effekt der unmittelbaren Umgebung (Alpenhase, Raupe von *Sphinx ligustri*, Feldhase etc.). b. Spezielle schützende Ähnlichkeit in Größe, Form und Farbe mit einem bestimmten Gegenstande der Umgebung zum Schutz gegen Feinde (viele Raupen von Spannern, Kallima-Falter etc.). 2. Antikryptische Farben. Aggressive Ähnlichkeit, Verbergung zur Erleichterung des Angriffes. a. Allgemeine aggressive Ähnlichkeit. Harmonie mit dem allgemeinen künstlerischen Eindruck der Umgebung (Hermelin, Eisbär, Löwe). b. Spezielle aggressive Ähnlichkeit in Größe, Form und Farbe mit einem bestimmten Gegenstande (manche Insekten). B. Pseudosematische Farben. Falsche Warn- oder Signalfarben, welche etwas dem

Feinde Unsympathisches oder etwas für die Beute Anziehendes vortäuschen. In diesen Fällen ist gewöhnlich die Erscheinung eines anderen Tieres kopiert.

1. Pseudaposematische Farben. Schützende Mimikry. Ein Aussehen, welches etwas dem Feinde Unsympathisches oder Gefährliches vortäuscht (wespenähnlicher Schmetterling, bienenähnliche Fliege etc.), oder welches das Aussehen des Feindes selbst vortäuscht (wespenähnliche Grille), oder welches dem Feinde suggeriert, er werde durch ein anderes Individuum seiner eigenen Spezies gewarnt (Marken an Raupen, Ichneumoniden-eier darstellend).

2. Pseudepisematische Farben. Täuschende Nachahmung eines für die Beute anziehenden Gegenstandes (blumenähnliche Mantide) oder ein Aussehen, welches einem Feinde ermöglicht, sich dem Opfer zu nähern, ohne Verdacht zu erregen. Aggressive Mimikry. (*Volucella* und *Bombus*. Ameisenähnliche Spinnen.)

II. Sematische Farben, Warn- oder Signalfarben, welche auf die Feinde einen unangenehmen Eindruck machen oder anderen Individuen der Spezies zur Flucht verhelfen.

I. Aposematische Farben (Warnfarben). Aussehen, welches Feinde warnt, weil es etwas für sie Widerliches oder Gefährliches anzeigt (weißer Schwanz des Stinktieres, lebhaftere Farben stehender Insekten) oder welches die Aufmerksamkeit eines Feindes auf etwas speziell Verteidigtes oder auf einen unwichtigen Körperteil lenkt (Schwänzchen und Augenfleck der Schmetterlinge, *Thecla*) oder welches

andere Individuen derselben feindlichen Spezies warnt (außen abgelegte auffallende Eier gewisser Ichneumoniden an Raupen). 2. Episematische Farben-Erkennungszeichen für die eigenen Artgenossen (weißer Schwanz der wilden Kaninchen).

III. Epigamische Farben, welche der Ginstbewerbung dienen (Pfau, Argusfasan, viele andere Vögel, Schmetterlinge, Spinnen, Fische etc.).

Von Poulton und seinen Schülern und Anhängern bis ins feinste Detail ausgearbeitet, beherrscht dieses fast zum Dogma erstarrte System trotz vielfacher Angriffe von Seite der gleichfalls dogmatischen vitalistisch-evolutionistischen Richtung noch heute das Gebiet der ökologischen oder ethologischen Biologie, und selbst die Vertreter der exakten entwicklungsmechanischen und experimentellen Richtung versäumen es selten, vor der selektiven Farbenanpassung eine kleine Verbeugung zu machen. — Kein Wunder, denn hier handelt es sich um nichts Geringeres als um Sein oder Nichtsein des ursprünglichen Darwinismus, als dessen letzte Stütze ganz allgemein die Lehre von der „Mimikry“ bezeichnet wird.

Und in der Tat haben die mannigfachen hier zusammengefaßten Erscheinungen etwas ungemein Bestechendes. Selbst der Skeptiker, der gerne geneigt ist, Einzelfälle dem „Zufalle“ in die Schuhe zu schieben, sieht sich hier in manchen Fällen vor ganz frappanten oder vor Massenerscheinungen, über welche das Wort „Zufall“ nicht mehr hinweghilft.

Es bedarf wirklich einer gewissen Selbstüberwindung, um sich von der altgewohnten Betrachtungsweise freizumachen und die Erscheinungen nach anderen Gesichtspunkten zu analysieren.

Bevor wir aber an eine solche Analyse schreiten, dürfte es ersprießlich sein festzustellen, worauf die vielerlei optischen Erscheinungen, die in dem Worte Tierfarben inbegriffen sind, eigentlich beruhen. Was sind die Farben, wie entstehen sie, wie reagieren sie auf verschiedene Einflüsse, wie ist ihre physiologische Wirkung auf den betreffenden Organismus und wie ihre Wirkung auf dessen Umgebung, bezw. auf die in Betracht kommenden Nachbarorganismen, in erster Linie auf die supponierten Feinde?

Strenggenommen sollten alle diese Fragen vorher exakt durchgearbeitet und beantwortet werden, bevor wir einen selektiven Wert oder sagen wir einen Zweck im Sinne der Darwinisten, eine Bedeutung für die Erhaltung des Individuums, resp. der Art als wahrscheinlich annehmen können, und dann erst müßte auf statistischem oder experimentellem Wege festgestellt werden, ob die betreffende Tierform durch die betreffende zweckmäßige Einrichtung wirklich in ihrem Leben wesentlich gefördert wird oder wurde.

Wie weit sind wir aber von all dem entfernt! Beruht doch gegenwärtig die Beweisführung für die Wirksamkeit der verschiedenen so auffallenden Bildungen oft nur darauf, daß der Mensch irgendein Tier auf dessen Unterlage ein oder das andere Mal

nicht sofort gesehen hat, daß ein Knabe, als er das erste „rote Ordensband“ fangen wollte, durch das plötzliche Erscheinen der grellroten Hinterflügel „verwirrt“ wurde, daß ein Vogel oder eine Eidechse das dargereichte Insekt nicht sofort annahm, daß solche Tiere das eine Opfer lieber oder gieriger aufnahmen als ein anderes u. dgl. m.

Auch unsere Kenntnis von dem Gesichtssinne der in Betracht kommenden Tierformen ist noch recht lückenhaft, denn wir wissen nicht viel mehr, als daß z. B. gewisse Insekten, Fische etc. in einem verschiedenen Grade farbenblind sind, daß manche Tiere kurzsichtig, andere weitsichtig sind im Vergleiche zu uns, daß manche in der Dunkelheit besser sehen als wir, andere bei Tage schlechter usw.

Auch unser positives Wissen über die Natur und Entstehung der verschiedenen Tierfarben ist noch eng begrenzt, gibt uns aber dank neuerer exakter zoochemischer und physikalischer Arbeiten immerhin schon allerlei wichtige Anhaltspunkte: In erster Linie müssen wir zwei Hauptkategorien von Farben streng scheiden. I. Die Struktur- oder „unechten“ Farben, welche auf dem morphologischen oder histologischen Baue des betreffenden Körperteiles beruhen und als Interferenz-, Beugungs-, Zerstreuungs-, Refraktionserscheinungen u. dgl. bezeichnet werden. Hieher gehören alle metallisch glänzenden Farben, das Irisieren, Schillern, ein großer Teil der weißen und vermutlich auch einige schwarze Farben, blaue Töne vieler Insekten usw.

Solche Strukturfarben kommen überall vor, wo sich nur Gelegenheit dazu bietet; wir kennen sie sehr gut aus dem anorganischen Reiche und sind in der Lage, sie künstlich hervorzurufen; wir finden sie auch im Innern mancher Tiere oder an Gebilden, die für gewöhnlich dem Auge nicht zugänglich sind. Die betreffende Struktur ist vorhanden und erzeugt die Farbe, sobald das Licht Zutritt erhält. Die geringste morphologische Veränderung ist imstande, solche Farben zu vernichten oder zu verändern. Die goldigen Flecke gewisser Insekten verschwinden beim Austrocknen des toten Tieres und erscheinen wieder bei Befeuchtung.

II. Die Absorptions- oder „echten“ Farben, auch Körperfarben genannt, welche darauf beruhen, daß nur ein bestimmter Teil der Lichtstrahlen in den betreffenden Körper eindringt, während der andere Teil der Strahlen reflektiert auf das Auge des Beschauers wirkt und daselbst jene Reize hervorrufft, die wir als Farbewahrnehmung kennen. Gerade diese reflektierten, also abgewiesenen Lichtelemente sind es vermutlich, welche auf den betreffenden Körper chemisch zerstörend einwirken würden.

Absorptions- oder Körperfarben kommen überall vor, gehören geradezu zu den Grundeigenschaften der Substanzen, aus welchen die Tiere aufgebaut sind, und jeder kleinste Teil eines Tieres hat seine charakteristische Farbe. Für unsere Frage freilich kommen in erster Linie jene in Betracht, die sich dem Beschauer des lebenden ganzen Tieres darbieten, und

diese werden meist durch sogenannte Pigmente bedingt, welche in Form farbiger Körnchen in den betreffenden Geweben auftreten. Daneben gibt es auch flüssige Farbstoffe. Man kennt bereits die chemische Natur und Entstehung von einer größeren Anzahl tierischer Farben und ist imstande, sie zu isolieren und in gewisse Verwandtschaftsreihen einzuteilen. Teils sind es Produkte der Spaltung von Eiweißverbindungen durch Fermente wie die „Melanine“, die Pigmente der Negerhaut und der Haare, teils gehören sie in die Gruppe von Chlorophyll, Xanthophyll, Etiolin, teils in die Hämatin-Hämoglobinreihe. Auch Floridine, Guanin, Harnsäure treten als Pigmente auf, besonders häufig jedoch die sogenannten Lipochrome, gelbe oder rote Farbstoffe von vermutlich cholesterinähnlichem Bau. Bemerkenswert ist, daß manche Tierfarben entschieden photogener Natur sind, ja wie z. B. der echte Purpur nur mit Hilfe von Sonnenlicht aus dem Chromogen hervorgehen. Andere sind Oxydationsprodukte.

Bemerkenswert ist ferner die leichte Veränderlichkeit mancher Farben und die Konstanz anderer, ferner, daß es sich vielfach um Endprodukte des Stoffwechsels, ja geradezu um Exkrete handelt, die in peripheren Organen zur Ablagerung gelangen (Harnsäure in den Schuppen der Weißlinge, Guanin, Farbe der Haut der Blutegel usw.)

Manchmal sind die Pigmente an bestimmte Zellen gebunden, welche vom Tiere selbsttätig infolge von Nervenreizen in ihrer Form und daher auch Farben-

wirkung verändert werden können (Fische, Chamäleon, Tintenfisch etc.).

Pigmente können auch synthetisch erzeugt werden, sind wie die Strukturfarben keineswegs an eine „Lebenskraft“ gebunden und bilden infolge ihrer relativ leichten Veränderbarkeit ein dankbares Objekt für den Experimentalzoologen.

Die Resultate solcher Experimente sind von hervorragendem Interesse. Sie zeigen uns, daß sowohl Temperatur als Licht und Nahrung von großem Einflusse auf die Farben sind; sie zeigen uns aber auch, daß sich die künstlich erzeugten Abänderungen meist in einem relativ eng begrenzten Rahmen bewegen, der nur selten über das hinausragt, was auch in der Natur bei einer Tierform vorkommt und gewissermaßen zum natürlichen Variationskreise gehört. Kälte und Wärme erzeugen oft ganz ähnliche Resultate, so daß wenigstens in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nicht von einer im ökologischen Sinne zweckmäßigen Reaktion des Organismus auf den betreffenden Reiz gesprochen werden kann. Künstlich erzeugte Abänderungen sind nachgewiesenermaßen in einem gewissen Grade auch erblich; sie treten in der Regel nur auf, wenn die Einwirkung vor der Reife erfolgt, solange die Chromogene und nicht die fertigen Farben vorliegen.

In den Bereich des Experimentes können wir auch jene oft auffallenden Veränderungen rechnen, welche wir durch Domestikation der Tiere erzielen. Fast alle Haustiere weichen in der Farbe ganz wesentlich

von ihren wilden Stammformen ab. Allgemein herrscht die Tendenz zur Bildung weißer (pigmentloser) Varianten (Rind, Schaf, Schwein, Pferd, Ziege, Hund, Katze, Kaninchen, Gans, Ente, Huhn, Taube etc.). Auch treten häufig sogenannte asymmetrisch gescheckte Formen auf, bei denen ursprünglich feiner gemengte Farben, die einen allgemeinen braunen oder grauen Ton geben, sich lokal sondern (Scheckenbildung). Auch Melanismen sind häufig.

Daß auch in der freien Natur ab und zu solche von der Norm abweichende „aberrante“ Individuen auftreten (Mutationen etc.), ist allgemein bekannt, und man benützt sie, gleich den in der Domestikation auftretenden, gerne zur Nachzucht, um neue konstante Rassen zu erzeugen, was in der Regel unschwer gelingt.

Außer den sprunghaft auftretenden Abänderungen gibt es aber ganz allgemein verbreitet recht weitgehende Variationen der Farbe als regelmäßige Erscheinung. Ja oft sind in der normalen Variationsbreite einer Art geradezu die Extreme vertreten, wie grün—rot, schwarz mit roten Flecken—rot mit schwarzen Flecken u. dgl., oder es wechseln Generationen mit verschiedenen Farbenkleidern in einem oder in beiden Geschlechtern usw.

Daß durch künstliche Eingriffe unter Umständen auch eine Veränderung hervorgerufen werden kann, welcher eine ökologische Bedeutung zuzusprechen wäre, erscheint mir theoretisch nicht unmöglich, doch sind die als Belege hiefür angeführten Fälle keineswegs einwandfrei und so vereinzelt, daß man unwillkürlich

an einen Zufall denken muß. Wirkliche Farbenanpassung an die Umgebung fand man nur bei höheren Tieren mit hoch entwickelten Sinnesorganen. Aber immerhin müssen wir wenigstens vorläufig eine direkte Farbenanpassung als möglich zugeben, wenn wir auch nicht so weit gehen können, in den Tieren direkt farbige Photographien zu sehen, wie das in allem Ernste versucht wurde. Es kann der Ton gewisser Farben oder einfarbiger Flächen direkt durch bestimmt gefärbtes Licht in einer Weise beeinflusst werden, wie wir es in den Farbenphotographien von Becquerel u. a. (Wiener, in Poggendorffs Annalen 1895) sehen, aber es dürfte aussichtslos, ja ganz unmöglich sein, die verschiedensten so mannigfachen Zeichnungen auf einen solchen Vorgang zurückzuführen, denn solche Zeichnungen finden sich meist gar nicht an den Gegenständen der Umgebung der betreffenden Tiere. Man denke nur an die vielerlei Augenflecke bei Vögeln, Schmetterlingen, Eidechsen usw., an die Kopie eines kleinen winzigen menschlichen Totenkopfes auf dem Rücken des bekannten Schmetterlings u. dgl.

Dadurch sind wir auf diesen wichtigen Faktor, auf die „Zeichnung“ gekommen, welcher die ganze Frage so unendlich verwirrt. Wir treffen Muster aller Stilarten und Geschmacksrichtungen, von der groben Schablone bis zur subtilsten Miniatur. Wir finden solche, die nie ein Mensch erfinden würde, neben solchen, die uns völlig vertraut erscheinen, weil sie uns an allerlei erinnern, was wir oft künstlich darstellen: Ein

Schmetterling trägt eine kleine goldene 8, ein anderer eine römische Zahl usw.

Brunner v. Wattenwyl hat es versucht, die Zeichnungen nach gewissen künstlerischen Gesichtspunkten zu ordnen, ganz ohne Rücksicht auf die morphologische Grundlage, denn man gewinnt tatsächlich oft den Eindruck, daß es sich um ein dem fertigen Tiere in einer bestimmten Stellung aufgeprägtes, rücksichtslos über die verschiedensten Körperteile hinweggehendes Bild handle, dazu bestimmt, einen einheitlichen Eindruck zu machen. Nähere Untersuchung freilich lehrt uns, daß doch in der Mehrzahl der Fälle Beziehungen zwischen Bau und Farbe herzustellen sind. Wir finden Beispiele dafür, daß gewisse Zeichnungen nur im Verlaufe von Luft- oder Blutbahnen, Nerven, Muskeln usw. auftreten oder gerade in den Zwischenräumen zwischen diesen u. dgl.

Nicht unerwähnt darf hier bleiben, daß bestimmte Farben oder Zeichnungen nur dort zur Entwicklung gelangen, wo in einer bestimmten Lebensperiode Belichtung stattfindet, oder umgekehrt (*Tropidoderus Childreni*, eine grüne Phasmide).

Gleich den Farben lassen sich auch gar manche von den uns in der Zoologie geläufig gewordenen Zeichnungstypen in der anorganischen Welt auffinden, ja selbst im Laboratorium herstellen. Ich möchte nur an die außerordentlich interessanten Versuche erinnern, die von Liesegang und Gebhardt¹⁾ mit rhythmischen

¹⁾ Ber. deutsch-zool. Ges. 1912.

Niederschlägen im Kolloiden angestellt wurden und ebenso schöne Augenflecke, Wellen-, Flammen- und Bogenlinien ergaben, wie sie die Natur auf den Flügeln der Schmetterlinge hervorbringt.

Aus all dem dürfte sich trotz des vielfach noch recht lückenhaften Tatsachenmaterials doch schon eine Reihe wichtiger Momente ergeben:

1. Farben und Zeichnungen, wie wir sie bei den Tieren treffen, sind keineswegs etwas an eine bestimmte „Lebenskraft“ Gebundenes, sondern das Resultat allerdings sehr komplizierter chemischer und physikalischer Vorgänge, die sich im Tierkörper abspielen, aber zu einem gewissen Grade schon jetzt künstlich nachgeahmt werden können.

2. Der Verlauf dieser Prozesse im Tier und daher das Endergebnis sind von den verschiedensten äußeren Einflüssen abhängig und daher auch künstlich zu beeinflussen.

3. Die künstlich erzielten Abänderungen stimmen meist mit solchen überein, die auch in der Natur vorkommen.

4. Die Erblichkeit gewisser künstlich erzeugter Veränderungen ist erwiesen.

5. Es entstehen in der Natur ohne nachweisbaren unmittelbaren äußeren Einfluß Abänderungen, die sich als erblich erweisen, also vermutlich auf Abänderungen der Keimsubstanz beruhen.

6. Trotz der scheinbar unendlichen Mannigfaltigkeit sind die Farben und Zeichnungen doch durch die

chemischen und physikalischen Möglichkeiten beschränkt; es wiederholen sich die Typen und es gibt eine Fülle von Parallelismen.

Wenn wir nun auf Grund der so gewonnenen Resultate jene zahllosen Belege betrachten, welche dem Schema Poultons zugrunde liegen, so wird uns vielleicht manches in einem anderen Lichte erscheinen.

Vorerst werden wir alle jene ganz vereinzeltten Fälle eliminieren, die besser in einen Roman passen als in die Wissenschaft. (Raupe des europäischen Buchenspinners, die eine exotische Spinne vortäuscht; Kobra-ähnliche europäische Schwärmerraupe; Flecken, welche Parasiteneier andeuten; Menschengesicht der Raupe des Gabelschwanzes; metallglänzender Fleck eines Insektes als Kopie eines Wassertropfens.) Wir werden uns nicht wundern, wenn unter einer Million verschiedener Tierbilder auch ein oder der andere uns anderweitig bekannte Gegenstand zur Darstellung gelangt, denn das ist Einzelercheinung, echter Zufall, so wie die Gebilde, die wir in der Silvesternacht durch Bleigießen erzielen.

Wir wollen vielmehr an einige jener Fälle denken, die man als Massenerscheinungen bezeichnen kann, denn nur diese würden zur Ableitung von Regeln und Gesetzen berechtigen.

Es gibt sehr viele laubgrüne Insekten, von denen sich tatsächlich die überwiegende Mehrzahl auf grünen Pflanzen aufhält und von denen einzelne daselbst wirklich leicht dem suchenden Auge des Menschen

entgehen. Unter diesen grünen Insekten sind vorwiegend Pflanzenfresser, aber auch Raubtiere, welche sich von grünen Pflanzenfressern nähren und auf diese Weise offenbar die Chromogene aus der Chlorophyllgruppe in sich aufnehmen, aus welchen dann die vermutlich photogenen dem echten Chlorophyll nahestehenden Farben hervorgehen. Manche grüne Insekten wechseln ebenso in ihrer Farbe zwischen grün, gelb, rot und braun wie die Pflanzen und dieser Wechsel erfolgt entweder im Individuum selbst oder im Variationskreise der Art. Chlorophyllgrün tritt oft neben grellen anders gefärbten Zeichnungselementen auf, welche die „Schutzfarbe“ wirkungslos machen. Bei Vögeln, Reptilien und Amphibien ist gleichfalls grün sehr verbreitet, doch scheint es sich hier wie bei den metallisch grünen Insekten vorwiegend um Strukturfarben zu handeln. Dementsprechend finden wir hier die grüne Farbe nicht nur bei Laubfressern, sondern bei Tieren mit der verschiedensten Nahrung. Wir finden aber auch diese grünen Tiere an allen möglichen Plätzen und können nur in ganz vereinzelt Fällen an eine schützende Ähnlichkeit mit den grünen Pflanzen denken.

Die weiße Farbe der „Polartiere“ ist mit Ausnahme von 2 oder 3 Vögeln auf Säugetiere beschränkt. Der Eisbär ist gar nicht weiß, sondern gelb und auf sehr große Entfernung im Schnee leicht sichtbar. Die Seehunde, welche fast ausschließlich seine Nahrung bilden und daher ein Interesse daran hätten, weiß zu sein, sind es nie. Der Polarfuchs ist ebenso oft auch

im Winter blau als weiß und seine Beute besteht vielleicht in erster Linie aus ausgeworfenen Seetieren und Tangen, an die er sich wohl nicht anzuschleichen braucht, zum Teil wohl aus dem nordischen Hasen, der nur im Winter weiß ist wie bei uns in den Alpen, wo es keinen weißen Fuchs gibt, oder aus Lemmingen, welche auch keine ausgesprochene Schutzfarbe haben. Das Renttier ist nur im äußersten Norden licht (nicht weiß), sonst braungrau. Es wird hauptsächlich von Wölfen verfolgt, welche bekanntlich auch im Winter nicht weiß sind. Der Moschusochse ist auch nicht weiß, dagegen ist die Winterform des Hermelins weiß, hat aber eine schwarze Schwanzspitze. Es ist erwiesen, daß das Weißwerden bei Säugetieren durch Kälte beschleunigt wird.

Die meisten weißen Vögel leben in warmen Ländern und haben mit Schnee nichts zu tun, ebenso die vielen weißen Insekten. Bunte, grelle, sogenannte Warn- oder Schreckfarben kommen in den verschiedensten Tiergruppen und Biocoenosen vor, in gewissen Insektengruppen gleich häufig bei wehrlosen ungeschützten und bei wehrhaften oder durch Geruch etc. „geschützten“ Formen. Grell gefärbte Hinterflügel, wie sie bei Nachtschmetterlingen als Schreckmittel gedeutet werden, kommen auch bei vielen Fulgoriden vor, doch sind die Farben dort oft durch einen weißen Wachsüberzug vollkommen verborgen. Gleiches gilt für die auffallenden großen Augenflecke des surinamischen Laternenträgers.

Gerade der Zeichnungstypus, der als Augenfleck zu bezeichnen ist, gehört zu den weitest verbreiteten Typen. Er kommt in allen Größen und an den verschiedensten für gewöhnlich sichtbaren oder verborgenen Stellen vor, bei Mollusken auf der für gewöhnlich inkrustierten Oberfläche der Schale einer Art *Cypraea*, bei Eidechsen, Schlangen, Fischen, Vögeln und allerlei Insekten. Die „Augen“ stehen oft in großer Zahl nebeneinander und haben die verschiedensten Formen und Farben.

Ebenso verbreitet ist die sogenannte „Wespenzeichnung“ bei Insekten: dunkel mit gelben Binden. Sie kommt bei Tieren vor, die sonst gar keine Ähnlichkeit mit stechenden Wespen haben, welche übrigens ihrerseits absolut nicht geschützt, sondern ein von vielen Tieren gesuchter Leckerbissen sind. Gleiches gilt für das Bienenkleid, welches sich in den verschiedensten Insektengruppen wiederholt, und für das Hummelkleid. Überall muß zur Herstellung einer „wirksamen“ Mimikry zu der Farbe auch noch eine Übereinstimmung in der Größe, Form, im Vorkommen und in der Lebensgewohnheit kommen, also in mindestens fünf verschiedenen Kausalreihen.

Das erklärt uns auch, warum sich die wirklichen Belege für solche Mimikry fast ausnahmslos unter nahe verwandten Tierarten finden, z. B. innerhalb der Gattung *Papilio* oder wenigstens innerhalb der Tag-schmetterlinge, denn durch die nahe Verwandtschaft sind in der Regel schon drei oder vier von den fünf Faktoren gegeben.

Die Zahl der Parallelismen im Tierreiche ist, wie schon erwähnt, enorm. Wir finden eine Wiederholung ganz ähnlicher Typen in den verschiedensten Verwandtschaftsreihen, und es sind sehr oft Arten, die geographisch oder ökologisch mit einander in keinerlei Beziehung stehen. Andererseits ist es erwiesen, daß es gewisse Farbübereinstimmungen gibt, welche an eine Gegend gebunden sind und der dortigen Fauna, ganz unabhängig von den verwandtschaftlichen Verhältnissen, ein eigenartiges Gepräge verleihen. Sowohl durch die vom Orte unabhängigen als durch die zum lokalen Gepräge gehörigen Parallelismen werden Fälle von Mimikry vorgetäuscht.

Schon diese kurzen Andeutungen dürften genügen, um zu zeigen, daß die alte selektionistisch-teleologische Erklärungsweise auf recht schwachen Füßen steht, daß vielmehr eine Reihe von Thesen aufzustellen ist, welche allerdings weniger poetisch sind, aber dafür vielleicht den Tatsachen besser gerecht werden:

1. Farben und Zeichnungen sind das Resultat des Zusammenwirkens vererbter Anlagen und äußerer chemisch-physikalischer Einflüsse.

2. Sie sind nicht a priori nützlich zur Erhaltung des Individuums oder der Art, sondern der Mehrzahl nach vorerst ökologisch gleichgültig.

3. Zufällig können einzelne dieser Bildungen sofort vorteilhaft sein und daher eventuell einen Selektionsfaktor bilden.

4. Die Färbung veranlaßt das Tier in vielen Fällen, sich ihrer in praktischer Weise zu bedienen, sie also zweckmäßig zu machen. (Viele Beispiele bekannt!)

5. Die Selektion beeinflusst vielleicht das rein lokale Gepräge der Fauna eines Gebietes mit ausgesprochenem extremen physikalischen Charakter, ist aber von äußerst problematischem Werte für die Gesamtheit der Tierwelt.

6. Die physiologische Bedeutung der Pigmente ist noch viel zu wenig studiert, aber es ist sehr gut möglich, daß die Farbe geradezu die Erhaltung der betreffenden Substanz garantiert und dadurch indirekt dem Organismus nützt, indem sie gewisse Ausscheidungsprodukte fixiert, deren Zerfall dem Tiere nachteilig sein könnte.

Darum glaube ich, man sollte der Jugend und den breiten Schichten vorläufig den reinen Naturgenuß und die Freude an der Farbe nicht durch unerwiesene Hypothesen vergällen, sondern zuerst durch eine sorgfältige vorurteilslose Beobachtung der Natur, durch genaue Analysen der einzelnen Lebensgemeinschaften nach der statistischen Methode und Ausbau der Experimentalzoologie eine solide Basis für die biologische Bewertung der Erscheinungen schaffen. Die Arbeiten der Chemiker und Physiker verringern von Tag zu Tag die Kluft zwischen organischer und anorganischer Welt — es gibt nur mehr allgemeine Naturgesetze.

Liesegangs Versuche, Ehrlichs Seitenkettentheorie, Le Chateliers Lehre und so manche andere Errungenschaft der neueren Zeit werden uns endlich auch den Weg zu einer richtigen Einschätzung der organischen Farben- und Formenwelt ebnen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Handlirsch Anton

Artikel/Article: [Die biologische Bedeutung der Tierfarben. 49-73](#)