© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ueber Schutzfarben der Fische.

Nach einem Vortrag von Prof. **M. Lagally.**

Der Gang der Entwicklung der beschreibenden Naturwissenschaften, speziell der Zoologie ist in den allgemeinsten Zügen ungefähr folgender: Bei den frühesten Schriftstellern, welche sich mit der Betrachtung der Organismen befasst haben, findet man zumeist die Beschreibung von Kuriositäten und auffallenden Erscheinungen, solcher Dinge also, welche von den Regeln, die unbewusst aus der Allgemeinheit der Erscheinungen abgeleitet werden, eine scheinbare Ausnahme machen; daneben gehen Spekulationen und bei Aristoteles sogar schon Spuren vergleichender Zoologie. Später geht die Beschreibung in der Regel von einem einseitig-teleologischen Standpunkt aus, der jedes Geschöpf und jede Pflanze nur in Bezug auf den Menschen betrachtet — ob es ihm nützlich oder schädlich sei.

Dann entstand der Drang, in der ungeheueren Fülle der Erscheinungen Ordnung zu schaffen; es entstand die liebevolle und eingehende Beobachtung und Beschreibung des scheinbar Alltäglichsten und Kleinsten und die Klassifizierung aller Naturerscheinungen je nach ihrer Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit — die Systematik; Hand in Hand mit ihr geht die Beschreibung der inneren Organe und die Erforschung ihrer Funktionen.

Erst auf Grund der genauen Kenntnis der inneren und äusseren Eigenschaften der Tiere kann man es wagen, mit einiger Aussicht auf Erfolg die Frage zu behandeln, welche das Kausalitätsbedürfnis des Menschen eigentlich von jeher gestellt hat. Warum ist jedes Tier so, wie es ist?

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Paläontologie lehrt auf jeder Seite, dass die Organismen der Jetztzeit sich wesentlich von denen vergangener Zeiten unterscheiden; sie lehrt aber auch, dass ein allmählicher Uebergang in der Form der Organismen stattfand; also heisst die Frage eigentlich: Warum sind Tiere und Pflanzen so geworden, wie wir sie jetzt sehen?

Diese Frage hat zwei Seiten, eine kausale und eine finale; denn man kann zunächst fragen: Welches sind die wirkenden Ursachen, welche eine Veränderung der Art hervorbrachten und noch hervorbringen. Mögen aber diese umformenden Kräfte sein, welche sie nur wollen, stets muss das Resultat der Umformung ein zweckmässig organisiertes Lebewesen sein; zweckmässig organisiert ist es aber dann, wenn es sich eben zu erhalten vermag; denn nach dem ökonomischen Grundgesetz der Natur, welches in dem physikalischen Prinzip der kleinsten Wirkung sein Analogen hat, ist jedes Lebewesen nur so weit mit nützlichen Eigenschaften ausgerüstet, dass es für sich selbst und für seine Art den Kampf ums Dasein eben bestehen kann. Demnach gibt es im Tierkörper weder etwas Zufälliges noch etwas Ueberflüssiges, sondern es muss jedes Organ, jede innere oder äussere Eigenschaft des Tieres einem ganz bestimmten Zwecke dienen oder eine bestimmte Aufgabe erfüllen und diese Zweckmässigkeit aufzudecken ist Aufgabe der Naturwissenschaft, welche nicht mehr die Beschreibung der Art erstrebt, sondern die Erkenntnis der Art.

Betrachten wir nun irgend ein Tier, so wird unsere Aufmerksamkeit in erster Linie durch des sinnfälligste Element des Tierkörpers, durch Form und Farbe in Anspruch genommen; beide müssen im Leben des Tieres eine grosse Rolle spielen und wir fragen daher in jedem einzelnen Falle nach der biologischen Bedeutung der Färbung. Durch genaue Beobachtung und durch Vergleichung findet man, dass alle die zahllosen Färbungen der Tiere nur unbegrenzte Variationen weniger, ganz bestimmter Typen sind, von denen jeder eine besondere biologische Aufgabe erfüllt, oder, wenn man so sagen darf einem bestimmten Zweck gerecht wird.

Ausserordentlich häufig sieht man, dass die Färbung des Tieres, häufig auch die Form, mit der seiner gewöhnlichen Umgebung übereinstimmt. Die biologische Bedeutung dieses

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Färbungstypus, den man als Schutzfärbung bezeichnet, ist klar, denn jedes Tier, mag es andere verfolgen oder selbst Verfolgungen ausgesetzt sein, wird im allgemeinen ein Interesse daran haben, möglichst unauffällig zu erscheinen; das ist aber dann der Fall, wenn es in Form und Farbe seiner Umgebung angepasst ist. Die Beispiele dafür sind zahllos. So sieht man, dass alle Tiere, welche zumeist auf dem Erdboden leben — es sei an den Hasen, die Maus, das Rebhuhn. die Lerche erinnert — eine gelblich graubraune Färbung, welche der der verdorrten oder winterlich kahlen Grassteppe entspricht, besitzen. So sind sie auf dem rauhen Erdboden oder auf dem Brachfelde den Blicken ihrer Feinde durch ihre Schutzfärbung entzogen; für den Sommer bedürfen sie derselben nicht, weil sie in dem hohen Graswuchs verschwinden. Andere Tiere, welche in den Schnee- und Eiswüsten hoher Breiten leben, der Eisbär, der Polarfuchs, tragen ein schneeweisses Gewand. Zwar hat der erstere keine Feinde, vor denen er sich verstecken müsste; aber durch die Unauffälligkeit seiner Bekleidung wird ihm das Anschleichen an seine Beute sehr erleichtert. Diese Bedeutung der Schutzfärbung ist nicht selten. Manche, wie das Schneehuhn, der Alpenhase, das Wiesel, haben Saisonfärbung; sie tragen im Winter Weiss, im Sommer Khaki. Viele im Gezweig der Bäume und Sträucher lebende Tiere tragen Grün und geniessen dadurch weitreichenden Schutz vor Verfolgung; so weiss z. B. jedermann, wie schwer es ist, einen Laubfrosch im Gewirr der Blätter aufzufinden. Besonders häufig und in markanter Weise findet sich Schutzfärbung bei dem ungezählten Heer der Insekten, welche allerdings auch alle Ursache haben, sich den Blicken ihrer Verfolger zu entziehen. Da gibt es zahllose grüne Raupen, die auf Blättern leben; andere, die bei Tage auf der Baumrinde sich aufhalten, wie die Ordensband-Raupen, ahmen die Farbe der Rinde so täuschend nach, dass man sie fast leichter mit der Hand durch das Gefühl, als durch das Auge wahrnimmt; Spannerraupen sind in der Ruhestellung von einem dürren Zweiglein nicht zu unterscheiden. Es gibt Schmetterlinge, welche in der Ruhestellung an Zweigen wie Blätter ausschauen oder wie Teile des Stammes, oder wie die Rinde, auf der sie sich aufhalten. Andere ruhen mit ausgebreiteten Flügeln auf Baumblättern und der Unkundige hält sie für

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Vogelexkremente. Von den Heuschrecken ist das „wandelnde Blatt“ durch seinen Namen vollkommen gekennzeichnet; andere, die Gespenstheuschrecken sind lang gestreckt, dürr und graubraun, wie vertrocknetes Astwerk.

Man wird bei den angeführten Fällen in der Regel beobachten können, dass auch die Ausbildung des Instinktes oder gewissermassen das Temperament des Tieres seiner Schutzfärbung entspricht; gerade die am besten geschützten Raupen und Schmetterlinge z. B. sind träge und halten sich phlegmatisch wenigstens bei Tage immer an demselben Orte und in derselben Stellung auf; bei den beweglichen Vögeln findet man nur selten Schutzfärbung.

Ein anderer Typus, gewissermassen das Widerspiel der Schutzfärbung, ist die selten vorkommende Warnungs- und Trutzfärbung, eine auffällige Färbung, welche das Tier von seiner Umgebung deutlich abhebt. Derart ausgezeichnete Tiere wollen sich bemerkbar machen, um nicht gefressen zu werden; denn auch das Tier geht bei Befriedigung seines Nahrungsbedürfnisses nicht blind vor und wählt nicht leicht solche Geschöpfe, welche ihm schon durch die Färbung abstossend oder verdächtig erscheinen. Es scheint, dass die mit Warnungsfarben ausgerüsteten Tiere einen sehr üblen Geschmack besitzen. So werden die äusserst lebhaft gefärbten Raupen des Wolfmilchschwärmers von den Vögeln gemieden; stäubt man sie mit Mehl ein, wodurch die Farbe gedeckt wird, so werden sie von den Vögeln attakiert, aber dann doch nicht gefressen. Auch der äusserst lebhaft schwarz und rot gefärbte Erdsalamander, der nicht ganz selten in der Umgebung Regensburgs vorkommt, zeigt Warnungsfarben; die allen Salamandern eigentümliche schleimige Hautsekretion dürfte ihn ungeniessbar machen.

Manche sehr gut bewehrte Tiere, wie Hornissen und Wespen, auch viele Giftschlangen zeigen lebhafte und auffällige Färbung, welche man als Trutzfärbung auffasst. Es ist, als wollten diese Tiere sagen: Thu mir nichts, ich thu dir auch nichts, es ist besser für uns beide.

Häufiger als Trutz- und Warnungsfärbung kommt Schreckfärbung vor, welche in der Regel mit der Fähigkeit der Veränderung der äusseren Körperformen verbunden ist. Manche Tiere verstehen es, sich im Moment der Gefahr ein äusserst

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bösartiges Aussehen zu geben oder überraschende Farben zu zeigen, wodurch es ihnen nicht selten gelingt, den Angreifer zu verblüffen. So lassen manche Schmetterlinge, wenn sie sich bedrängt glauben, den gewaltig grossen Augenfleck sehen, mit dem die Hinterflügel geziert sind, und der wohl einen harmlosen Vogel zu erschrecken vermag Die Unke richtet sich auf und zeigt dem Feinde den grellroten Brustfleck, so dass sie plötzlich wie ein anderes Tier erscheint. Bei der Raupe des grossen Weinschwärmers nehmen die vorderen Leibesringe, welche mit blauen Flecken geziert sind, gegen den Kopf zu rasch an Grösse ab und der Kopf selbst ist sehr klein; wird das Tier erschreckt, so zieht es diese niederen Körpersegmente zu einem kegel- oder kopfförmigen Gebilde ein, die blauen Flecken ordnen sich zu dem Bilde grosser Augen und das Tier täuscht einen gewaltigen Kopf vor, der auf einen gefährlichen Rachen schliessen lässt. In ähnlicher Weise versteht es auch der Hermelinspinner, sich ein äusserst bärbeissiges und furchterweckendes Äussere zu geben

Dass den Tieren auch ästhetische Instinkte nicht völlig mangeln, beweisen die Hochzeitfarben und das Hochzeitkleid, welches die Männchen vieler Arten anlegen, wenn in ihrer Brust zartere Gefühle sich regen. Bei Vögeln, Fischen und Amphibien ist diese Erscheinung allgemein bekannt.

Wenn nun so der Versuch gemacht wurde, die unübersehbare Manigfaltigkeit der Färbung auf einzelne Typen zurückzuführen, so darf man doch nicht übersehen, dass in vielen Fällen keiner dieser Typen anwendbar ist und dass es überhaupt häufig Schwierigkeit macht, die biologische Bedeutung einer Färbung zu erkennen. Voraussetzung für jede Erklärung ist die genaueste Kenntnis der Lebensbedingungen und Lebensgewohnheiten des Tieres. Im folgenden soll nun der Versuch gemacht werden, von diesem Standpunkt aus die Farben der in unseren Gewässern vorkommenden, leicht der Beobachtung zugänglichen Fische zu betrachten und ihre Bedeutung klar zu legen.

Der Fisch lebt im Wasser und erhält von den Gegenständen der Aussenwelt zumeist durch den Gesichtssinn, also durch das Auge, Kunde. Es wird zwar behauptet, dass der Fisch fast ganz auf den Geruchsinn angewiesen sei und dass das Auge eine ganz nebensächliche Bedeutung für ihn besitze;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

jedenfalls spielt auch der Geruchsinn für die Witterung der Nahrung eine grosse Rolle, worauf ja schon die mächtige Entwicklung des Organs, des Olfaktorius hinweist; aber zur Erhaschung lebender Beute ist der Fisch eben doch auf das Auge angewiesen; gerade deshalb ist ja das Auge das edelste Organ, weil es wie kein anderes die Lokalisation des Ortes, von welchem der Sinneseindruck ausgeht, ermöglicht. Ueber die Lage der Schall- oder Geruchsquelle wird man stets im Zweifel sein; die Lage der Lichtquelle aber ist in den meisten Fällen mit aller Sicherheit bestimmt. Der Fisch hat Augen, also gebraucht er sie auch; denn ein nicht gebrauchtes oder überflüssiges Organ verkümmert.

Jedoch ist das Fischauge kein besonders vollkommenes Organ; die Kristall-Linse ist kugelförmig, daher fehlt die Akkomodationsfähigkeit; demnach ist die Sehkraft nur gering, aber für das wenig durchsichtige Medium, in welchem das Tier lebt und für das beschränkte Gesichtsfeld doch vollkommen ausreichend.

Was erblickt nun der Fisch, oder wie erscheint ihm die Aussenwelt? Wenn die Wasseroberfläche vollkommen ruhig oder, wie man zu sagen pflegt, spiegelglatt ist, so zeigt ihm ein Blick nach oben alle ausserhalb oder oberhalb des Wasserspiegels befindlichen Gegenstände. Da aber die Lichtstrahlen, welche von diesen ausgehen, zunächst die Luft durchsetzen müssen und dann erst durch Wasser zum Auge gelangen, so werden sie gebrochen, sie haben im Wasser einen viel steileren Verlauf als in der Luft; da aber das Auge jeden Gegenstand in die Richtung versetzt, in welcher der Lichtstrahl zuletzt ins Auge tritt, so erblickt der Fisch jeden in der Luft befindlichen Gegenstand viel höher, als er in Wirklichkeit ist; das Ufer des Gewässers erscheint bereits in einer Höhe von 48° über dem Horizont. Alle ausserhalb des Gewässers befindlichen Gegenstände erscheinen also verzerrt innerhalb eines nach oben gerichteten vertikalen Kegels, dessen Spitze das Auge ist und der einen Oeffnungswinkel von 2.42" = 84° besitzt; an denselben schliesst sich dann das Bild der entfernteren Teile des Grundes des Gewässers, welches durch die an der Wasseroberfläche erfolgende totale Reflexion der vom Boden ausgehenden Lichtstrahlen zu stande kommt. Ein Blick nach oben zeigt also dem Fisch nicht bloss die ganze Welt über

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der Wasseroberfläche, sondern auch einen grossen Teil der im Wasser und am Grunde befindlichen Gegenstände mit Ausnahme derjenigen, welche sich mehr oder minder direkt unter ihm befinden. Der Fisch, der aus dem Wasser in die Luft schaut, ist also in viel üblerer Lage, als wir, die wir aus der Luft in das Wasser hineinschauen; wir wissen, dass der Fisch nicht dort ist, wo wir ihn erblicken; für ihn aber wäre nicht nur die Ungewissheit über den Ort, an welchem ein in der Luft befindlichen Gegenstand sich wirklich befindet, viel grösser, sondern es wäre unter Umständen schwierig, zu entscheiden, ob sich ein Gegenstand im Wasser oder in der Luft befindet. — Der Fall, dass die Wasseroberfläche vollkommen glatt ist, ist jedoch nur sehr selten. Fast in allen Fällen ist sie entweder regelmässig gewellt oder in ganz unregelmässiger und stetig sich verändernder Weise gekrümmt, mit durch einander laufenden Wellenbergen und Wellentälern übersät Sie bietet dann von unten gesehen einen merkwürdigen Anblick, für welchen das von uns aus der Luft beobachtete Aussehen der Wasseroberfläche, welches durch Lichtreflexion zustande kommt, kein Analogon bildet. In Folge der Lichtbrechung wirkt nämlich jeder Wellenberg, je nach dem er isoliert oder lang gestreckt ist, nach unten wie eine Convex- oder Cylinder-Linse. Sie erscheint daher von glänzenden Flecken und Streifen überzogen, welche im Sonnenlicht blendend hell, bei bedecktem Himmel aber silberweiss erscheinen; dieselben bewegen sich in der Richtung der Wellen und parallel mit diesen fort; zwischen ihnen erscheinen stark verzerrt und in beständiger Bewegung Teile der Aussenwelt. Es wird sich zeigen, dass diese optische Eigenschaft der Oberfläche für unsere Frage von grosser Bedeutung ist. Ein Blick nach unten zeigt nicht viel; denn da das Wasser die Lichtstrahlen absorbiert, so kann ein einigermassen tiefbefindlicher Gegenstand keine erkennbare Lichtmenge mehr ins Auge herauf reflektieren; in unseren bayerischen Seen z. B. beträgt die „Sichttiefe“ von der Oberfläche aus im Sommer ca. 4 m., im Winter höchstens 15 m. Der Boden eines Sees erscheint also für den Fisch tiefdunkel mit einem darübergebreiteten Schimmer in der Farbe des Gewässers. Gegenstände welche sich unter der Sichttiefe befinden, sind unsichtbar. Nur bei seichten Gewässern ist der Grund sichtbar, über welchen, wenn das Wasser sehr seicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und durchsichtig ist, abwechselnd helle und dunkle Linien in der Richtung der Wellenzüge hingleiten. Seitlich reicht der Blick nicht weit; das Gesichtsfeld zeigt die spezielle Farbe des Wassers.

Diese Verhältnisse müssen berücksichtigt werden, wenn man die Bedeutung der Färbung der Fische erkennen will; denn sie bilden einen Teil der Bedingungen, unter welchen diese Tiere leben.

Fragt man nun: von welcher Art von Feinden ist der Fisch bedroht? so findet man zwei Klassen: Erstens Vögel und Landsäugetiere, welche ausserhalb des Wassers leben, ihre Beute zuerst erspähen und sich dann rasch auf sie stürzen; in zweiter Linie alle die zahllosen Feinde, welche ihn in seinem eigenen Element verfolgen. Eine brauchbare Schutzfärbung muss ihm gegen die einen wie gegen die anderen einen bestimmten Grad von Sicherheit verleihen. Es liegt also das schwierige Problem vor, das Tier mitten im Wasser vor seinen beiden Arten von Feinden zu verstecken oder verschwinden zu lassen. Um zu untersuchen, in welcher Weise dieses Problem von der Natur gelöst ist, bringen wir die Gesammtheit der Fische je nach der Art des Gewässers und nach der Höhe des Wasserhorizontes, in welchem sie sich gewöhnlich aufhalten, in mehreren Gruppen.

Betrachten wir als erste Gruppe diejenigen meist harmlosen Tiere, welche in klaren Flüssen und Seen in der Regel in den oberen Wasserschichten leben oder doch häufig aus dem Grunde herauf gegen die Oberfläche kommen, also alle die Weissfische, Karpfen, Rotaugen, Karauschen, Brachsen, Gründlinge, Lauben, so fällt die Uebereinstimmung in der Färbung auf: der Rücken ist stahlblau, seegrün, hat stets eine an tiefes Wasser gemahnende Färbung; die Seiten zeigen mehr oder minder reines, häufig bläuliches oder gelbliches Weiss und sind — was besonders auffallen muss — spiegelnd; der Bauch ist pigmentlos.

Durch die dunkle, wassergrüne oder wasserblaue Färbung des Rückens ist das Tier gegen ausserhalb des Wassers befindliche Feinde genügend geschützt. Denn da in nur einigermassen tiefen Gewässern vom Boden wegen der Absorption, welche die Lichtstrahlen im Wasser erfahren, kein Licht heraufkommt, so erscheint der Fisch von oben gesehen, dunkel

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

auf dunklem Grunde, blau auf blauem Grunde und ist daher direkt von oben aus nur sehr schwer erkennbar. Aber auch seitlich von oben, wie wir etwa vom Ufer oder vom Bord eines Kahnes aus ins Wasser schauen, ist er nicht gut sichtbar; denn da seine Seitenflächen wie Spiegel wirken, so können sie nach dem Reflexionsgesetz seitlich nach oben nur Licht reflektieren, welches seitlich von unten auf sie gefallen ist; von unten kommt aber kein Licht, also kann auch die Seitenfläche keines reflektieren, also erscheint der Fisch auch seitlich von oben gesehen trotz oder vielmehr wegen seiner glänzend weissen Seitenfläche dunkel auf dunklem Grunde; befindet er sich in seichtem Wasser, so reflektieren seine Seiten die Farbe des Grundes; in beiden Fällen hebt er sich von der Färbung seiner Umgebung nicht ab, verschwindet also. Jedermann weiss, dass es nicht so leicht ist, einen Fisch im Wasser zu erkennen und dass man besonders von seinen weissen spiegelnden Seitenflächen in der Regel absolut nichts bemerkt. Nur in Ausnahmsfällen, wenn sie sich etwa beim Laichen oder spielend oder sonst aus einem Grunde auf die Seite legen, so dass ihre spiegelnde Seitenfläche mehr oder minder horizontal wird und in dieser Lage das vom Himmel kommende Licht wieder nach oben reflektiert, werden sie auffällig sichtbar. Wie ein Blitz leuchten die glänzenden Seiten für einen Augenblick auf, um eben so rasch wieder zu verschwinden — ein hübscher Anblick.

Wie ist aber das Tier gegen innere Feinde geschützt? Die grösseren Raubfische, welche sich von den kleineren nähren, müssen sich mehr am Grunde aufhalten. Sie können eben wegen der optischen Eigenschaften eines Wasserbeckens ihre Beute nur erblicken, wenn sie über sich oder wenigstens seitwärts nach oben schauen. Wenn aber der Raubfisch nach oben nach seiner Beute blickt, so wird von den spiegelnd glänzenden Seiten des oberhalb befindlichen Fisches das von oben kommende Licht nach unten in das Auge des Räubers reflektiert, so dass er sich ebenso präsentiert, wie die spiegelnd glänzende und flimmernde Oberfläche des Wassers. Er verschwindet also wieder als ein hell blinkender und blitzender Gegenstand auf einem blinkenden und blitzenden Hintergrunde.

Häufig sind die Seiten nicht spiegelnd weiss sondern spiegelnd gelblich oder rötlich. Solche Fische, der Karpfen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die Schleihe, die Goldorfen leben fast ausnahmslos in moorigen Gewässern, welche durch einen Gehalt an Eisensalzen gelb bis rotbraun gefärbt sind. Das Licht erscheint für ein in diesem Medium befindliches Auge je nach der Dicke der durchlaufenen Schicht mehr oder minder tief gelblich oder rotbraun gefärbt. Ist nun der Fisch dem Auge des Räubers nahe, so verschwindet er, weil seine Eigenfarbe die des Wassers unterstützt, auf dem tiefer gefärbten Hintergrunde.

Einen besonderen, nicht ganz seltenen Typus stellt der allbekannte Barsch (perca fluviatilis) vor. Sein Körper ist mit dunklen Querbänden geziert, welche senkrecht zur Längsachse des Körpers verlaufen Eine ähnliche Zeichnung findet man auch bei Tieren, welche im System sehr weit von den Fischen abstehen. So beobachtet man dieselbe Art der Streifung auch beim Tiger, der häufig in Dschungeln sich aufhält und bei den zebraartigen Tieren, besonders bei dem nun ausgerotteten Quagga. Bei diesen wird die Streifung als Schutzfärbung aufgefasst. Reisende versichern, dass es sehr schwer sei, den Tiger vor oder in einem Dschungelgebüsch zu erkennen, weil die schwarzen Striche auf gelbem Grunde die Stämme und den Schlagschatten des Bambusgebüsches nachahmen, in denen er sich aufhält. Aehnlich ist es beim Quagga. So mag auch unser Barsch sich einer Schutzfärbung erfreuen, indem durch die vertikale Streifung die Rohrhalme des Wassers nachgeahmt werden, zwischen denen er auf Beute lauert. Er lebt von kleinen Fischen, welche ungefähr demselben Wasserhorizont angehören und die sich ihm, da er sich von dem Hintergrunde nicht abhebt, arglos nähern. Seine Färbung würde ihm also weniger als Schutz gegen seine Feinde, denn als Maske seiner Beute gegenüber dienen. Es ist das ein neuer Beweis für die merkwürdige Thatsache, dass bei all dem ungeheuren Formenreichtum der äusseren Gestaltung doch bestimmte Typen existieren, welche sich in allen Tierklassen wiederholen.

Wie man sieht, sind die bisher besprochenen Tiere in ihrer Färbung den optischen Eigenschaften des Mediums, in dem sie sich befinden, trefflich angepasst. Wie aber jede Schutzfärbung nur bis zu einem bestimmten Grad wirkt, unter Umständen sogar verderblich werden kann, so auch hier. Ein Fall wurde oben schon erwähnt: sobald der Fisch aus seiner natürlichen vertikalen Lage kommt, bildet er ein ausserordent-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

lich auffälliges Objekt und tatsächlich fallen beim Laichen sehr viele Fische den Raubvögeln zum Opfer. Er kann aber auch in seiner natürlichen Stellung im Wasser in eine ungünstige Situation kommen. Der einfachste Fall wäre der, dass der unten befindliche Raubfisch die Sonne hinter sich und seine Beute vor sich hat; dann kann, besonders wenn die Oberfläche ziemlich ruhig ist, durch die spiegelnde Seite das Sonnenlicht gerade in das Auge des Räubers reflektiert werden, während der Hintergrund dunkel ist. In diesem Falle wird die Schutzfarbe, die er trägt, für ihn zum Verräter.

Erwähnt mag noch werden, dass viele Tiere dieser Gruppe z. B. Brachsen (Abramis brama) einen seitlich sehr stark zusammengedrückten Körper haben, so dass die Oberfläche im Verhältnis zum Volumen sehr gross ist; es wird dadurch die Anzahl der Feinde, die ihnen gefährlich werden können, sicherlich vermindert; denn es gehört dann schon ein grosses Maul dazu, um einen verhältnissmässig kleinen Fisch zu verschlingen; gegen die kleineren Räuber ist er also durch seine Form geschützt.

Betrachten wir als zweite Gruppe diejenigen Fische, welche sich am Grunde seichter und klarer Gewässer aufhalten, so tritt uns ein ganz anderes Bild entgegen. Der Körper ist nicht mehr schmal und besonders nicht auf die hohe Kante gestellt, sondern mehr drehrund oder glatt; der breite Rücken ist nicht mehr ausgesprochen wasserblau oder seegrün; die spiegelnden Seitenflächen sind wenig entwickelt, der Bauch pigmentlos. Die ganze Körperoberfläche ist mit Längsstreifen, mit mäandrisch geschlungenen Streifen, mit grossen Flecken und kleinen Tupfen in verschiedenen Farben geziert, oft geadert, gefleckt, marmoriert. Besonders bemerkenswert ist noch der Farbenwechsel, dessen manche hierher gehörige Thiere fähig sind. Einige Beispiele von Fischen dieser Art sollen angeführt werden.

Die Quappe oder Rutte (Lota vulgaris) ist mehr breit als rund. Sie hält sich an oder unter Steinen am Grunde verborgen. Auf Rücken, Seiten und Flossen oben ölgrün mit schwarzbraunen wolkigen oder rundlichen Flecken. Der Gründling (Cobio fluviatilis) lebt gewöhnlich auf dem Boden; er ist auf schwärzlich grauem Grunde dunkelgrün oder schwarzblau gefleckt. Die Groppe (Cottus gobio) besucht die kleinsten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wasserärmsten Bächlein. Sie zeigt auf graulichem Grunde braune Punktflecken und Wolken, die sich manchmal zu Querbinden vereinigen. Ihre Färbung ändert nach der Gegend und dem Grunde des Gewässers vielfach ab. Die Schmerle oder Bart-Grundel (Nemachilus barbatulus) lebt in seichten Bächen mit steinigem oder sandigem Grunde; auf dem Rücken ist sie dunkelgrün, auf den Seiten gelblich mit unregelmässigen Punkten, Flecken und Streifen. Unter den Fischen werden ihr die Arten, welche auf dem Boden leben, gefährlich. Der Schlammbeisser (Misgurnus fossilis) findet sich nur in Flüssen und Seen mit schlammigem Grunde. Sein Leib ist schwärzlich mit gelben und braunen Längsstreifen. (Nach Brehm).

Es ist leicht einzusehen, dass diese Tiere in der Färbung ihrer Umgebung und den Verhältnissen, unter denen sie existieren, angepasst sind. Weil sie in seichten Gewässern leben, haben sie von unten und von der Seite verhältnismässig wenige Feinde zu fürchten, sondern am meisten diejenigen, welche von oben auf sie herabblicken. Sie machen sich also dem Grunde möglichst ähnlich, ducken sich wo möglich noch zwischen Steine und sind dann von oben ebenso schwer zu sehen, wie ein Hase in der Ackerfurche.

Zwei Virtuosen in der Kunst der Anpassung mögen noch besonders hervorgehoben werden. Zunächst die artenreiche Familie der Flachfische, welche zwar als Meeresthiere eigenlich über den Kreis unserer Betrachtung hinausfallen, von denen aber viele, wie Seezunge, Steinbut, Heilbut, Flunder zu den allerbekanntesten Fischen gehören. Sie sind sehr merkwürdige Geschöpfe, weil ihr Körper unsymetrisch gebaut ist und weil beide Körperseiten verschiedene Farben aufweisen. Sie liegen mit der einen Körperseite flach auf dem sandigen Meeresboden an seichten Stellen und diese Hälfte ist pigmentlos; die andere mit den Augen nach oben gekehrte ist braun und marmoriert, stets der Farbe des Grundes angepasst; dazu kommt noch der Farbenwechsel, dessen sie fähig sind.

„Die Färbung der Augenseite schmiegt sich dem Grund und Boden des Gewässers genau in demselben Mass an, wie das Haarkleid des Hasens dem Acker oder das Gefieder des Schneehuhns dem Alpengelände und wie bei dem letzteren wechselt die Färbung nach Zeit und Oertlichkeit, nur mit dem Unterschiede, dass der Wechsel nicht zweimal im Jahr, sondern

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bei jeder Ortsveränderung eintritt. Alles, was man dem Chamäleon andichtet, findet man bei den Flachfischen verwirklicht. Legt sich z. B. einer auf sandigen Grund, so währt es nicht lange und Färbung und Zeichnung entsprechen diesem Grunde: die gelbliche Farbe tritt hervor, die dunklere verschwindet. Bringt man denselben Fisch, wie es in kleineren Behältern oft genug geschieht, auf anderen Grund, z. B. auf grauen Granitkies, so geht die Färbung sehr bald in dieselbe über, die der Grund hat: die früher gelblich erscheinende Scholle, Bute oder Zunge wird grau. Den Fischern ist es wohl bekannt, dass in diesem Teil des Meeres, der Färbung des Bodens stets entsprechend, dieselbe Art der Flachfische dunkel, in jenem lichtgefärbt ist.“ (Nach Brehm).

Wahrlich ein merkwürdiges Beispiel vollkommener Anpassungsfähigkeit! Brehm glaubt, dass sich die unverhältnismässige Häufigkeit der Flachfische bei ihrer geringen Fruchtbarkeit durch diese Begabung, das Kleid den Verhältnissen anzupassen, erklärt.

Ein zweiter Virtuose ist die allbekannte und beliebte Forelle. Ihr Aussehen ist nicht leicht zu beschreiben, weil es in jedem Gewässer ein anderes, der Farbe des Wassers und dem Grunde angepasst ist. Die Jungen haben, wie bei allen Lachsarten, ein mit Querbinden geziertes Jugendkleid. In einigen Gewässern bleiben die Forellen klein und behalten ihr Lebtag dieses Jugendkleid. Forellen mit kräftigen Augenflecken kommen in kleinen reissenden Bächen und in kleinen Alpenseen vor, in grossen Seen mit kiesigem Grunde sind sie hell silberfarben und die Augenflecken mit schwarzen Flecken untermischt; in Lachen oder Seen mit schlammigem oder Torfgrund sind sie von dunkler Färbung und wenn sie in Höhlen oder Löchern eingeschlossen sind, fast gleichmässig schwarz. (Nach Brehm). Man sieht, dass stets Farbe und Aussehen des Tieres dem Gewässer, in dem es lebt, angepasst ist.

Als dritte Gruppe wären diejenigen Fische zu betrachten, welche in den Tiefen der Gewässer leben und entweder nie oder nur selten an die Oberfläche kommen. Von ihrem Aeusseren kann man nichts charakteristisches aussagen. Sie bedürfen, soweit wir ihre Lebensverhältnisse kennen, keiner Schutzfarbe, weder um sich vor ihren Feinden zu verbergen, noch um sich ihrer Beute unbemerkt zu nähern. Jedoch ist

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

es auffällig, dass bei jungen Raubfischen Farbe und Zeichnung viel markanter auftreten als bei den herangewachsenen. So lange sie klein sind, müssen sie sich mehr in den oberen und seichteren Wasserschichten aufhalten und bedürfen daher des Schutzes, der Anpassung an den Grund.

Von den Meeresfischen endlich sind Lebensbedingungen und Lebensgewohnheiten allzuwenig bekannt, als dass man ihre oft abenteuerliche Gestaltung und ihre manchmal prächtige Färbung deuten könnte.

Wenn wir nun so bei unseren Tieren eine häufig weitgehende Anpassung an die Natur des Mediums und eine daraus resultierende Schutzfärbung vor uns sehen, so entsteht doch die Frage, ob hier nicht eine rein zufällige Eigenschaft mit einer notwendigen verwechselt wird, ob wir nicht äusseren Eigenschaften eine übertriebene Wichtigkeit oder gar eine Zweckmässigkeit beilegen, die sie in Wirklichkeit nicht besitzen. Aber gerade bei unseren Wassertieren, welche auf einen bestimmten Raum beschränkt unter leicht übersehbaren Verhältnissen leben, lässt sich am leichtesten einsehen, dass nur ein geschütztes Tier sich zu erhalten vermag, dass ferner eine gewisse Erschwerung des täglichen Nahrungserwerbes notwendig ist zur Erhaltung des Ganzen, dass auch das Tier nicht mühe- und sorgenlos nur geniessen kann. Es mag wohl sein, dass diese Anspannung der physischen und psychischen Kräfte die Ursache der Entwicklung schlummernder Instinkte und körperlicher Fähigkeiten und damit der Höherentwicklung der Art selbst ist. Wehrlose Tiere würden, wenn sie nicht geschützt sind, von ihren Verfolgern ausgerottet werden; aber nicht blos für die Verfolgten, sondern auch für die Verfolger wäre dieser Ausgang tragisch; denn zunächst würden diese sich in Folge der reichlichen Nahrung ausserordentlich stark vermehren, dann aber, wenn sie ihre Beute ausgerottet hätten, bliebe ihnen nichts übrig als zu verhungern. Es ist also notwendig für die Erhaltung beider Arten, dass das schwache Tier geschützt ist, einmal, dass es sich selbst erhalten könne, dann aber auch, damit der Nahrungs-Erwerb des Räubers erschwert und dadurch die Vermehrung desselben in bestimmten Grenzen gehalten werde.

Wodurch aber sind diese Anpassungsformen entstanden? Welche Kräfte haben bei der in der Zeit und mit der Zeit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

vor sich gehenden Wandlung der Art derart zweckmässige Einrichtungen bei den verschiedenen Spezies hervorgebracht?

Wenn man es versucht, die Entstehung der geschilderten Farbenqualitäten nach der Deszendenz-Theorie im Sinne Lamarcks und Darwins durch Anpassung an veränderte Lebensbedingungen und Vererbung der erworbenen Eigenschaften durch Variation, durch natürliche Zuchtwahl im Kampf ums Dasein, durch daraus resultierendes Uberleben der passendsten und best ausgerüsteten Individuen zu erklären, so wird man finden, dass man sich von dem Anfang und dem weiteren Fortschreiten des Prozesses der Neubildung einer Art keine rechte Vorstellung zu bilden vermag — besonders deshalb nicht, weil man für keinen konkreten Fall die Ursachen kennt welche die Bildung einer neuen Art notwendig machen und ebenso wenig das Resultat dieser wirkenden Ursachen. Es ist auch nicht bekannt, ob diese Ursachen stets äusserlich sind, oder ob ein gewisser innerer Bildungstrieb das Entstehen und Vergehen der Art einleitet, so dass auch die Thierspezies das Schicksal alles Bestehenden, dass sie alt wird und zu grunde geht, teilen müsste.

Durch Vergleichung mit Beobachtungen, die auf anderen Gebieten gemacht wurden, kommt einiges Licht in die dunkle Sache. Unter den Raupen gibt es manche, welche eine besondere Variabilität in der Färbung zeigen. Diese Variation erfolgt aber nach der Qualität der durch die Umgebung bedingten Lichteinwirkung. Eine derartige Raupe lebt z. B. anfänglich im Innern einer Blütenknospe und ist in diesem Zustande pigmentlos; beim Öffnen der Blüten erhält sie eine Farbe, welche mit der der Blütenblätter übereinstimmt; beim Verwelken der Blüten tritt eine nochmalige entsprechende Farbenänderung des Tierkörpers ein. Auch von Puppen liegen ähnliche Beobachtungen vor. Papilio nireus z. B lebt auf Citrus; erfolgt die Verpuppung an einem frischen Zweig der Futterpflanze, so ist die Puppe grün; heftet sich die Raupe an einen andern Gegenstand zur Verpuppung, etwa an eine braune Holzwand, so ist auch die Puppe dementsprechend gefärbt. Aehnliche Verhältnisse können auch durch das Experiment hervorgebracht werden. Wiener hat derartige variable Raupen unter farbigem Licht erzogen und dementsprechende Resultate erhalten. Aus diesen Beobachtungen und Experimenten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

folgt, dass diese Thiere ein mechanisches Farbenanpassungs-Vermögen besitzen. Die Oberhaut ist lichtempfindlich, farbige Lichtstrahlen bringen unabhängig vom Nervensystem in ihr vermehrte oder verminderte Pigment-Ablagerung und dadurch eine gleichgestimmte Gesammtfärbung des Tieres hervor; es würde also hier die durch die Natur gegebene Lösung des Problems der Photographie in natürlichen Farben vorliegen. Was für die Oberhaut der Insekten gilt, mag ebenso bei anderen Tierklassen gelten; wenn man ferner noch annimmt, dass die durch Reflexion entstandenen farbigen Lichtstrahlen eine ähnliche mechanisch-physiologische Wirkung hervorbringen, wie die durch Absorption entstandenen, so können wir wenigstens ahnen, warum Tiere, die in der Nähe der spiegelnd glänzenden Wasseroberfläche sich aufhalten, Seitenflächen mit denselben optischen Eigenschaften besitzen, warum Karpfen und Schleihen in rötlichem Wasser rötlichgelb werden, warum die Forelle in tiefen und dunklen Gewässern dunkler gefärbt ist, warum Fische am Grunde seichter klarer Gewässer ein Abbild des Grundes auf dem Rücken tragen; bei einigen, wie bei den Schollen erfolgt diese gewissermassen photographische Wirkung sehr rasch -- der Farbenwechsel stellt sich im Nu ein — bei anderen langsam, vielleicht erst im Verlauf von Generationen.

Verallgemeinert man diese aus der Erfahrung gezogenen Schlüsse für andere Tierklassen, so erhält man das Gesetz dass die Farbe des Tierkörpers sich auf mechanische Weise der Färbung der Umgebung anpasst.

Man muss aber wohl bemerken, dass dieses Gesetz keine Erklärung, d. h. keine Beziehung zwischen Ursache und Wirkung gibt, sondern nur die Zusammenfassung von Tatsachen und die Verallgemeinerung einer verhältnismässig geringen Menge von Erfahrungen; dass das Gesetz zahllose Ausnahmen erleidet, dass es sich endlich gerade auf die Entstehung des Silberglanzes unserer Fische nicht anwenden lässt; denn dieser Glanz wird wie alle Metallfarben nicht durch Pigmentierung der Haut, sondern durch die Struktur der Schuppenoberfläche hervorgerufen.

Wenn wir so die Gesetze von Lamarck und Darwin nicht genügend zur Erklärung der vorliegenden Thatsachen befanden, so soll damit dem Andenken und dem Verdienste dieser Männer in keiner Weise nahegetreten werden. Sie waren Bahnbrecher

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

auf einem neuen Gebiet und ihr Verdienst ist es, dass sie einen neuen Gedanken scharf und klar ausgesprochen haben. Sie schufen ein Weltsystem im Gebiet des Mikrokosmus, so wie Kopernikus ein neues System des Makrokosmus begründete. Gerade die gewaltige Aufregung und die geistigen Kämpfe, welche Darwins Idee genau so wie dreihundert Jahre früher das kopernikanische System hervorriefen, beweisen, dass der Gedanke des einen dieselbe Bedeutung für die menschliche Erkenntnis besitzt, wie der des andern. Auch Kopernikus hat die Gesetze der Bewegung der Himmelskörper nicht gefunden; auf ihn folgten erst Keppler und Newton. Bis uns aber auf biologischem Gebiet ein Keppler entsteht, der die richtigen Gesetze aufstellt, nach denen die Umformung der Organismen erfolgt, und ein Newton, der die innere Notwendigkeit und die allgemein giltigen Ursachen für die Vererbung körperlicher und geistiger Eigenschaften wie für die Veränderung derselben feststellt, bis dahin mag wohl noch manches Jahrzehnt oder vielleicht Jahrhundert vergehen. Denn die Mechanik des Himmels ist für die Forschung ein viel einfacheres Gebiet, als die Mechanik der Organismen; erstere ist der mathematischen Behandlung zugänglich und ihre Resultate können durch die Beobachtung mit aller Strenge verifiziert werden; die Mechanik der Organismen aber setzt nicht nur ein geradezu unübersehbares Beobachtungsmaterial voraus, sondern vor allem die Kenntnis von zahlreichen noch unbekannten oder kaum geahnten Kräften, deren Resultante wir als „das Leben“ bezeichnen. —

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Regensburg

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 9

Autor(en)/Author(s): Lagally M.

Artikel/Article: Ueber Schutzfarben der Fische. 35-51