

Farben und Farbensinn in der Thierwelt

Autor(en): **Keller, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **5 (1882)**

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-594013>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Farben und Farbensinn in der Thierwelt.

Von Dr. C. Keller in Zürich.

I.

Die zahlreichen Einwirkungen, welche durch das Medium der Sinnesorgane auf die menschliche Psyche statthaben, bald den Zustand der Unlust, bald einen wohlthuenden harmonischen Zustand des menschlichen Gemüthes hervorrufen, lösen je nach ihrer Natur einen verschiedenen Grad der Erregung im Centralorgan des Nervensystems aus. Die unmittelbarste und machtvollste, nie ausbleibende Wirkung auf unser psychisches Leben erfolgt wohl durch die Musik. Den nächsten Rang dürfte die Farbe einnehmen. Ein herrliches Tonwerk wird überall Enthusiasten finden, nicht minder aber die in der Farbenwirkung vollendete Schöpfung des Malers. Die Unmittelbarkeit beider Empfindungen wurzelt tief in der menschlichen Natur, sie tritt nicht allein bei dem geistig hochentwickelten Kulturmenschen zu Tage, sondern manifestirt sich ebenso gut beim Kinde, wie bei dem von der Kultur noch unbeleckten Sohne der Wildniss.

Die Farbe aber spielt in der organischen Welt eine grosse Rolle und die Aesthetik in der Natur beruht grossentheils auf Farbenwirkung.

Die Empfindung derselben ist natürlich subjektiv durch die spezifische Organisation unseres Auges bedingt und sowohl vom naturwissenschaftlichen, als auch vom philosophischen Standpunkte aus erscheint es ganz natürlich, über die Entstehung einer so feinen geistigen Qualität, als welche doch der Farbensinn bezeichnet werden muss, nachzuforschen. Ist sie ausschliesslich Eigenthum des Menschen, oder findet sie sich ebenfalls bei der geistig weniger entwickelten thierischen Psyche?

10741
126558

Und wenn letzteres der Fall sein sollte, so lässt sich die weitere Frage stellen, ob alle oder ob nur einzelne hochentwickelte Glieder der Thierwelt ein Farbenunterscheidungsvermögen besitzen.

Derartige Fragen hat sich die Naturforschung wiederholt gestellt, bald so, bald anders beantwortet und endlich den sichern Weg der Beobachtung und des Experimentes betreten.

Er eröffnet dem Forscher weite Perspektiven und ein anziehendes Feld der Arbeit. Wissenschaftliche Zeitschriften und mehr der Unterhaltung dienende Tagesblätter haben das Interesse der Gebildeten an den berührten Fragen wachgehalten.

A priori erscheint die Fähigkeit, Farben zu unterscheiden, in verschiedenen thierischen Abtheilungen wahrscheinlich. Wozu sonst die verschwenderischen Färbungen, in welchen zahllose Formen zu Land und zu Wasser prangen? Dort die Farbenfülle und Farbengluth tropischer Vögel und Insekten, hier der wundervolle, zarte und vergängliche Farbenduft unzähliger Meerfische und die durch keinen Pinsel wiederzugebende Pracht festsitzender Pflanzenthier der wärmern Meere. Zu Land die Chamäleone und andere Kriechthiere, denen die seltsame Gabe innewohnt, in den verschiedensten Farbenbekleidungen aufzutreten, zu Wasser die noch merkwürdigeren Chamäleone des Meeres, — die abenteuerlich gestalteten Kracken und Tintenfische, deren Lebenseigenschaften schon Aristoteles in Bewunderung versetzten.

Das Auge bleibt nicht äusserlich an diesen Erscheinungen haften, sondern sucht sie geistig zu verknüpfen. Die That-sachen der organischen Natur sind nicht zufällig; sie haben entweder einstmals oder jetzt eine Bedeutung gewonnen; sie stehen in bestimmter Beziehung zum Naturhaushalte.

Nirgends lässt sich das vielleicht greifbarer nachweisen, als gerade mit Bezug auf die Färbungen der Thiere.

Wenn ihre Bedeutung für uns lange unverstanden blieb, so lösten sich viele Räthsel in überraschend einfacher Weise an der Hand der modernen Entwicklungslehre, und es sind insbesondere Bates und Wallace gewesen, welche auf vorliegendem Gebiete die Bahnen ebneten.

Es gilt heute als unbestritten, dass die Färbung in der Oekonomie der Thiere nach zwei Richtungen eine hohe physiologische Bedeutung erlangt.

Einmal ist sie für das Individuum eine wirksame Waffe im sogenannten Kampf ums Dasein; sie dient zu seiner Erhaltung; sodann kann sie eine namhafte Funktion im Dienste des Geschlechtslebens erlangen.

Nach beiden Richtungen lassen sich Beispiele in Fülle aufzählen. Auffallende, grelle Farben, welche mit der Umgebung stark kontrastiren, werden im Allgemeinen unvorthellhaft sein. Sie würden die Blicke der Raubthiere, welche sich ja in allen Abtheilungen finden, naturgemäss auf sich ziehen. Stark kontrastirende Farben-Bekleidungen werden in der Regel vermieden, und da, wo sie existirten, müssten sie nach dem Gesetze der natürlichen Auslese nach und nach ausgemerzt werden, indem sie am ehesten Gefahr laufen, decimirt zu werden und ihre Eigenschaften nicht mehr auf dem Wege der Vererbung auf ihre Nachkommen übertragen zu können.

Dass solche Thatfachen uns erst spät zum Bewusstsein gelangten, mag darin seine Ursache haben, dass man einmal das Augenmerk zu sehr auf andere Aeusserlichkeiten richtete, sodann die chromatischen Bedingungen der Natur in unsern Breiten zu wechsellvoll sind.

Richten wir dagegen den Blick auf Gebiete, wo seit einer längern geologischen Periode Jahr aus Jahr ein dieselben monotonen Lebensbedingungen für die Thierwelt geboten werden, so kann man die Macht der Thatfachen nicht mehr verkennen.

Den sprechendsten Beweis liefern die Thiere der Wüste. Die unabsehbare Fläche der Sahara zum Beispiel erscheint in chromatischer Beziehung ungemein einförmig, — unter dem ewig blauen Himmel, so weit der Horizont reicht, ein graulicher oder gelber Sand- und Felsboden, welcher nur spärlich von einzelnen Oasen belebt wird. Dennoch ist die Wüste nicht ohne thierisches Leben; aber was an demselben auffällt, ist die chromatische Uebereinstimmung mit der Umgebung.

Die Wüstenthiere zeigen keine grellen, lebhaften Farbtöne; ihr Körper, oder wenigstens die Oberfläche, bewegt sich meist zwischen Grau, Isabellfarbe, Braun und Gelbbraun.

Stellen wir das Kameel, das so recht für die Wüste geschaffen ist, oben an. Kauert es auf dem Boden und streckt seinen unschönen Kopf auf der Erde aus, so wird man schon in geringer Entfernung einen unförmlichen Block vor sich zu haben glauben.

Die Wüstenmäuse und andere Säugethiere zeigen denselben Charakter. Die Hühnervögel der Wüste, wenn sie sich auf den Boden ducken, sind beinahe unsichtbar. Für die Reptilien gilt dasselbe. Der Hardun und die Hornvipser kleiden sich in die grauen oder graubraunen Töne.

Eine ganz analoge Erscheinung begegnet uns in den polaren Regionen, in der Schneewüste. Die Polarthiere zeigen vorwiegend helle Töne: Grau, weissgrau, bis zum reinsten Weiss. Während in der Familie der Bären dunkle Färbungen gewöhnlich sind, ist ihr nordischer Vertreter, der Polarbär, blendend weiss, ebenso der Polarhase, und auch bei nordischen Eulen und Falken herrscht das Weisse vor.

Was im Blätterwerk lebt und webt, kleidet sich vorwiegend in Grün. In unsern Breiten darf ja nur an den Laubfrosch erinnert werden. Man hört zuweilen in nächster Nähe die schallenden Rufe dieses niedlichen Wetterpropheten, weiss aber, wie schwer sein Aufenthaltsort zu entdecken ist. In tropischen Waldungen, welche das ganze Jahr hindurch ihren Blätter-schmuck beibehalten, finden sich auffallend viele grüne Formen. Es genügt, an die zahlreichen Papageien, Tauben, Leguane und Baumschlangen zu erinnern.

Aber nicht allein zu Lande findet sich das Gesetz der sympathischen Färbung bestätigt, sondern in gleicher Weise bei den Bewohnern des flüssigen Elementes. Diese zerfallen nach ihren Aufenthaltsorten in drei wohl charakterisirte Kategorien: 1) die Bewohner der Strandregion, 2) die Tiefseebewohner und 3) die Bewohner der offenen See. Die letzte Gruppe lebt in ähnlicher Weise unter ewig gleichförmigen chromatischen Bedingungen, und wie die Fauna der Wüste und der polaren Gegenden führen sie uns wiederum eine der schönsten Anpassungen vor Augen.

Der Zoologe, welcher zum ersten Male eine Ausfahrt ins offene Meer unternimmt, erwartet ein reiches organisches Leben anzutreffen und wird vielleicht enttäuscht über die Dürftigkeit und Armuth an Thierformen. Vergeblich späht er nach der eigenartigen und üppigen Fauna, welche er bisher nur aus Schilderungen kannte und welche seine Phantasie vielleicht allzu lebhaft erregten. Aber diese Armuth ist nur scheinbar. Schwärme kleinerer und grösserer Wesen treiben sich in den

oberen Wasserschichten umher; man erkennt sie nur nicht; denn sie sind krystallhell wie das Element, in dem sie leben.

Diese wasserklaren Meerthiere, von den gewaltigen Medusen, Kielschnecken und Salpen bis herab zu den kleinen Krebsformen und Sternthierlarven, besitzen die sonst nur den Zauberern der Kindermährchen zugeschriebene Gabe, unsichtbar zu sein.

Wendet man mit einem feinen Mullnetz die Methode der pelagischen Fischerei an, indem man bei langsamem Vorwärtsrudern das Wasser langsam durch das Netz treiben lässt und nachher den Inhalt in einen Pokal ausgiesst, so finden sich massenhaft kleine Kruster, schwimmende Polypen und Flossenschnecken, untermischt mit allerhand Larvenformen, beisammen.

Sie haben alle einen gemeinsamen optischen Charakter. Die Gewebe dieser Thiere sind wasserreich, beinahe farblos, und die Durchsichtigkeit gestattet, die innere Organisation bis in die Einzelheiten zu verfolgen. Es gibt für den Anatomen kaum dankbarere und leichter zu bewältigende Geschöpfe, als diese pelagischen Thiere. Alle Abtheilungen, von den einfach gebauten Urthieren bis hinauf zu den Wirbelthieren, liefern ihr Kontingent. Unter letzteren ist der im Mittelmeer oft häufige bandförmige Fisch, welcher den Namen *Helmichthys diaphanus* führt, am bemerkenswerthesten. Er ist völlig wasserklar, geléeartig und nur die trüben Hirnblasen und das spärlich durchschimmernde Pigment der Augen macht ihn im Seewasser bemerkbar.

In dieser pelagischen Gesellschaft finden zahlreiche Raubthiere eine willkommene Ausbeute. Auch sie sind durch ihren Glascharakter bei ihren Raubzügen begünstigt.

Die wunderbaren schwimmenden Pflanzenthierkolonien, welche man als Blasen Träger oder Siphonophoren bezeichnet, steuern durch geräuschloses Zusammenklappen ihrer Schwimmglocken oft unbemerkt unter eine Schaar ruhig an der Oberfläche spielender Fischchen. Die jungen und unerfahrenen Geschöpfe haben keine Ahnung von der nahenden Gefahr, bis sie durch die brennenden Fangfäden der Blasen Träger gelähmt und von den gefräßigen Polypen erfasst werden. An ruhigen Tagen sieht man solche Blasen Träger oft mit reicher Beute beladen.

Ein ganz drolliges Geschöpf dieser pelagischen Welt bildet

ein im Mittelmeer häufig zur Beobachtung gelangender Krebs, welcher als *Phronima sedentaria* bezeichnet wird. Im Gegensatz zu den meisten Bewohnern des offenen Meeres besitzt er nur mangelhaft ausgebildete Bewegungswerkzeuge. Ungefähr von einem Zoll Länge, überfällt er lebende Salpen, frisst die Weichtheile heraus und schneidet die durchsichtige, mantelartige Hülle zu einer tonnenförmigen Wohnung zurecht. Als moderner Diogenes bezieht er diese Glastonne und treibt, selbst glashell, an der Oberfläche umher. Das Weibchen zieht in dieser Wohnung die Jungen auf. Oft 30—40 an der Zahl, verweilen sie anfänglich bei der Mutter. Eine kleine, spundlochähnliche Oeffnung in der Mitte der Tonne dient zum Herauskriechen der Brut, welche sich aber bei der leisesten Gefahr wieder auf demselben Wege in die krystallene Wohnung zurückbegibt.

Die sizilianischen Fischer kennen diese *Phronima*, welche die schwimmenden Salpen ausfrisst, recht gut. Tiefführend haben sie ihr die Bezeichnung „Neapolitano“ verliehen, um damit die naheliegende Parallele zwischen Krebs und Salpe einerseits, dem Neapolitaner und ihrer heimatlichen Insel anderseits anzudeuten.

Auch unsere Süßwasserseen beherbergen eine pelagische Fauna mit glasartigem Charakter. Sie ist noch nicht seit langer Zeit bekannt; der Reichthum an Arten lässt sich nicht mit demjenigen des Meeres vergleichen, aber die Individuenzahl ist ungeheuer.

Professor Weismann in Freiburg hat hierüber sehr schöne Beobachtungen im Bodensee gemacht. Er fand dort den Tag über die pelagische Gesellschaft mehr in tiefern Schichten. Erst mit eintretender Dunkelheit steigt sie an die Oberfläche empor. Wendet man in einer stillen Nacht bei bedecktem Himmel die Methode der pelagischen Fischerei an und durchstreicht die oberen Wasserschichten unserer Seen, so kann man Tausende von kleinen Organismen einfangen, welche niederen Krebsen, den Wasserflöhen und Cyclopen angehören. Organe zum Gehen, zum Sitzen, zum Anklammern fehlen ihnen; sie sind nur zum Aufenthalt im offenen See geschaffen.

Im Glase gefangen, erweisen sie sich als pigmentlos und völlig wasserklar, wie die flinke *Daphnia hyalina* und die räuberische *Leptodora*; oft ist es nur der erzeugte Wasserstrudel, welcher ihre Anwesenheit verräth.

Nach Weismann erscheinen sie zu Myriaden an der Oberfläche des Bodensees; sie leben von organischem Moder, von faulenden Substanzen, welche durch Zuflüsse von allen Seiten herbeigeführt werden, fallen aber ihrerseits wieder den schmackhaften Forellenarten zum Opfer.

Pelagische Thiere sind indessen nicht ausnahmslos wasserklar und durchsichtig. Segelquallen (*Velella*) und Galeerenquallen (*Physalia*) sind z. B. tiefblau gefärbt und undurchsichtig. Beide leben im Meere und der Nutzen ihrer Bekleidung springt unmittelbar in die Augen. Es sind Raubthiere, welche nur mangelhaft mit Bewegungswerkzeugen ausgestattet sind. Sie locken durch ihre Färbung andere Wasserthiere an; gegen die über der Wasseroberfläche hinziehenden Feinde sind sie durch ihre Meerfarbe vor Entdeckung geschützt. In unsern Breiten, wo die Umgebung thierischer Organismen mit der Jahreszeit zunächst einem Wechsel unterworfen ist und in chromatischer Beziehung eine viel grössere Komplikation erlangt, liegen die Verhältnisse weniger einfach. Doch finden wir auch da recht zahlreiche und überzeugende Beispiele für sympathische Farbanpassung.

In der Klasse der Vögel und Insekten sind z. B. die Boden- und Rindenfarben ungemein verbreitet.

Jenes unbestimmte, gesprenkelte Kolorit, das sich zwischen Grau und Braun hält, ist für die auf dem Boden lebenden Feldhühner, Trappen, Lerchen und Strandläufer von grossem Nutzen und schützt sie vor den Augen des Beobachters. Unsere Eulen und Ziegenmelker (*Caprimulgus europæus*), welche sich den Tag über ruhig im Baumwerk versteckt halten, sind äusserst schwer zu entdecken; ihr Gefieder stimmt eben zu sehr mit der von Flechten und Moosen überzogenen Baumrinde.

Ein Original ist die bei uns nicht selten vorkommende Rohrdommel (*Ardea stellaris*). Das Gefieder dieses im Röhricht lebenden Vogels stimmt mit der Umgebung recht gut und die sonderbare Gewohnheit, den Körper aufzurichten, Kopf und Schnabel in die Höhe zu halten, um ruhig in dieser Stellung zu verharren, verleiht diesem Reiher eine täuschende Aehnlichkeit mit einem zugespitzten Pfahl oder einem abgebrochenen Baumstrunk. Angesichts solcher Thatfachen ist man beinahe versucht, der Natur in ihren seltsamen Bildungen eine gewisse Raffinirtheit zuzuschreiben.

Die am Tage fliegenden Schmetterlinge, welche die Blumen besuchen, sind meist bunt; die Nachtfalter aber, welche sich den Tag über verbergen, zeigen meist düstere, unbestimmte Färbungen, welche ihre Entdeckung erschweren.

Bei Raupen, welche vorzugsweise vom Blätterwerk leben, sind grüne Töne ausserordentlich verbreitet.

Man denke an die in unseren Gärten oft lästige Kohlraupe. Dass dieser Farbenschutz wirksam ist, hat Jeder erfahren, welcher gelegentlich bei Tische eine solche Bestie als Beigabe mit dem gekochten Blumenkohl servirt bekam. Die sympathische Färbung hat in diesem Falle so gut gewirkt, dass sogar das Küchenpersonal getäuscht wurde.

Ein bemerkenswerthes Verhalten bieten die Hermeline, Alpenhasen (*Lepus variabilis*) und Schneehühner (*Lagopus alpinus*) dar. Sie wechseln ihre Bedeckung je nach der Jahreszeit. Im Sommer schützt sie die Bodenfarbe; gegen den Winter erhalten sie ein Uebergangskleid und zur kalten Jahreszeit, wenn eine blendende Schneedecke auftritt, erscheinen sie in reinem Weiss. Sie sind sozusagen Chamäleone, welche nur zweimal im Jahre die Farbe ändern.

Hieher gehörende Thatsachen bieten uns die Fälle von sogenannter „Nachäffung oder Mimicry“. Es klingt seltsam, dass eine von der Natur gutgeschützte Thierform von einer anderen, weniger geschützten, sehr getreu nachgeahmt werden kann, sozusagen kopirt wird, und doch finden wir hiefür bei Wirbelthieren und Insekten eine Menge Belege. Ein Beispiel aus Südamerika ist zu einer gewissen Berühmtheit gelangt.

In den Gegenden des Amazonasstromes fliegt an allen waldigen Stellen in massenhaftem Vorkommen eine Gruppe von Tagschmetterlingen, welche die Entomologen in die Familie der Heliconiden einreihen. In Sammlungen tropischer Schmetterlinge sind sie nie fehlend. Die Farben sind schön und geradezu auffallend: gelbe, rothe oder weisse Flecken auf dunkeln Grunde zieren die gestreckten Flügel. Ihr Flug ist ein träger und man sollte erwarten, dass diese Schmetterlinge den insektenfressenden Vögeln und Reptilien massenhaft zum Opfer fallen. Dem ist aber nicht so. Trotzdem die südamerikanischen Urwälder Vogelarten genug aufweisen, welche wie die Trogons und Puffvögel die Insekten im Fluge geschickt wegschnappen, um sie ihren Jungen als Futter zu reichen und gerade den

Schmetterlingen sehr nachstellen, so werden doch die Heliconiden vermieden; denn ihr Geruch ist intensiv und der Geschmack offenbar ein widriger.

In dem gleichen Verbreitungsgebiete und an denselben Lokalitäten lebt eine andere Familie, die Leptaliden, welche in nahen Beziehungen zu unsern Weisslingen steht. Einige Arten sind auch weiss; andere dagegen ahmen in Form der Flügel, in Färbung und Zeichnung gewisse in den gleichen Gebieten vorkommende Heliconiden so getreu nach, dass selbst genaue Kenner beider Gruppen, wie Bates und Wallace, im Fluge beide Formen verwechselten. Die Leptaliden sind geruchlos; aber ihre Aehnlichkeit mit den aromatisch riechenden Heliconiden, unter welche sie sich mischen, muss ihnen einen wirksamen Schutz verleihen.

Aehnliche Erscheinungen kommen auch in unserer einheimischen Insektenwelt vor. Die wohlbewaffneten Hummeln, Wespen und Schlupfwespen sind ihrer Giftapparate wegen in der Thierwelt sicher nicht unbekannt; sie werden gefürchtet und gemieden. Unbewaffnete, durchaus harmlose Fliegen, Schmetterlinge und Käfer kopiren jene Formen mehr oder weniger gut und ziehen damit einen Vortheil aus der Furcht, welche jene erregen. Die zur Tageszeit und zwar gewöhnlich in der grössten Hitze fliegenden Glasschmetterlinge oder Sesien ahmen Hornisse und Wespen nicht nur in der Farbe und Form, sondern auch in äussern Gewohnheiten nach.

Giftlose Schlangen stimmen zuweilen mit Giftschlangen desselben Verbreitungsgebietes überein. Unser scheue und nichts weniger als aggressive Kukuk ist in Färbung und Zeichnung eine recht leidliche Wiedergabe des muthigen Sperbers.

Oft werden auch leblose Gegenstände, wie Blätter, Stengel, Früchte, Excremente u. s. w. mit einer geradezu verblüffenden Treue von Insekten, namentlich tropischen Arten, nachgeahmt. Auch schon im Larven- und Puppenleben der genannten Thierklasse findet das Prinzip der Mimicry Anwendung.

Ich erhielt vor Jahren eine Sammlung australischer Schmetterlingscocons, worin ganz absonderliche Fälle vorkommen. Ein ungemein häufiger Cocon gehört einer Saturnide an, welche sich am Boden einspinnt. Er repräsentirt die Excremente des Känguruhs in allen Phasen. Ein anderer häufiger Cocon repräsentirt so genau als nur möglich eine Orchideenfrucht.

Man glaubt den Fruchtsiel, den unterständigen Fruchtknoten und die vertrockneten Blüthenhüllen vor sich zu haben. Dass die Nachahmung gut ist, bewies mir das Original, eine Frucht, die durch Verwechslung des Sammlers mit aufgenommen wurde.

Diese Verkleidung muss ausserordentlich wirksam sein. Die Spinnerraupe verpuppen sich offenbar zu einer Zeit am Orchideenbusche, wo die Früchte reifen. Die ruhende Puppe kann sich in keiner aktiven Weise den Nachstellungen der Insektenfresser entziehen; durch ihre Umhüllung aber simulirt sie eine Frucht, welche von jenen unbeachtet oder verschmäht wird.

* * *

Nicht immer haben die Farbenbekleidungen der Thiere eine protektive Bedeutung, sondern stehen in einer Unzahl von Fällen im Zusammenhange mit der Fortpflanzungsthätigkeit, natürlich nur in solchen Fällen, wo die Geschlechter getrennt sind, also bei höher stehenden Formen.

Darwin hat in seinem Werke über die Abstammung des Menschen diesen Gegenstand in eingehender Weise behandelt und eine Fülle von Thatsachen aufgezählt, welche darauf hinauslaufen, dass die auffälligen Farbenunterschiede zwischen den beiden Geschlechtern einer Art in wirksamer Weise die Liebesbewerbungen unterstützen und auf dem Wege einer geschlechtlichen Auslese erklärt werden müssen. Hier sind es wieder die beiden Klassen der Insekten und Vögel, welche die zahlreichsten Variationen über ein und dasselbe Thema aufweisen.

Das sogenannte Hochzeitskleid, das bei vielen Vögeln, aber auch bei Amphibien und sogar bei Fischen, zeitweise im männlichen Geschlecht auftritt, kann doch wohl keinen andern Sinn haben, als die Aufmerksamkeit und den Gefallen der Weibchen zu erregen.

Während bald die physische Kraft, bald ein melodischer Gesang als Werbemittel der Männchen dient, ist es hier die schöne und farbige Ausstattung, welche die Geschlechter zusammenführt.

II.

Die Evolutionslehre schien sich ganz glücklich mit einem weiten Kreis von Thatsachen abgefunden zu haben; aber da kommt allemal wieder ein Stein des Anstosses und die leidige

Skepsis rüttelt da und dort. Den so einleuchtenden Erklärungsversuchen, wie sie oben kurz wiedergegeben wurden, liegt eine Voraussetzung zu Grunde, welche im Grunde erst in physiologisch zwingender Weise erwiesen werden sollte. Man macht nämlich stillschweigend die Annahme, dass in den verschiedenen Thierklassen die Fähigkeit besteht, zwischen den einzelnen Farben zu unterscheiden. Diese Prämisse kann aber möglicher Weise unrichtig sein.

Prüfen wir zunächst die einzelnen Vorgänge, welche beim Sehakt stattfinden, nach ihrer physikalischen und physiologischen Seite.

Wenn wir von Lichtstrahlen, von farbigen Strahlen reden, so drücken wir damit eine subjektive Empfindung aus; objektiv dagegen beruht die Existenz von Licht auf gewissen Schwingungen des Aethers. Bei geschlossenen Augen können diese Wellen unsern Körper treffen, ohne irgend einen Effekt hervorzurufen; sie werden nicht empfunden, sofern sie nicht mit Wärmestrahlen vermischt sind, und dann empfindet unsere Haut nur die letzteren. Einzig das Auge ist dasjenige Sinnesorgan, welches von Lichtwellen affizirt wird. Es besitzt eine spezifische Erregbarkeit für diese Art von Reizen. Unser Sehorgan zeigt aber einen wunderbar feinen und verwickelten Bau; gewisse Bestandtheile sind wesentlich, andere weniger wesentlich. Die Lichtstrahlen dringen durch die Hornhaut, Linse und Glaskörper in den Grund und treffen endlich ein zartes, nervöses Gebilde, die Netzhaut oder Retina. Es unterliegt heute gar keinem Zweifel mehr, dass die sogenannten Stäbchen und Zapfen in der Retina die eigentlichen lichtempfindenden Elemente des Auges darstellen; ohne sie ist eine Lichtempfindung im Auge unmöglich.

Die Lichtwellen bringen zunächst in den Nervengebilden der Retina gewisse Veränderungen hervor, über deren Natur man vorläufig nur Hypothesen aufstellen kann — man spricht kurzweg von einer spezifischen Erregung der Endorgane. Sie pflanzt sich durch die Bahnen der Sehnerven fort und langt schliesslich in einem bestimmten Gebiete der Gehirnsubstanz an, wo sie in unser Bewusstsein eintreten und subjektiv als Licht empfunden werden kann. Dass diese Empfindung in der That nur subjektiv ist, geht schon daraus hervor, dass elektrische oder mechanische Reizung der Sehnerven bei völliger

Abwesenheit des Lichtes dennoch eine Lichtempfindung hervorruft.

Wir sehen aber auch einzelne Farben und zwar auf allen Punkten der Netzhaut, was naturgemäss eine weitergehende Komplikation der Endorgane der Sehnerven voraussetzt und zur Annahme drängt, dass an jedem Punkte der Retina Gebilde vorhanden sind, welche nur durch Aetherwellen von bestimmter Schwingungsdauer erregt werden. Die so häufige Rothblindheit oder die Unfähigkeit, rothe Farben wahrzunehmen, kommt dieser Annahme zu Hülfe und erklärt sich aus der Unerregbarkeit der rothempfindenden Elemente. Dieser ganze Mechanismus ist offenbar auf eine ansehnliche Höhe der Ausbildung gediehen und das Farbensehen bedingt eine gewisse Höhe von Organisationsentwicklung. Ist diese nun bei den einzelnen Thierklassen erreicht, ist sie möglicherweise nur der hochentwickelten menschlichen Species eigenthümlich?

In letzterem Falle würden die Erklärungsversuche durch Farbenschutz in der Thierwelt stark erschüttert.

In der That machte sich namentlich in den letzten Jahren eine starke Reaktion gegen die genannte Farbenschutztheorie geltend. Diese Reaktion erwuchs seltsamer Weise gar nicht auf naturwissenschaftlichem Boden, sondern erhob sich von philologischer Seite.

Die Wurzel derselben reicht um zwei Jahrzehnte zurück, als der jetzige Premierminister Englands, Gladstone, bei den alten Homeriden eine Eigenthümlichkeit entdeckte, welche früher unbeachtet blieb. Dieser Gelehrte, indem er sozusagen eine mikroskopische Analyse des Homer und der Sprache jener Zeit vornahm, brachte heraus, dass in diesem klassischen Sprachdenkmal die Farbenbezeichnungen verhältnissmässig dürftig und in der Anwendung zudem noch unbestimmt seien. Philologen verfallen manchmal auf seltsame Dinge; kein Wunder also, wenn der grosse englische Politiker seinen Homer nach Farbwörtern durchsucht, etwa wie der Zoologe nach Parasiten ausgeht, oder der Pathologe den Organismus nach Bakterien durchstöbert. Der zu früh verstorbene Lazarus Geiger griff diese Idee auf und fand die von Gladstone vorgebrachte Thatsache nicht nur für die Sprache der alten Griechen, sondern auch für die Sprachdenkmäler der alten Inder und Semiten bestätigt.

Nichts war natürlicher, als dass zu einer Zeit, wo eben die Evolutionslehre Darwins auf dem Kontinente und besonders in Deutschland sich fluthartig Bahn zu brechen begann, die Funde zu einer Theorie verwerthet wurden. Den Farbensinn dachte sich Geiger im Alterthum noch nicht so entwickelt als heute; er hat sich in heutigem Umfange erst in historischer Zeit ausgebildet, da die Alten Grün und Blau noch nicht zu unterscheiden wussten.

Indem Geiger 1867 seine Ideen der Naturforscherversammlung zu Frankfurt vorlegte, hatte er weitere Kreise für seine Anschauungen interessirt; in der Folge entstand eine umfangreiche Litteratur über diesen Gegenstand. In naturwissenschaftlichen Kreisen, selbst da, wo man sie gerne im Sinne der Entwicklungslehre verwerthet hätte, hatte man gewisse Bedenken; unter den Ophtalmologen nahm sich in der Folge Magnus in Breslau der Sache mit Eifer an.

Die Geiger'sche Theorie wurde in der Folge mit allen äusseren Requisiten der Gelehrsamkeit ausgebildet. Bezüglich des Farbensinnes wurden die einzelnen Etappen der Entwicklung näher festgestellt. Der primitive Mensch stand auf dem Stadium völliger Indifferenz; er war farbenblind; nach und nach drangen die einzelnen Farben in sein Bewusstsein, erst Roth, denn sie ist die leuchtendste aller Farben, dann Gelb, hierauf Grün und zuletzt Blau.

Offenbar musste das Auge des Kulturmenschen Schritt für Schritt eine höhere Ausbildung, eine höhere Differenzirung erlangen, um sich zu diesen Leistungen aufzuschwingen. Hier hatte man einmal den Beweis, dass die menschliche Species in der That entwicklungsfähig ist; sie hat sich in der kurzen Spanne Zeit vom klassischen Alterthum bis zur Gegenwart die Kenntniss von Blau angeeignet!

Sollte dem wirklich so sein, sollte die Theorie richtig sein, so ist es erste Pflicht des Naturforschers, die Methode zu prüfen, welche beim Aufbau einer Theorie zur Verwendung kommt.

Aber da muss betont werden, dass man nicht mit der nöthigen Vorsicht zu Werke ging. Einem Sprachforscher kann man es verzeihen, wenn er gegen naturwissenschaftliche Methoden und Kriterien verstösst, einem Naturforscher weniger.

Die Methode, welche bei obiger Theorie in Anwendung kam, ist eine sprachvergleichende, aber keine physiologische.

Dürfen wir aus dem Fehlen einer sprachlichen Bezeichnung für eine bestimmte Empfindung schon schliessen, dass diese Empfindung in unserm psychischen Leben nicht vorhanden ist? Haben wir nicht zahlreiche wohl zu unterscheidende Empfindungen ohne entsprechenden sprachlichen Ausdruck?

Es ist vielleicht gut, hier das Gebiet der verschiedenen Sinneswahrnehmungen vergleichend zu prüfen. Im Bereiche der Töne herrscht sozusagen eine geregelte Ordnung. Eine besondere Kunstsprache wurde geschaffen, um die einer mathematischen Analyse zugänglichen Tonwellen nach ihrem Effekt auf unser Gehörorgan genau zu bezeichnen. Weniger geordnet sieht es auf dem Gebiete der Geschmacksempfindungen aus. Dennoch ist die Zunge als Sinnesorgan einer hohen Leistung fähig. Es ist ja bekannt genug, dass viele nach dieser Richtung besonders begabte menschliche Individuen zum Beispiel schon aus dem spezifischen Geschmacke einzelne Weinsorten nach ihrer Herkunft anzugeben wissen, ja sogar die Jahre angeben, in welchen ein Wein gewachsen ist und die russischen Theeschmecker sortiren mit Hülfe ihrer Zunge die einzelnen Theesorten nach ihrer Qualität; wir erkennen die verschiedenen löslichen Salze an ihrem Geschmack; aber wie dürftig ist unser Sprachschatz gegenüber so zahlreichen und prägnanten Empfindungen. Sauer, süß, bitter, mit den Abschwächungen säuerlich, süßlich, bitterlich — das ist der ganze Wortschatz, welcher uns zur Verfügung steht.

Und vollends unsere Geruchsempfindungen. Sie sind scharf und ausserordentlich verschiedenartig. Wir erkennen den Geruch der Rose, der Nelke, des Veilchens; wir unterscheiden durch den Geruch Chlor, schweflige Säure, Blausäure, Schwefelwasserstoff genau, können ihn aber nur auf dem Wege der Umschreibung unter Beiziehung des riechenden Gegenstandes sprachlich ausdrücken.

Nur zwei Bezeichnungen stehen uns zu Gebote; die Kategorie unlusterregender Gerüche nennen wir „*Gestank*“; angenehme Gerüche fassen wir unter dem Kollektivnamen „*Wohlgeruch*“ zusammen.

Der nähere Zusammenhang der einzelnen Gerüche ist heute noch dem Physiologen völlig dunkel und erst Gustav Jäger

blieb es vorbehalten, die abenteuerlichen Beziehungen der Gerüche zu der Seele zu entdecken und darauf eine phantastische Seelentheorie aufzubauen!

So viel steht fest, dass sprachliche Bezeichnung für eine Empfindung und die Existenz einer Empfindung in unserm Bewusstsein zwei durchaus verschiedene Dinge sind. Letztere kann zeitlich lange vorher existiren, ohne einen adäquaten Ausdruck zu finden und es wäre für einen Philologen interessant, nunmehr auch nach Geruchs- und Geschmacksbezeichnungen in den Sprachdenkmälern verschiedener Zeiten zu forschen. Setzen wir indessen voraus, trotz der unzuverlässigen Methode hätte die Gladstone-Geiger'sche Theorie der Entwicklung des Farbensinnes beim Menschen den Werth einer wahrscheinlichen Hypothese, so müssen wir mit zwei naturwissenschaftlichen Kriterien an dieselbe herantreten.

Eine Entwicklung in der organischen Natur wird angenommen, denn die Wucht der Thatsachen lässt uns keinen andern Ausweg. Dann aber muss konsequenter Weise auch das sogenannte biogenetische Grundgesetz, wie es von Hückel genauer formulirt wurde und nach welchem die individuelle Entwicklung eine Wiederholung der historischen Entwicklung darstellt, als richtig angenommen werden. Es ist abermals die Wucht der Thatsachen, welche uns keinen andern Erklärungsversuch als zulässig erscheinen lässt. Auf die Entwicklung der Organe passt es ebensogut, als auf die Entstehung einzelner Funktionen. Wenden wir dasselbe auf vorliegenden Fall an und untersuchen frühere Entwicklungsstufen, so muss dort die Ausbildung des Farbensinnes in der angegebenen Weise erfolgen. Wenig entwickelt muss er beim Kinde und bei den auf tiefer Entwicklungsstufe stehenden Wilden erscheinen.

Die tägliche Erfahrung lehrt nun, dass Kinder sehr frühzeitig sich für Farben interessiren; das Mädchen staffirt seine Puppe mit allen möglichen bunten Lappen aus; der Knabe greift immer und immer wieder zu seinen Bilderbüchern und spielt mit seinen bunten Sachen, wie Soldaten, Thieren u. dgl. Kaum der Sprache etwas mächtig, drückt er laut und lebendig sein Interesse an bemalten Dingen aus.

Aber auch bei wenig entwickelten Völkerstämmen, welche sozusagen noch dauernd ein früheres Stadium heutiger Kulturvölker repräsentiren, hat sich bei genauern Nachforschungen

keineswegs dasjenige Resultat ergeben, welches man theoretisch vorausgesetzt hatte.

Es ist bekannt, mit welcher Vorliebe gewisse Stämme ihren Körper bemalen und sich oft in bunter, phantastischer Weise herausputzen. Die sorgfältigen ethnologischen Forschungen der letzten Jahre, welche ihr Augenmerk auf den Farbensinn der verschiedenen Völker richteten, ergaben als Resultat, dass die verschiedenen Rassen im Grossen und Ganzen dieselben Farben unterscheiden, welche wir kennen, auch wenn es ihnen zuweilen an passenden sprachlichen Bezeichnungen fehlt.

III.

Wenn der farbenblinde Urmensch und seine successive Entwicklung zum Farbensehen eine gewisse Bedeutung im Kreise der Gelehrtenwelt zu erlangen vermochte, so ist das nur aus der Verkettung einer haltlosen Theorie mit der Darwin'schen Evolutionslehre zu erklären. Hätte dieselbe in physiologischen Thatsachen irgendwie Stützpunkte gefunden, so wäre dadurch der Farbensinn tieferstehender Organismen in Frage gestellt worden. Im Ernste wird aber heute kaum mehr ein Naturforscher an den einstigen farbenblinden Urzustand der menschlichen Species glauben.

Es mag daher von erhöhtem Interesse sein, in den einzelnen thierischen Abtheilungen die Spuren des Farbensinnes zu verfolgen.

Das Sehorgan bei den Wirbelthieren ist mit Ausnahme der alleruntersten Klasse überall nach denselben Prinzipien gebaut. Doch herrschen gerade rücksichtlich der für das Farbensehen wichtigsten Elemente nicht unbeträchtliche Unterschiede. Die Nervenendigungen in der lichtempfindenden Retina sind doppelter Art; es sind Stäbchen und Zapfen, welche im menschlichen Auge im Allgemeinen auf der ganzen Fläche der Netzhaut vertheilt sind, doch so, dass die Zapfen weniger zahlreich sind.

Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, dass das Farbensehen an die Existenz von Zapfen gebunden ist. Wo eine nächtliche Lebensweise dagegen nur Helligkeitsunterschiede und Wahrnehmung von Formen bedingt, ist das Auge schwerlich zum Farbensehen geeignet und es fehlen thatsächlich den Nachtthieren die als Zapfen bezeichneten Gebilde.

Naturgemäss wird ein Farbensinn auch bei denjenigen Wirbelthieren in den Hintergrund treten, welche Höhlenbewohner sind oder eine unterirdische Lebensweise führen. Es hat dies eine Rückbildung oder eine gänzliche Verkümmernung des Auges im Gefolge. Unser Maulwurf zum Beispiel wird schwerlich mittelst seiner im dichten Pelze versteckten Augen mehr als Helligkeitsunterschiede wahrzunehmen im Stande sein.

Bei den mit wohlausgebildeten Sehwerkzeugen ausgestatteten Wirbelthieren liegen indess vielfach Thatsachen vor, welche auf einen Farbensinn schliessen lassen.

Bei Säugethieren sind diese zwar spärlich und mit Ausnahme der bekannten Beobachtungen, dass männliche Wiederkäuer durch die rothe Farbe stark erregt werden, sind wenige sichere Angaben, aus denen auf einen ausgebildeten Farbensinn geschlossen werden darf. Zahlreicher sind die an Vögeln gemachten Wahrnehmungen. Durchschnittlich findet man in dieser Thierklasse eine sehr scharfe Beobachtungsgabe und es ist bekannt genug, auf welche oft geradezu drollige Weise die Männchen ihr schöneres Gefieder entfalten, um bei ihren Bewerbungen auf die Weibchen zu wirken. Die Pracht des Gefieders ist insbesondere bei männlichen Hühnervögeln ein wirksames Mittel bei der sexuellen Auslese und dass sie mit einer unglaublichen Koketterie von demselben Gebrauch machen, wird von allen Beobachtern bestätigt.

Unser Rebhuhn wird in gezähmtem Zustande auf helle Farben aufmerksam und hat wohl auch ein Bewusstsein vom Nutzen seines sympathisch gefärbten Gefieders, wenn es sich bei herannahender Gefahr ruhig auf den Boden duckt.

Zahlreiche Pflanzen entwickeln saftige und lebhaft gefärbte Früchte, welche dadurch die fruchtessenden Vögel anlocken. Die Farben der reifenden Früchte werden sicher vom Grün der Blätter unterschieden. Man beobachte nur unsern überall gemeinen und zudringlichen Sperling, wenn die Kirschen reifen. So lange die Früchte noch grün sind, interessirt er sich wenig für den Kirschbaum; später helfen alle Vogelscheuchen nichts; der Spatz holt sich die reifen Früchte und der stille Zuschauer entnimmt aus dem freudigen Geschrei der Eindringlinge, dass diese sich da oben ordentlich behaglich fühlen.

Die australischen Kragenvögel äussern in merkwürdiger Weise ihren Sinn für Schmuck. Wie Darwin anführt, bauen sich dieselben zur Produktion ihrer Liebespantomimen kleine Lauben. Diese werden lediglich zum Zwecke der Bewerbung auf dem Boden erbaut und in auffälliger Weise dekorirt. Es sind Blätter, schöne Federn, Muschelschalen und gebleichte Knochen, welche zur Ornamentirung verwendet werden.

Bei Reptilien dürfte, sobald einmal die Zahl sorgfältiger Beobachtungen vermehrt wird, ein Farbensinn in grosser Verbreitung angetroffen werden. Die Haut enthält, wie auch bei Amphibien und Fischen, eine grosse Menge beweglicher Farbzellen oder Chromatophoren, welche einen mehr oder weniger raschen Wechsel der Hautfarbe ermöglichen.

Beim Chamäleon ist die Farbenwandlung ziemlich rasch; aber auch andere Eidechsen, wie z. B. unsere flinke Eidechse, Geckonen, Erdagamen, ferner verschiedene Schlangen, ändern in kurzer Zeit ihre Hautfarbe. Diese Eigenthümlichkeit muss für die Thiere irgend einen Nutzen besitzen und es ist kaum etwas anderes anzunehmen, als dass sie bei diesen beweglichen Thieren die Hautfarbe jeweilen der Umgebung anpasst. Bemächtigt sich einmal der vergleichende Physiologe dieses Gegenstandes eingehender, so dürfte sich das Resultat ergeben, dass besondere Nervencentra und Nervenbahnen die Bewegungen der Farbzellen reflektorisch vom Auge aus hervorrufen, wie das bei Fischen direkt nachgewiesen werden konnte.

Bei Amphibien ist innerhalb gewisser Grenzen eine Farbenunterscheidung mehr als wahrscheinlich. Von hohem Interesse ist eine Beobachtung von Kühne, wonach unser Frosch, sofern er die Wahl hat, grünes Licht dem blauen ganz entschieden vorzieht und welchen Einfluss die Farbe der Umgebung auf unsern Laubfrosch auszuüben vermag, davon legt eine hübsche Beobachtung von Leydig, Professor in Bonn, Zeugnis ab. Der kleine Wetterprophet kann je nach Beleuchtung und Umgebung die verschiedensten Nüancen aufweisen; vom reinen Citronengelb übergehend in ein freudiges Grün, wird die Haut zum Schmutziggrün, ja beinahe zum Schwarz abgestuft. Eine Anzahl Laubfrösche, welche Leydig längere Zeit in einem Gefässe mit abgestorbenem Moos in Gefangenschaft hegte, behielten ein dunkelgrünes oder schwärzliches Aussehen. Als denselben später ein lebhaft grünender Stock von Veronica

gereicht wurde, nahmen die Thiere mit einem gewissen Behagen auf dieser Pflanze Platz, und als ob das frische Pflanzengrün umstimmend auf ihr Nervensystem und ihre Haut gewirkt hätte, zogen sie selbst das reinste grüne Farbenkleid an. Mit dem Abwelken der Pflanze änderte sich auch die Hautfarbe der Laubfrösche und dunkelte in ein schmutziges Grün um.

Bei Fischen ist das Vorkommen von Farbzellen in der Haut sehr verbreitet und ein Wechseln der Hautfarbe hat sich in neuerer Zeit für recht viele Arten ergeben. Stichlinge, Schmerlen, Ellrizen, Barsche können in kurzer Zeit ihre Farben sehr verändern und bis zu einem gewissen Grade dem Untergrunde anpassen.

Dasselbe gilt für unsere Bachforellen, welche in alpinen Gegenden mit moorigem Untergrunde zuweilen sammetschwarz erscheinen.

Unter den Meerfischen ist ein Farbensinn bei den Schollen und Steinbutten ganz unzweifelhaft vorhanden. Diese meist auf dem Grunde lebenden Fische haben die Gewohnheit, sich beständig auf die eine Seite des Körpers zu legen. In Folge einer eigenthümlichen Verschiebung der Kopfknochen während der Entwicklung gelangen beide Augen auf die dem Lichte zugewendete Seite, welche überdies lebhafter gefärbt ist als die Unterseite. Ueber die Farbeneigenschaften dieser Thiere äussert sich Brehm folgendermassen: „Die Färbung der Augenseite schmiegt sich dem Grund und Boden des Gewässers genau in demselben Grade an, wie das Haarkleid des Hasen dem Acker oder das Gefieder des Schneehuhnes dem Alpengelände, und wie bei dem letzteren wechselt die Färbung nach Zeit und Oertlichkeit, nur mit dem Unterschiede, dass der Wechsel nicht bloss zweimal im Jahre, sondern bei jeder Ortsveränderung eintritt. Alles, was wir dem Chamäleone andichten, finden wir bei den Flachfischen verwirklicht. Legt sich einer beispielsweise auf sandigen Grund, so währt es gar 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 andern Grund, beispielsweise auf grauen Granitkies, so geht die Färbung der Augenseite sehr bald in dieselbe über, welche dieser Grund hat: die früher gelblich erscheinende Scholle, Butte oder Zunge wird grau.“

Ein hohes Interesse verdienen die Beobachtungen und Experimente des französischen Physiologen Pouchet. Er vermuthete, die Färbung des Grundes möchte durch die Augen und besondere Nervenbahnen reflektorisch auf die Chromatophoren der Haut wirken. In der That verloren die Steinbutten nach Entfernung der Augen die Fähigkeit eines Farbenwechsels. Es gelang ihm auch der Nachweis, dass besondere im sympathischen Nervensystem verlaufende Fasern den Reiz von den Augen aus übermitteln, also ein ziemlich komplizirter Mechanismus vorhanden ist. Ein Zufall bestätigte seine Beobachtungen sehr schlagend. Unter mehreren Schollen fiel ihm ein Exemplar auf, das sich durch seine beständig dunkle Farbe von den übrigen Gefährten auszeichnete, sich offenbar nicht mehr an den Untergrund anpassen konnte. Bei näherer Untersuchung stellte sich dieses Exemplar als blind heraus! Auch der augenfleckige Zitterrochen (*Torpedo oscellata*) bildet sich ein Urtheil über die Beschaffenheit des Grundes, auf welchem er lebt. Seine Farbe ist konstant braun mit Augenflecken; sie muss auffallen; aber um den Kontrast mit der Umgebung zu verwischen, bedeckt er mit Hilfe der Flossenränder seine Oberseite mit Sand und Kieselstücken, wodurch er der Beobachtung schwer zugänglich wird.

* *

Unterliegt es keinem Zweifel, dass im Kreise der Wirbelthiere der Farbensinn eine grosse Verbreitung besitzt, so ist die Sachlage eine andere, sobald man den Kreis der Wirbellosen betritt. Hier begegnen uns durchaus andere Organisationsverhältnisse. Nervensystem und Sinneswerkzeuge sind nach einem total veränderten Modus gebaut. Geistige Qualitäten, die wir von Wirbelthieren her kennen, dürfen wir nicht sofort auch auf andere Thierstämme übertragen, und es wäre am Ende denkbar, dass eine so feine Qualität, als welche doch das Farbensehen betrachtet werden muss, ausschliessliches Eigenthum des Wirbelthierstammes sein könnte.

Sehwerkzeuge kommen zwar auch niederen Formen zu; ja in einzelnen Abtheilungen, beispielsweise bei Gliederthieren und Würmern, erlangen sie sogar einen hohen Grad der Ausbildung.

Gehen wir da den Spuren eines Farbensinnes nach, so lässt er sich zunächst bei Gliederthieren vermuthen, da bei

Insekten und manchen Krebsen eine geradezu verschwenderische Farbenpracht entwickelt werden kann. Da ferner zahllose Insekten mit Vorliebe Blumen besuchen, so folgen sie entweder dem Geruch derselben oder der Farbe.

Aus Versuchen, welche Darwin angestellt hat, scheint das letztere kaum zweifelhaft.

Von hohem Interesse erscheinen die Versuchsreihen, welche Sir John Lubbock unlängst veröffentlichte und aus denen hervorgeht, dass einzelne hochbegabte Gliederthiere einen umfangreichen Farbensinn besitzen. Lubbock experimentirte zunächst mit der Honigbiene. Mit Honig bestrichene Glasstücke wurden auf Papierstücke von verschiedener Farbe gelegt und Glasstücke sowohl, als auch die Anordnung, wiederholt gewechselt. Bienen, denen er Honig auf blauem Papier oder auf Orange reichte, liessen sich zweifellos durch die Farbe leiten und kehrten wieder zur selben Farbe zurück, auch wenn ihr Platz gewechselt wurde.

Für Wespen gelangt er zu ähnlichen Resultaten. Auch ist bekannt, dass diese Thiere zum Beispiel an einer reifenden Birne die gelbliche und feiner schmeckende Sonnenseite recht gut zu unterscheiden wissen und dieselbe mit Vorliebe in Angriff nehmen.

Bei Ameisen scheint das Farbenunterscheidungsvermögen geringer entwickelt; doch werden sie durch rothe Strahlen affizirt.

Unter den Tagfaltern sind die Vanessa-Arten durch ihre Neugierde bekannt. Sie folgen zuweilen, vermuthlich durch die Farben der Kleider angezogen, menschlichen Personen auf grosse Strecken und selbst wenn sie verscheucht werden, so kommen sie doch wieder.

Für weitere Versuche liegt hier offenbar noch ein günstiges Feld unbearbeitet, wenn auch die experimentellen Bedingungen nicht immer leicht zu finden sind.

Bei der grossen Lebhaftigkeit und Neugierde, welche gewisse höhere Krebse an den Tag legen, dürfte vielleicht auch dort der experimentelle Nachweis eines Farbensinnes zu leisten sein.

Ich bin durch längere Beobachtungen dazu gelangt, dass auch im Stamme der Weichthiere oder Mollusken ein Farbensinn vorhanden ist.

Zugegeben, dass in dieser thierischen Abtheilung die Grosszahl aus recht indifferenten und geistig stumpfen Wesen gebildet wird. Hieher gehören vor allen Dingen die uns zur Beobachtung gelangenden Land- und Süsswasserformen. Wer aber die Fauna des Meeres durchmustert, wird auch ungewöhnlich hoch organisirte und geistig begabte Glieder der Weichthiergruppe vorfinden.

Die Tintenfische, Kopffüsser oder Cephalopoden erlangen beispielsweise in der Ausbildung ihres Nervensystems eine eminent hohe Stufe morphologischer Ausbildung. Ihre grossen, an den Seiten des Kopfes stehenden Augen dürfen sich füglich mit dem Wirbelthierauge messen. Der Bau ist schon vor vielen Jahren durch V. Hensen in Kiel einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen worden. Die zahlreichen Requisiten, welche wir am Auge der Wirbelthiere vorfinden, nämlich eine Sclera, eine Linse, eine Iris, Glaskörper und Retina mit charakteristischen Endorganen begegnen uns auch im Auge der Tintenfische. Hinter dem Augapfel liegt ein mächtiges Sehganglion, eine Anhäufung von Nervenzellen, und da dürfen wir wohl mit Recht einen Rückschluss auf die hohe Leistungsfähigkeit des Sinnesorganes machen.

Hier glaubte ich daher auch eine Farbenunterscheidung vermuthen zu dürfen und was mich darin bestärkte, ist die Thatsache, welche schon Aristoteles für den „Polypus“ erwähnt, dass die Haut der Tintenfische einen so vollkommenen Farbenwechsel aufweist, wie er in keiner andern Thierklasse so rasch erfolgt, selbst beim Chamäleon nicht.

Er ist zum Beispiel beim gemeinen Kracken (*Octopus vulgaris*) unserer europäischen Küsten leicht zu beobachten. Hält man das Thier in einem Kübel mit frischem Seewasser gefangen, so erscheint es, wenn man den Lichtzutritt verhindert, nach einiger Zeit blass, beim Oeffnen wird es unruhig und nimmt einen dunkeln Farbenton an. Bringt man den Kracken ins Trockene, wo er bald abstirbt, so zeigt die Haut noch stundenlang ein unaufhörliches Farbenspiel; bald ist er blass, bald überfliegen dunkle Wolken die Haut. Man möchte fast sagen, es sei dies ein Abbild des Todeskampfes, wobei jede Wolke ein Wiederaufflackern der Lebensgeister andeutet. Zuweilen erscheint das Spiel erlahmt; presst man aber die Hand gegen den beutelförmigen Körper, so erscheint ein

silhouettenartiger Abdruck derselben und das Farbenspiel beginnt von Neuem.

Das Gesagte gilt auch für die fischartigen Sepien und Kalmare.

Man wird sich zunächst nach den anatomischen und physiologischen Hilfsmitteln umsehen müssen, womit der Farbenwechsel zuwege gebracht wird.

Lange Zeit vernachlässigte die experimentelle Physiologie den so merkwürdigen Gegenstand und erst in den letzten Jahren erhielten wir einen klaren Einblick in die Vorgänge des Farbenwechsels.

In den höheren und tieferen Schichten der Haut erscheinen zahlreiche, schon von blossen Auge erkennbare Pigmentflecken eingestreut, welche den Namen „Chromatophoren“ erhielten. Im Grunde sind es mit Farbstoffen erfüllte Zellen von grosser Beweglichkeit. Am meisten verbreitet sind schwarze, gelbe und rothe Farbzellen in buntem Durcheinander. Sie können sich kugelig zusammenballen, auf ein Minimum zusammenziehen oder flächenartig ausbreiten, wobei sie parallel zur Oberfläche liegen. Unter dem Mikroskope gewähren die blitzartigen Kontraktionen und Expansionen eines der anziehendsten Schauspiele.

Wenn Farbzellen derselben Couleur sich ausdehnen, während alle übrigen im kontrahirten Zustande verharren, so wird eine bestimmte Farbe vorherrschend.

Durch Ausdehnung solcher von verschiedenem Inhalt erzeugt das Thier Mischfarben und Uebergangstöne. In dieser Beziehung gleicht der Tintenfisch dem Maler, welcher auf seiner Palette aus wenigen Grundfarben die verschiedensten Töne zusammensetzt.

Die zur Bewegung erforderlichen Reize, soweit sie natürliche sind, liegen naturgemäss im Thiere selbst. Von äussern Reizen wurde der Einfluss von Lichtreizen berührt. Ein mechanischer Reiz, wie ein Druck mit der Hand, hat ebenfalls Bewegungen der Farbzellen zur Folge und ähnlich wirken chemische Reize, Gift zum Beispiel, oder elektrische Erregungen.

Schwieriger blieb die Beantwortung der Frage, ob die Bewegungen unter dem Einflusse des Nervensystemes stehen.

Gewisse Beobachtungen scheinen eher auf das Gegentheil schliessen zu lassen. Man kann Hautstücke stundenlang in

einer feuchten Kammer unter der Loupe beobachten und das Farbenspiel dauert ununterbrochen fort, bis die Zellen endlich absterben.

Seit langer Zeit wurde behauptet, ohne dass man dafür eigentlich zwingende Beweise beibringen konnte, das Farbenspiel stehe unter dem Einflusse psychischer Vorgänge; dann musste aber der Nachweis sich leisten lassen, dass gewisse Nervenbahnen von den Zentraltheilen des Nervensystemes nach den Farbzellen verlaufen.

Man ist demnach auf den Weg der Vivisektion angewiesen und muss am noch nicht völlig abgestorbenen Thiere gleichsam verschiedene Nervenbezirke durch elektrische Reizung anfragen, welche Bedeutung sie besitzen und ob sie eine Einwirkung auf das Farbenspiel auszuüben vermögen.

Vor wenigen Jahren ist ein österreichischer Physiologe, Klemensiewicz, mit einer eingehenden Studie über diesen Gegenstand hervorgetreten und seine verschiedenen Versuchsreihen brachten volle Klarheit in die Sache. Die Experimente wurden am Moschustintenfisch (*Eledone moschata*) in der zoologischen Station in Triest vorgenommen und sind durchaus überzeugend.

Durch elektrische Reizung gewisser Punkte des Schlundringes an einem blassen Versuchsthier, das noch nicht sein Farbenspiel eingebüsst, erfolgt eine Verdunkelung der Haut.

In den Nervenschlundring treten die Sehnerven ein und es ist für das Verständniss der Farbenwandlung von grösster Wichtigkeit, dass man das Sehganglion zu reizen braucht, um keine Muskelbewegungen, dafür eine momentane Ausdehnung der dunkeln Farbzellen zu erzielen.

Die Chromatophoren stehen zum Nervenapparat in einer ähnlichen Beziehung wie die willkürlichen Muskeln; ihre Ausdehnung kann reflektorisch von den Augen aus erfolgen.

Eindrücke der Umgebung wirken zunächst auf die Augen; die durch sie verursachten Erregungen strahlen längs den chromatischen Nervenbahnen nach den Farbzellen hin und regen diese zur Bewegung an.

Die Funktionen des chromatischen Systemes stehen im Dienste des thierischen Haushaltes und werden als solche nur zweckmässige sein.

Man sagte sich schon lange, der Farbenwechsel diene zur schützenden Anpassung an die Umgebung, der Tintenfisch

könne sich an die Farbe des Gesteines anpassen. Dazu gehört aber, dass er die Farben unterscheiden kann.

Prüft man aber die zuverlässigen Beobachtungen näher, so sind diese in der besagten Richtung ziemlich spärlich und zum Theil reservirt.

In seiner „Reise eines Naturforschers um die Welt“ sagt der durch seine Beobachtungsgabe so ausgezeichnete Darwin: „Es interessirte mich sehr, bei verschiedenen Gelegenheiten die Lebensweise eines Octopus oder Tintenfisches zu beobachten. Obschon diese Thiere in den Wassertümpeln, welche die Ebbe zurückgelassen hatte, häufig waren, liessen sie sich doch nicht leicht fangen. Mit Hülfe ihrer langen Arme und Saugnäpfe konnten sie ihren Körper in sehr schmale Spalten einzwängen, und sassen sie in dieser Weise fest, so erforderte es grosse Kraft, sie zu entfernen. Andere Male schossen sie, das Hinterende voraus, mit der Schnelligkeit eines Pfeiles von der einen Seite des Tümpels zur anderen, gleichzeitig das Wasser durch ihre dunkle, kastanienbraune Tinte färbend. Diese Thiere entgehen auch der Entdeckung durch eine ausserordentliche, chamäleonartige Fähigkeit, ihre Farbe zu ändern. *Sie scheinen ihre Färbung je nach der Natur des Bodens, über welchen sie gehen, ändern zu können.* Befinden sie sich in tiefem Wasser, so ist der allgemeine Ton ihrer Färbung bräunlich-purpurn; werden sie aber auf das Land oder in seichtes Wasser gebracht, so verändert sich dieser dunkle Farbenton in ein gelblichgrün.“

Bestimmter lauten die Angaben von Kollmann, welcher die Cephalopoden in den Aquarien der neapolitaner Station einem genauen Studium unterzog und in der „Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie“ eine sehr anziehende Schilderung über die Lebensweise dieser Thiere entworfen hat. Ueber die Farbenerscheinungen beim Octopus äussert er sich:

„Das Thier hat die Fähigkeit, von dem hellsten Grau bis zu dem tiefsten Braun zu wechseln; die Farbe ändert sich dabei schnell, oder sie bleibt in irgend einer Nüance stehen, sie kann ferner nur am Körper auftreten oder an den Armen; kurz, der Kracke *scheint sein Colorit vollständig beherrschen zu können.* — Wenn er den Feind kampflustig beschleicht, oder dem Wärter einen Krebs zu entreissen sucht, oder wenn sie sich neckend verfolgen, dann wird die ganze Herrschaft über die Farbe in raschem Wechsel sichtbar. — Dieser

Farbenwechsel ist für die Thiere jedenfalls eine vortreffliche Waffe. Um Feinde zu täuschen, halten sich die Kracken in grauem Gesteine auf; dann nehmen sie selbst die graue Farbe an; ob willkürlich oder durch Reflexvorgänge in den Nerven, ist schwer zu sagen. Dann gleicht das Thier mit eingezogenen Armen und dem gekrümmten Rücken selbst einem verwitterten Steine. Sie werden auf diese Weise dem Feinde leicht entgehen.“

Trotzdem nunmehr der Zusammenhang der Chromatophoren durch Vermittlung bestimmter Nervenbahnen mit den hochentwickelten Sehwerkzeugen experimentell festgestellt ist, so gestatten die bisherigen Beobachtungen noch keinen sicheren Schluss auf einen ausgesprochenen Farbensinn, da zwar verschiedene Helligkeitsgrade der Umgebung empfunden werden, aber die Anpassung unbewusst durch Naturzüchtung erworben werden konnte. Es muss mindestens der Beweis erbracht werden können:

1) Dass die Farbenanpassung erfolgt, wenn die Verhältnisse einen Schutz wirklich erfordern.

2) Dass eine Farbenanpassung nicht nur an helle und dunkle Umgebung möglich ist, sondern dass im gegebenen Fall auch ganz ausnahmsweise Farbenbedingungen der Umgebung nachgeahmt werden, soweit diese im Farbenbereiche der Chromatophoren liegen.

3) Dass dieses exceptionelle Farbenkleid längere Zeit getragen werden kann.

Die Anordnung bestimmter Versuchreihen stösst hier auf grosse Schwierigkeiten und wenn das Spiel der Chromatophoren vom Willen abhängig ist, so ist es sehr die Frage, ob der lebende Tintenfisch auf die ihm gestellten Bedingungen eingehen will.

Der glückliche Zufall bei der Beobachtung in der freien Natur wird also unter Umständen eine viel bessere Antwort geben.

Seit Jahren fiel mir bei meinen Besuchen an der Meeresküste auf, wie schwierig das Versteck der Tintenfische zu ermitteln ist. Oft konnte ich ein Thier aufscheuchen und mir die Stelle merken, wo es sich wieder festsetzte; es blieb dennoch für mich verloren. Es gehört schon der durch langjährige

Uebung erworbene Scharfblick der Strandfischer dazu, um die lebenden Thiere zwischen den Steinen zu erspähen.

Unlängst konnte ich mich in den Aquarien von Neapel in überzeugender Weise von der Farbenanpassungsfähigkeit der Cephalopoden überzeugen.

Eines Tages wurden lebende Moschustintenfische eingebracht. Das Thier führt im Volksmunde den Namen „Muscardino“. Ein Exemplar wurde vom Wärter in ein grosses Bassin gesetzt, welches mit einem kleineren in Verbindung stand. Der völlig ausgewachsene Muscardino verwickelte sich aber bald in Zwistigkeiten mit einem mittelgrossen Hummer, glaubte sich ihm gewachsen und suchte ihn mit den langen Fangarmen zu überwältigen. Der Hummer hatte aber mit seinen Scheeren einen Arm erfasst und klemmte ihn zusammen. Dies verursachte offenbar Schmerz und unter lebhaften Bewegungen suchte er sich los zu machen. Es gelang ihm dies, nachdem der Hummer ein Stück des Armes abgeklemmt hatte. Das Hinterende voraus, schwamm der Tintenfisch davon, gab dunkle Wolken aus seinem Trichter ab und flüchtete sich in das kleinere Bassin. Während die Farben beim Kampfe wechselten und dunkle Wolken über den Körper flogen, war auf der Flucht die Haut blassroth, an den Seiten grünlich schillernd. Aus der eingeschlagenen Richtung konnte ich entnehmen, dass das Thier sich gegen das Fenster des kleinen Behälters begeben hatte, und wollte kurz darauf sein Verhalten und seinen Defekt am Arme beobachten.

Aber weder am Fenster noch an den aus Tuff erbauten Felswänden konnte ich es zunächst auffinden. Beim Betrachten der hellgelben Tuffwände fielen mir zahlreiche braune Flecken auf, welche wie Rost sich am Gesteine angesetzt hatten. Bald waren sie nur einige Millimeter, bald fast einen Centimeter breit. In den anderen Behältern waren mir diese Flecken nicht aufgefallen; ich legte mir die Erscheinung in der Weise zurecht, dass sich hier grössere und kleinere Rasen von Diatomeen gebildet haben möchten, was sich nachher auch bestätigte. Zufällig fiel mein Blick auf einen der vielen höckerartigen Vorsprünge in der Nähe des Fensters — es war der verlorengedachte Moschustintenfisch, welcher in seiner Grundfarbe mit dem Gelb der Felswände völlig übereinstimmte. Er war mit denselben braunen Flecken von verschiedener Grösse

bedeckt und getreuer konnte man sich die Farbenanpassung an die Umgebung kaum denken.

Solche Thatfachen sind wohl entscheidend und weisen auf einen gut geschulten Farbensinn beim Moschustintenfisch hin. Allerdings waren hier die denkbar günstigsten Bedingungen vorhanden. Die beobachtete Species ist mit Rücksicht auf das Farbenspiel besonders entwickelt und in der Haut sind gerade die gelben und dunkeln Chromatophoren am zahlreichsten.

Die angeführte Thatfache beweist, dass das Cephalopoden-Auge nicht nur eine spezifische Erregbarkeit für Lichtstrahlen besitzt, sondern dass die Nervenendorgane desselben von Lichtwellen von verschiedener Länge, denn darin besteht der objektive Charakter der Farben, auch verschieden erregt werden. Im vorliegenden Falle wurde also Gelb und Dunkelbraun unterschieden. Man kann die Frage aufwerfen, ob diese verschiedenen Einwirkungen als Reflexe direkt nach der Haut zu den Chromatophoren hin verlaufen, oder ob sie vorerst in's psychische Organ hineinprojiziert wurden, um als bewusste Empfindungen aufzutreten.

Es ist die physiologische Thatfache allerdings bekannt genug, dass komplizierte Bewegungen mit dem Charakter völliger Zweckmässigkeit mit Umgehung des Bewusstseins als einfache Reflexe ausgelöst werden. Ein Frosch zum Beispiel wischt mit seinem Beine einen Tropfen Säure von der Haut ab, auch wenn er vorher enthauptet wurde.

Aber einmal gibt es Handlungen, welche instinktmässig ausgeführt werden, nachdem sie früher zuerst mit Hülfe des Bewusstseins ausgeführt wurden, und sodann erscheint mir der ganze Vorgang viel zu kompliziert, um als einfacher Reflex gedeutet zu werden.

In irgend einer Weise hat wohl auch der Tintenfisch ein Bewusstsein, welches an ein bestimmtes Nervenzentrum gebunden ist und in der Psyche desselben bilden Farbenvorstellungen wohl einen ansehnlichen Inhaltsbestandtheil.

Um ein Bild zu gebrauchen, möchte ich sagen, dass er vom psychischen Organ aus seine Chromatophoren in ähnlicher Weise beherrscht, wie der Musiker die Tasten seines Klaviers.

Wenn man gemeinhin die Weichthiere mit Rücksicht auf das Seelenleben als Wesen von sehr niederer Dignität betrachtet, so ist das durchaus nicht durchweg richtig. Wie

in anderen thierischen Abtheilungen sich einzelne Glieder auf eine ungewöhnlich hohe geistige Stufe erheben, etwa wie Bienen und Ameisen unter den Gliederthieren, so auch hier. Die Cephalopoden müssen — es sprechen ihre zahlreichen Lebensäusserungen dafür, — als geistig ungewöhnlich begabte Thiere angesehen werden, und wenn etwa die Bienen als die grossen Architekten in der Thierwelt bezeichnet werden könnten, so sind die Tintenfische die gewandten Kenner der Farben.

Eine andere Beobachtung möchte den Farbensinn der Cephalopoden nur bestätigen. Gewisse Arten leben im offenen Meere, wie die Kalmare oder Loligineen. Wie die pelagischen Thiere überhaupt, kann ihr Körper glasartig durchsichtig gemacht werden. Daneben erscheinen sie durch Ausdehnung ihrer Farbzellen zu andern Zeiten lebhaft gefärbt, meist weinroth. Für die schützende Anpassung an die Umgebung genügt der Glascharakter und das Farbspiel ist wohl nur ein Erbstück aus früheren Zuständen. Die Kalmare sind, geologisch gesprochen, ziemlich junge Organismen, welche vermuthlich von der Küstenzone in die pelagische Region eingedrungen sind. Das Farbspiel hat hier eine andere Bedeutung. Beobachtet man die Kalmare in ihrer Lebensweise, so sind sie meist in kleineren Gesellschaften beisammen und in fortwährender Bewegung. Beim Auf- und Niederschlagen ihrer breiten Flossen gleichen sie einer Schaar Vögel. Macht ein Individuum Kehrt, so folgen die übrigen nach, oft sind sie ganz durchsichtig, dann beginnt bei einem Stück das Chromatophorenspiel und die übrigen folgen ihm — die ganze Schaar ist röthlich gefärbt. Diese rothe Farbe dient wohl als Orientierungsmittel, welches die Schaar zusammenhält.

