©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Über die biologische Bedeutung der Färbung im Thierreiche.

Von

Dr. H. Rebel.

Vortrag, gehalten den 16. Februar 1898.

(Mit Demonstrationen.)

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die Außenwelt, soferne wir sie mit unserem Auge wahrnehmen, tritt in unserem Inneren in Form von Bildern auf. Das Bild setzt sich aber aus bestimmten Vorstellungen über die Maßverhältnisse und sonstige körperliche Beschaffenheit des Objectes zusammen, wozu noch etwas von der sinnlichen Wahrnehmung Unzertrennbares kommt, das wir als Farbe bezeichnen. Die Farbe ist also ein wesentlicher Bestandtheil jedes Bildes und häufig auch der psychologisch wirksamste Theil desselben. Gestalt und Form können von der Farbe im Vorstellungsbilde stark in den Hintergrund gedrängt werden.

Wenn das eben Gesagte schon für das menschliche Anschauungsvermögen gilt, um wie viel höher dürfen wir die Bedeutung der Farbe in der Thierpsychologie stellen, wo der sinnlichen Wahrnehmung des Auges nur eine viel beschränktere Erfahrung der Außenwelt zur Ergänzung des Vorstellungsbildes zuhilfe kommen kann? Hier muss oft die Farbe gewissermaßen in der Vorstellung aufgehen und ihren wesentlichsten Inhalt bilden.

Wenn wir uns ferner vergegenwärtigen, in welch reger Wechselwirkung im Naturleben die thierischen Organismen zu einander stehen, wie schon der sinnliche

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Eindruck, den das Individuum bei seinen eigenen Artgenossen macht, zu seinem Vortheil oder Nachtheil ausschlagen muss, so werden wir ohneweiters geneigt sein, der Färbung eine hervorragende Bedeutung in der Thierbiologie zuzusprechen.

Nebstbei sei gleich hier bemerkt, dass Färbung und Zeichnung, die wir im gewöhnlichen Leben häufig von einander trennen, in Wahrheit untrennbare Begriffe sind, die in jeder biologischen Betrachtung zusammen behandelt werden müssen.

Ich will nun heute versuchen, Ihnen einige der wichtigsten Punkte thierischer Biologie, soweit sie mit der Färbung in weiterem Sinne zusammenhängt, vorzuführen, wozu es angezeigt erscheint, dass wir uns vorher über die physikalische Natur der Farben, die wir am Thierkörper antreffen, in möglichster Kürze informieren.

Wir können im allgemeinen zwei Gruppen von Farben unterscheiden: solche, deren Auftreten von der Anwesenheit eines eigenen Farbstoffes, eines sogenannten Pigmentes, abhängt, und solche, welche auf besondere Structurverhältnisse der Oberhautgebilde beruhen, also Pigmentfarben und Structurfarben.

Die Pigmentfarben sind ihrer physikalischen Natur nach Absorptionsfarben, d. h. die Farbstoffe oder Pigmente absorbieren einen großen Theil des natürlichen Spectrums und reflectieren nur bestimmte Elemente desselben. Nach diesem reflectierten Theil des Spectrums benennen wir dann den Farbstoff und sprechen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

beispielsweise von einem rothen Pigment, wenn alle anderen Elemente des Spectrums bis auf das Roth, welches reflectiert wird, zur Absorption gelangt sind. Für diesen Vorgang ist die chemische Eigenschaft des Farbstoffes entscheidend, die Absorptionsfarben hängen also unmittelbar von der chemischen Beschaffenheit des Pigmentes ab.

Bei der zweiten Farbengruppe, den sogenannten Structurfarben, wird der Färbungseffect auf verschiedene andere Weise, nur nicht durch Absorption hervorgebracht. Häufig ist es die optische Erscheinung der Interferenz oder auch der Fluorescenz, die ihn hervorrufen. Für die Structurfarben ist die chemische Zusammensetzung Nebensache, die structurelle Beschaffenheit der färbig erscheinenden Körperstelle aber entscheidend.

Wenn wir nun die einzelnen Farben, die wir bekanntlich in größter Mannigfaltigkeit und in unerschöpflicher Combinationsfülle im Thierreiche antreffen, auf ihre Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Farbengruppe prüfen, so finden wir, dass die überwiegende Mehrzahl derselben und namentlich diejenigen, die wir als Grundfarben bezeichnen dürfen, sogenannte Pigmentfarben sind. Die so verschiedenen Abstufungen von Gelb, Roth, Braun bis Schwarz beruhen in der Regel auf einem bestimmten Farbstoff, der sich auch aus dem Thierkörper chemisch gewinnen lässt.

Die brillantesten Farben jedoch, die wir an thierischen Organismen antreffen, wie Blau, Violett und

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse; download unter www.biologiezentrum.at

alle Metallfarben, verdanken ihr Auftreten besonderen Structurverhältnissen, ihnen entspricht also kein bestimmtes Pigment im thierischen Körper.

Die Stoffmenge des Pigmentes, welche erforderlich ist, um eine gewisse Färbung hervorzurufen, ist meist eine sehr geringe. So hat eine in jüngster Zeit vorgenommene Untersuchung der Farbstoffe der menschlichen Haut ergeben, dass kaum ein Gramm eines bestimmten Farbstoffes genügt, um dem ganzen Körper des Negers das tiefste Schwarz zu verleihen.

Wie ich bereits angedeutet habe, ist der Sitz jener Farben, welchen eine biologische Bedeutung zukommt, vornehmlich auf den Oberhautsgebilden des thierischen Körpers zu suchen. Namentlich die Bekleidungsformen der Haut, die wir als Schuppen, Federn und Haare unterscheiden, kommen hier vor allem in Betracht.

Damit soll nicht etwa gesagt werden, dass nicht auch innere Theile des thierischen Körpers eine lebhafte Farbe besitzen können, die unter Umständen eine biologische Bedeutung gegenüber der Außenwelt gewinnt. Ich erinnere Sie an die rothe Farbe des Blutes der Wirbelthiere, die in der Regel keinen biologischen Wert für die äußeren Beziehungen des Thieres besitzt. Sie ist für den ganzen Kreis der Wirbelthiere charakteristisch, wird aber doch in einzelnen Fällen, wo sie ein Hindernis für eine biologisch wichtigere Erwerbung bildet, aufgegeben. So kommen transparente Fische vor, die ein helles oder, wie wir zu sagen gewöhnt sind, farbloses Blut besitzen und

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

erst dadurch auf der Oberfläche des Oceans vor ihren Feinden verborgen bleiben. Würden sie die rothe Farbe des Blutes ihrer Stammesgenossen bewahrt haben, so wäre das Durchsichtigwerden der übrigen Körpertheile zwecklos gewesen.

Nicht bei allen Thierclassen spielt die Färbung eine gleich hervorragende Rolle. Namentlich das Auftreten lebhafter Structurfarben ist auf verhältnismäßig wenig Thiergruppen beschränkt.

Auch sind nicht alle Thierformen mit solchen Oberhautsgebilden ausgestattet, die einen energischen Färbungseffect vermitteln können. In dieser Hinsicht kommen namentlich nur zwei Thiergruppen in Betracht, die systematisch weit von einander abstehen, biologisch aber viele Berührungspunkte bieten, nämlich die Insecten und Vögel.

Aber auch unter den Insecten ist es namentlich nur die Ordnung der Schmetterlinge (Lepidopteren), bei denen sich in gleicher Weise wie bei den Vögeln die Oberhautsgebilde zu wahren Farbenträgern ausgebildet haben.

Die Schmetterlingsschuppe und die Vogelfeder sind morphologisch stark veränderte Gebilde, die ursprünglich eine viel einfachere Structur besaßen. Insbesondere die Schuppe des Schmetterlingsflügels hat ihre Flächenvergrößerung im Dienste der Farbenbiologie erfahren. Sie ist aus einer ursprünglich haarförmigen Anlage mit ihren breiten Flächen zu einem wahren Schauorgan geworden, ohne aber dabei ihre mechanische

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Schutzfunction, die wir für jedes Oberhautsgebilde als primär ansehen müssen, verloren zu haben.

Halten wir nun Umschau nach jener Färbung, deren biologische Bedeutung unserem Erkenntnisvermögen am leichtesten zugänglich ist, so treffen wir in allen Thierclassen Fälle an, wo unverkennbar eine Übereinstimmung zwischen der Färbung des Thieres und jener seiner natürlichen Umgebung vorliegt. Wir haben es hier mit einer bereits allgemein bekannten Anpassungserscheinung zu thun, die wir als Schutzfärbung oder sympathische Färbung bezeichnen.

Ich kann mir hier eine selbst nur summarische Aufzählung der überaus zahlreichen Fälle offenbarer Schutzfärbung ersparen und will Sie nur auf einige interessantere Vorkommnisse und weniger gekannte Begleiterscheinungen aufmerksam machen.

Von vorneherein lässt sich ohne genaue Kenntnis der Lebensgewohnheiten eines Thieres in keiner Weise sagen, dass eine auffallende Färbung, respective Zeichnung keine Schutzfärbung sein könne. Ich nenne beispielsweise die gewiss auffallend erscheinende Zeichnung der afrikanischen Wildpferde, wie des Zebras, die trotzdem von vielen Reisenden als eine ausgezeichnete Schutzfärbung bezeichnet wird. Wir dürfen eben nicht vergessen, dass schon die Unterbrechung großer heller Flächen durch farbige Streifen, wie es beim Zebra der Fall ist, eine gewisse Verringerung der Auffälligkeit herbeiführt, wozu noch kommt, dass diese Thiere den größten Gefahren nicht bei Tage, sondern

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

bei Nacht, wenn sie zur Tränke gehen, ausgesetzt sind. Hier wird nun beim unsicheren Schein des Mondes thatsächlich das Zebrakleid einen trefflichen Schutz gewähren müssen, indem seine dunklen Streifen nur als Schlagschatten der Vegetation auf einer hellen Fläche erscheinen.

Auch der Mensch ist sich seit langer Zeit der Bedeutung der Schutzfärbung bewusst. Gewiss wird es keinem Jäger einfallen, in grell gefärbten Kleidern auf den Anstand zu gehen. Hier werden erfahrungsgemäß nur Kleider von abgetönter, grauer oder grüner Färbung getragen, die ihren Besitzer im Terrain gleichsam verschwinden machen.

Dass nicht auch das Militär, welches seine wichtigste Aufgabe ebenfalls in offenem Terrain zu lösen hat, ganz allgemein Schutzfarben trägt, erklärt sich leicht aus historischen Gründen. Für die Gegenwart lässt sich nur sagen, dass, ganz abgesehen von dem Schmuck, den leuchtende Farben ihrem Träger verleihen, die bunte Uniform vielleicht auch als Erkennungszeichen zwischen Freund und Feind nicht unterschätzt werden dürfe.

Die Schutzfärbung ist immer genau den Lebensgewohnheiten der betreffenden Art angepasst. Ein sehr interessantes Beispiel hierfür bieten zwei unserer häufigsten Tagfalter aus der Gattung *Vanessa,* nämlich *Vanessa polychloros* L., der große Fuchs, und *Vanessa urticae* L., der Nesselfalter. Beide Arten stehen in naher Verwandtschaft zu einander und sind auch habi-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

tuell einander recht ähnlich. Beide besitzen auch auf ihrer dunklen Flügelunterseite, wie die meisten Tagfalter, eine für die Ruhestellung berechnete Schutzfärbung. Die Lebensgewohnheiten beider Arten weichen aber in der Ruhestellung dadurch von einander ab, dass *Vanessa polychloros* bei zusammengeklappten Flügeln die Vorderflügel weit aus den Hinterflügeln hervortreten lässt, während sie *Vanessa urticae* fast ganz an den Körper zieht, so dass nur der Apicaltheil der Vorderflügel aus den Hinterflügeln hervortritt. Prüfen wir nun die Schutzfärbung der Unterseite genauer, so finden wir bei *Polychloros* den ganzen Vorderflügel dunkel gefärbt, hingegen bei *Urticae* nur den äußeren Theil der Vorderflügelspitze. Die Schutzfärbung entspricht also hier in weitgehender Weise den Lebensgewohnheiten der beiden sonst so nahestehenden Arten und lässt uns erkennen, wie nothwendig die genaue Kenntnis öcologischer Verhältnisse zur Beurtheilung des biologischen Wertes des Farbenkleides sein kann.

Über eine Kategorie der Schutzfärbung, die complicierten Lebensbedingungen entspricht, hatte ich im Vorjahre Gelegenheit an dieser Stelle Mittheilungen zu machen, nämlich über Mimicry, wo ein schutzbedürftiges Thier eine andere geschützte Thierart in seinem Äußeren nachahmt.

Wenden wir uns jetzt zu einer zweiten Gruppe von Färbungstypen im Thierreiche, so können wir namentlich bei den genannten Thiergruppen der Vögel und Insecten oft einen Färbungsunterschied wahr-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

nehmen, der die beiden Geschlechter derselben Art betrifft und unter den Begriff des sexuellen Dimorphismus fällt.

Ich brauche Sie nur an das so verschiedene Aussehen von Männchen und Weibchen unserer Schwarzamsel *(Turdus merula)* zu erinnern, wo das Männchen durch das tiefe Schwarz seines Gefieders und seinen lebhaft gelben Schnabel einen starken Farbencontrast gegen das dunkelbraune, etwas gescheckte Weibchen bildet. Ferner sind hier die Fasanarten und viele ausländische Vogelarten zu nennen, wo ein weitgehender Färbungsunterschied der Geschlechter häufig auch mit morphologischen Verschiedenheiten des Gefieders Hand in Hand geht.

Auch viele unserer heimischen Insecten zeigen solche geschlechtliche Färbungsdifferenzen. Ich rufe Ihnen nur das Aussehen unserer so häufigen Bläulingsarten ins Gedächtnis, die meist ein braun gefärbtes Weibchen besitzen, oder ich erinnere Sie an die prächtigsten Falter der Tropen, wie die smaragdgrüne *Ornithoptera priamus* L. aus dem papuanischen Faunengebiete oder die metallisch blau gefärbten Morphiden aus Centralamerika, wo bei sämmtlichen Arten die Weibchen ein unscheinbares braunes Äußere zeigen. Auf der Flügelunterseite besitzt in diesen Fällen in der Regel auch das Männchen eine ausgesprochene Schutzfärbung.

Ohne auf die Entstehung und Bedeutung des sexuellen Farbencontrastes näher eingehen zu können, will ich nur bemerken, dass in diesen Fällen zweifellos

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

das Weibchen den ursprünglichen Färbungstypus bewahrt hat, was namentlich aus der Thatsache hervorgeht, dass junge männliche Vögel, z. B. des Pfaues, in ihrem Gefieder dem erwachsenen Weibchen gleichen.

Sehr bemerkenswert ist auch der Umstand, dass es hier vor Allem Structurfarben sind, die den Farbencontrast beider Geschlechter bewirken. Die chemische Beschaffenheit der vorhandenen Farbstoffe ist sonach in beiden Geschlechtern trotz der großen Verschiedenheit in der Färbung meist dieselbe geblieben.

Nicht jede auffallende Farbe beruht auf Geschlechtsdimorphismus. Zuweilen zeigen beide Geschlechter einer Art gleich lebhafte Farben, ohne aber dabei an einer Körperstelle eine Schutzfärbung aufzuweisen. Ein gutes Beispiel hierfür bietet uns der Erdsalamander *(Salamandra maculosa)*, der mit seiner schwarzen Grundfarbe, von der die orangegelben Flecken sich lebhaft abheben, zu den auffallendst gefärbten Thieren unserer heimischen Fauna gehört. Er ist schon von weitem sichtbar und trifft auch keine Anstalten zu fliehen oder sich zu verbergen.

Eine biologische Erklärung für diese Färbungskategorie wurde anfangs auch von Darwin vergeblich gesucht, bis Wallace den Gedanken aussprach, es dürfte für gewisse Thierformen von größerem Vortheile sein, sofort gesehen und erkannt zu werden, als durch Schutzfärbung Anlass zu häufigen Nachstellungen zu bieten. Hier wird also eine Färbung zu erlangen gesucht, die einen möglichst starken Contrast zu jener

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

der gewöhnlichen Umgebung des Thieres bildet. Dazu kommt noch die anerkannte Thatsache der Thierpsychologie, dass besonders lebhaft gefärbte Thiere in der Regel als geschmackswidrig zurückgewiesen werden und daher auch nur geringeren Verfolgungen ausgesetzt sind als Arten mit vorherrschender Schutzfärbung. Wie wir bei dem Anblick einer fremden Frucht aus ihrem Aussehen einen Schluss auf ihren Geschmack zu ziehen bemüht sind, so geht auch das Thier bei Befriedigung seines Nahrungsbedürfnisses nicht blind vor und wählt nicht solche Geschöpfe zur Beute, die schon durch ihre Färbung etwas Abstoßendes, Ungewöhnliches zeigen.

Die auffallende Färbung des Erdsalamanders dient also seinen natürlichen Feinden gleichsam zur Warnung vor beabsichtigten Angriffen. Man hat diese Art auffallender Färbung daher auch Warnungsfärbung genannt. Wahrscheinlich hat die reiche Pigmententwicklung bei diesen lebhaft gefärbten Thierformen mit zur Geschmackswidrigkeit derselben beigetragen.

Die Zahl der Thiere, welche eine sogenannte Warnungsfärbung besitzen, ist keine besonders große. Am häufigsten tritt ein solcher auffallender Färbungscharakter bei Lepidopteren auf, wo dann die betreffenden Tagfalter auf Ober- und Unterseite ein gleich lebhaftes Aussehen zeigen und durch ihren langsamen Flug und große Lebenszähigkeit ausgezeichnet sind. Diese können dann auch als Vorbilder der mimetischen Anpassung dienen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Aus unserer Fauna möchte ich nur die allgemein bekannten Blutfliegen (Zygaenen), die durch ihre lebhaft rothe Färbung von weitem auffallen, hier namhaft machen.

Häufig treffen wir Warnungsfärbung bei Raupen an, und hier haben zahlreiche Versuche ergeben, dass derart gefärbte Larven von ihren natürlichen Feinden in der Regel als Nahrung zurückgewiesen werden. Stäubt man jedoch diese Raupen mit Mehl ein, so dass ihre lebhafte Färbung verdeckt wird, und wirft sie dann denselben Vögeln vor, die sie früher unbeachtet ließen, so werden sie jetzt attaquiert, wenn auch nicht verzehrt, sobald ihr widerlicher Geschmack wahrgenommen wird.

Als weitere Färbungskategorie, die ein Auffallen bezweckt, haben wir die sogenannte „Schreckfärbung“ anzuführen. Auch sie findet sich in besonders hoher Ausbildung nur bei Schmetterlingen, so beispielsweise bei dem Abendpfauenauge (*Smerinthus ocellatus* L.), das in der Ruhe mit halbaufgerichteten Fügeln an Baumstämmen sitzt und durch die sympathische Färbung seiner allein sichtbaren Vorderflügel jedenfalls geschützt ist. Wird das Thier beunruhigt, schiebt es plötzlich die Vorderflügel vor, so dass erst jetzt das große Auge der Hinterflügel sichtbar wird, welches zweifellos überraschend oder abschreckend wirken kann.

Zuweilen ist es nur ein plötzlich aufgedeckter Farbencontrast, der ein Verblüffen des Angreifers

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

erzeugt und ein Entkommen des Angegriffenen erleichtert, wie dies bei unseren Ordensbändern (Catocalen) der Fall zu sein scheint.

Charakteristisch für die Schreckfärbung ist ihre stete Verbindung mit schützender Anpassung. Das Thier besitzt in seiner Färbung gleichsam zwei psychologisch wirksame Mittel: die für die Ruhestellung berechnete Gesammtfärbung, die ein Nichtauffallen bezweckt, und andererseits verborgen gehaltene, partielle Farbeneffecte, die nur im Nothfalle eine moralische Überrumplung des Gegners erreichen sollen.

Selbstverständlich muss auch die Ausbildung entsprechender Instincte mit den verschiedenen Färbungstypen Hand in Hand gehen. So hätte die Schutzfärbung wahrscheinlich für viele Arten nur einen geringen Wert, wenn nicht ein fast Unempfindlichkeit vortäuschendes Phlegma damit verbunden wäre. Ein lebhaft agiles Thier würde trotz einer Schutzfärbung durch seine Bewegungen rasch erkannt werden.

Versuchen wir nun die gegebenen Ausführungen über die verschiedenen Färbungskategorien zu recapitulieren, so gelangen wir zu zwei großen Gruppen:

I. Durch die Färbung wird ein Nichtauffallen des Thieres in seiner gewöhnlichen Umgebung angestrebt; hierher gehören die verschiedenen Arten der Schutzfärbung.

II. Durch die Färbung soll ein sofortiges Erkennen des Farbenträgers oder ein überraschender Eindruck hervorgerufen werden; hierher gehört die

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

männliche Schmuckfärbung beim geschlechtlichen Dimorphismus, die Warnungsfärbung und die Schreckfärbung. Erstere und letztere sind regelmäßig mit der Schutzfärbung combiniert, wogegen die Warnungsfärbung stets für sich allein auftritt und das ganze Thier beherrscht.

Nachdem der biologische Wert der Färbung am Thierkörper nach so verschiedenen Richtungen erkannt worden war, gieng man in der Annahme, dass jede Färbung von vorneherein ausschließlich durch biologische Verhältnisse bestimmt würde, etwas voreilig zuwerke und folgerte auch weiter, dass die natürliche Auslese die unmittelbare Entstehungsursache der verschiedenen Färbungstypen sein müsse. Man war eben zu sehr geneigt, der Naturzüchtung eine fast unbeschränkte Macht oder, wie Prof. Weismann, ihr berühmtester Vertheidiger, sagt, eine „Allmacht" zuzuschreiben, während eine jüngere Richtung wieder geneigt ist, ihre Bedeutung ganz zu unterschätzen.

Ohne auf die Gründe, die für eine oder die andere Ansicht sprechen, näher eingehen zu können, will ich Ihnen nur einige Fälle vorführen, die erst in neuerer Zeit eine wissenschaftliche Untersuchung erfahren haben, durch welche uns eine überraschende Aufklärung über die Entstehung gewisser Farbenanpassungen gebracht wurde.

Den zahlreichen Schmetterlingszüchtern waren schon seit langer Zeit Raupen, besonders aus der Familie der Spanner (Geometriden) bekannt, die eine

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

große Variabilität in der Färbung zeigen. Man schenkte dieser Thatsache keine besondere Aufmerksamkeit, bis man die Entdeckung machte, dass die Färbung der verschiedenen Raupenindividuen einer Art mit jener ihrer verschiedenen Futterpflanzen in Einklang stehe. Ja man machte die weitere Beobachtung, dass eine Raupe, die beispielsweise anfangs im Innern einer Blütenknospe lebt, in der Jugend weißlich, d. h. pigmentlos war, dass sie später beim Öffnen der Blüte eine Farbe bekam, die mit jener der Blütenblätter übereinstimmte, und dass schließlich beim Verwelken der Blüte auch deren Gast wieder in entsprechender Weise seine Färbung veränderte.

Der Gedanke lag nahe, einen Causalzusammenhang zwischen diesen beiden Erscheinungen zu suchen, und man verfiel zunächst auf die Annahme, dass die durch die Entwicklungsstadien der Pflanze bedingte Änderung des Nahrungsstoffes die Ursache für den correspondierenden Wechsel der Raupenfärbung sein könne.

Eingehendere Versuche haben jedoch ergeben, dass nur in den seltensten Fällen ein directer Zusammenhang zwischen der Färbung eines Thieres und dessen Nahrung constatierbar wird. In weitaus den meisten Fällen zieht nämlich der Organismus aus einer qualitativ veränderten Nahrung doch nur solche Stoffe aus derselben, die er leicht assimilieren kann, und sucht den fremden Rest der Nahrung auszuscheiden. Nur dort, wo ihm das nicht gelingt, kann es vorkommen,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

dass ungewöhnliche, mit der Nahrung aufgenommene Farbstoffe auch in der Haut zur Ablagerung gelangen.

Dieser Weg zu einer Erklärung des gedachten Phänomens erwies sich demnach als irrig. Erst als man begann, die vorerwähnten variablen Raupen unter farbigem Lichte zu ziehen, war man auf der rechten Fährte. Es stellte sich nämlich nach Untersuchungen, die namentlich Wiener in jüngster Zeit anstellte, mit voller Sicherheit heraus, dass hier ein mechanisches Anpassungsvermögen der Färbung vorliege. Durch Einwirkung färbiger Lichtstrahlen erfolgt nämlich hier unabhängig von dem Nervensystem des Thieres eine vermehrte oder verminderte Pigmentablagerung in der Haut, die eine gleichgestimmte Gesammtfärbung des Thieres erzeugt. Die Oberhaut, respective Hypodermis ist also hier lichtempfänglich, und die Farbenanpassung erfolgt gleichsam auf dem Wege eines chromo-photographischen Processes.

Wir sehen also, wie hier auf durchaus physikalischem Wege eine weitgehende und sehr veränderliche Schutzfärbung erworben werden kann.

Die Verfärbung der erwähnten Raupen tritt bei geänderten äußeren Umständen erst bei einer neuen Häutung ein und bleibt dann für das betreffende Häutungsstadium constant.

Eine ganz analoge Erscheinung wurde auch schon früher an Puppen verschiedener Tagschmetterlinge, namentlich unserer Weißlinge bekannt. Ein besonders

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

interessanter Fall betrifft die Puppe von *Papilio nireus* L. aus Südafrika. Die Raupe lebt auf *Citrus*. Erfolgt die Verpuppung an einem frischen Zweig der Futterpflanze, so ist auch die Puppe grün. Heftet sich die Raupe jedoch zur Verwandlung an einen anders gefärbten Gegenstand, etwa an eine Holzwand, so nimmt die Puppe eine dieser Wand entsprechende bräunliche Färbung an.

Wenn wir dieses Anpassungsvermögen in der Färbung, wie bereits bemerkt, als ein mechanisches bezeichnen dürfen, so hört doch dieser Process nicht auf, ein physiologischer zu sein; es geht demnach nicht an, etwa durch Einwirkung verschiedener Lichtstrahlen auf verschiedene Körpertheile desselben Individuums eine partiell differente Färbung desselben, wie zur Hälfte hell, zur Hälfte dunkel, zu erzielen. Mechanisch muss aber dieser Färbungsprocess namentlich auch darum genannt werden, weil er, wie bereits erwähnt, weder durch Vermittlung des Nervensystems des Thieres entsteht, noch auch durch dasselbe abgeändert werden kann.

Diese Art des Farbenwechsels kann also nicht mit dem durch nervöse Reize hervorgerufenen Farbenwechsel anderer Thiere, z. B. der Schollen, der Tintenfische oder gewisser Krebse *(Idothea)* verglichen werden.

Nicht alle Lichtstrahlen des Spectrums erweisen sich für die mechanische Farbenanpassung in gleichem Maße wirksam. Am intensivsten wirken Gelb und Orange. Blaues Licht bleibt häufig indifferent, ebenso

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

die sogenannten chemischen Strahlen des Spectrums. Die Fähigkeit zur Reaction auf Lichtreize beginnt für das Puppenstadium bemerkenswerter Weise noch im Raupenstadium, sobald die Raupe sich zur Verpuppung anschickt, und endet etwa 10 bis 12 Stunden vor der Verpuppung. Wir müssen demnach annehmen, dass die Lichtreize durch die Raupenhaut hindurch auf die unter derselben befindliche zarte Cuticula der Puppe einwirken. Ist der Reiz zur Ablagerung von bestimmtem Pigment in der Puppencuticula einmal ausgelöst, so endet dieser Process unter Einhaltung der einmal eingeschlagenen Richtung allerdings erst einige Stunden nach Abstreifung der Raupenhaut. Dieser Umstand, dass die Auslösung des Reizes für das Zustandekommen der sympathischen Färbung der Puppe noch im Raupenleben erfolgt, wurde vielfach übersehen und hat daher oft zu negativen Resultaten bei diesen Versuchen geführt. Es ist nämlich ein vergebliches Bemühen, frisch entwickelte Puppen noch auf Lichtreize reagieren lassen zu wollen. In diesem Stadium erfolgt nur mehr das Ende des Ausfärbungsprocesses, welcher seine qualitative Bestimmung bereits vor der Verpuppung erhalten hat.

Zum Unterschiede von der Raupe besitzt die Puppe auch nur die Fähigkeit einer einmaligen Farbenanpassung, was in den meisten Fällen vollkommen zum Schutze dieses Ruhestadiums ausreichen muss, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass eine selbständige Ortsveränderung der Puppe aus der Umgebung,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

an welche die Färbungsanpassung einmal erfolgt ist, ausgeschlossen erscheint.

Diese eben besprochene mechanische Farbenanpassung scheint auf den ersten Blick einen tiefen Gegensatz zu jenen Farbenveränderungen zu bilden, deren Zustandekommen wir der natürlichen Auslese zuschreiben dürfen. Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass auch hier die Auslese eine wichtige Rolle gespielt haben dürfte. Jene Individuen, die nämlich das anfänglich vielleicht nur sehr geringe Vermögen zur mechanischen Farbenanpassung besessen haben, werden als der begünstigtere Theil unter ihren Artgenossen erhalten geblieben sein, wodurch die Fähigkeit zur jeweiligen Farbenanpassung eine Steigerung in den Nachkommen erfahren musste. Die Auslese wird sich also hier nicht direct in der Färbung, sondern in dem höheren Grade der Fähigkeit zur Farbenveränderung geltend machen.

Nach diesen Versuchen glaubte man auch einen Schlüssel für das Verständnis des Zustandekommens des bunten Farbenkleides des Falters gefunden zu haben. Allein hier ergaben alle Versuche von Lichteinwirkungen auf Puppen nur negative Resultate. Die Veränderungen des Falterkleides hängen von ganz anderen Factoren ab und können durch äußere Lichtreize nicht direct beeinflusst werden. Hier spielt die Temperatur eine viel entscheidendere Rolle.

Wir sehen also, wie wenig eine Verallgemeinerung auf diesen Gebieten zulässig erscheint. Und dies ist

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

auch erklärlich, wenn wir uns vergegenwärtigen, welche complicierte physiologische Processe zur Bildung und Ablagerung von Farbstoffen im thierischen Körper erforderlich sind.

Im allgemeinen lässt sich darüber nur sagen, dass alle Pigmentfarben hämatogenen Ursprunges sind, d. h. aus dem Blute stammen. Die Frage nach den Vorbedingungen zur Farbenablagerung ist also eine rein physiologische, die Ablagerung selbst erfolgt in den Bahnen der Vererbung auf Grund sehr verschiedenartiger Reizwirkungen, von denen selten eine oder die andere so vorherrscht, dass wir sie rein erkennen.

Stärkere Ablagerung von Farbstoffen in der Oberhaut erhöht im allgemeinen die Widerstandskraft der Lebewesen. Menschen, die sich viel in der freien Natur bewegen, haben eine dunklere Hautfarbe als solche, die den größten Theil ihres Lebens in geschlossenen Räumen verbringen. Namentlich der moderne Culturmensch, der Städtebewohner, der dem Naturleben zur Winterszeit meist ganz entrückt ist, wird blass und sucht dann im Sommer in möglichst kurzer Zeit „am Lande“ sich wieder ein „besseres Aussehen“ zu erwerben.

Zweifellos rührt die dunkle Hautfarbe der farbigen Menschenrassen von ihrem beständigen Aufenthalte in der freien Natur her. Der Urmensch war überhaupt dunkelfärbig, und die weiße Hautfarbe der herrschenden Menschenrasse ist im gewissen Sinne das unvermeidliche Product höherer Cultur.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ähnliches, wenn auch nicht in dieser Allgemeinheit, können wir bei der Domestication von Thieren beobachten. Die weißen Pferde, Rinder, Hunde u. s. w. sind von der ursprünglichen Färbung des Naturlebens weit entfernt. Der Pigmentverlust, der hier eingetreten ist, muss auf die geänderten Lebensbedingungen zurückgeführt werden. Vielfach werden dann pigmentlose Individuen der Hausthiere auch mit Absicht weiter gezüchtet, so dass die anfangs nur vereinzelt auftretende Pigmentlosigkeit zum Rassenmerkmal werden kann.

Auch im Naturleben findet sich als Ausnahme zuweilen Pigmentlosigkeit bei einzelnen Individuen, wo dann eine als Albinismus bekannte physiologische Störung vorliegt. Diese tritt bei einzelnen Thierarten nur sehr selten auf; so ist die weiße Farbe des Raben sprichwörtlich zum Ausdrucke für die größte Seltenheit geworden. Derartige unglückliche Individuen werden auch in der Regel von ihren eigenen Artgenossen heftig verfolgt und vertrieben und müssen daher auch rasch zugrunde gehen.

Den Gegensatz zum Albinismus bildet der sogenannte Melanismus. Man versteht darunter eine überreiche Pigmentablagerung, die zu einem vollständigen Schwarzwerden des Thieres führen kann. Melanismus tritt in allen Thierclassen auf, unter den Säugethieren in interessantester Weise bei den Katzen (Feliden). So kennt man ganz schwarze Abänderungen des Tigers, des Panthers, des Servals und Pumas. Aber

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

auch unter den Nagern und Affen kommen melanotische Aberrationen vor.

Wie es scheint, ist der Melanismus einer jener wenigen Färbungserscheinungen, für deren individuelle Entstehung vielleicht eine gemeinsame Annahme zulässig erscheint. Man hat nämlich die Beobachtung gemacht, dass melanotische Aberrationen, z. B. bei Schnecken und Insecten hauptsächlich an sehr feuchten Localitäten oder in sehr niederschlagsreichen Jahren auftreten. Auch nimmt die Stärke der Pigmentablagerung bei Thieren in der Regel mit der Elevation des Aufenthaltsortes zu, d. h. Thiere der Ebene sind meist heller gefärbt als solche, die Gebirge bewohnen. Erwägt man ferner, dass die Niederschlagsmenge, also die absolute Feuchtigkeit, im Gebirge bedeutend größer als in der Ebene ist, so scheinen alle bisherigen Beobachtungen thatsächlich für einen Causalzusammenhang zwischen Feuchtigkeit und melanotischer Färbung zu sprechen. Dazu kommt noch der Umstand, dass eine schwarze oder überhaupt dunkle Färbung nur eine sehr geringe Wärmestrahlung besitzt, also wärmebedürftigen Thierformen, wie es die Gebirgsbewohner nach den Temperaturverhältnissen ihres Aufenthaltes meist sein werden, besonders entspricht.

Als Schutzfärbung kann die melanotische Färbung niemals angesehen werden, auch nicht für Thiere mit nächtlicher oder unterirdischer Lebensweise, da Schwarz auch bei Nacht, für welche wir immerhin das Vorhandensein von Licht, wenn auch in geringer

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Intensität, annehmen müssen, von einer anders gefärbten Umgebung absticht und bei schwachem Licht nicht so sehr die Farbe als solche wahrgenommen wird als ihr Contrast oder Nichtcontrast gegen die Umgebung.

Wenn wir uns am Schlusse unserer Betrachtungen die gesicherten Resultate auf dem so schwierigen Gebiete der Färbungsbiologie vergegenwärtigen, so kommen wir zu dem Bekenntnis, dass deren nicht allzu viele sind. Immerhin mehren sich dieselben von Jahr zu Jahr, und ist unter den in letzter Zeit bekannt gewordenen Forschungen jene über die mechanische Farbenanpassung eine der erfreulichsten. Auf diese Ihre besondere Aufmerksamkeit gelenkt zu haben, war ein Hauptstreben meiner heutigen Mittheilungen.

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: 1898

Band/Volume: 38

Autor(en)/Author(s): Rebel Hans

Artikel/Article: Über die biologische Bedeutung der Färbung im Thierreiche. 261-285