

als für „die sehenden und lebhaften Ameisen“, deshalb müssten erstere dauerhaftere Fährten hinterlassen, um sich auf ihren Zügen orientieren zu können. (Hier scheint also doch die psychische Superiorität eher auf Seite der Ameisen zu sein!) Escherich stellt ferner die Hypothese auf, dass die Markierung der *monoceros*-Straße durch proktodäale Produkte ein Rudiment des bei den Verwandten dieser Termiten bestehenden „Tunnelbauinstinktes“ darstelle, indem bei den *Eutermes* die proktodäalen Flüssigkeiten eine große Rolle für ihre Bauten spielen. (Schluss folgt.)

## Die Pigmentzellen der Fischhaut.

Autoreferat von K. v. Frisch.

K. v. Frisch, Beiträge zur Physiologie der Pigmentzellen in der Fischhaut. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 138, S. 319—387, 1911. — Vgl. auch K. v. Frisch, Über den Einfluss der Temperatur auf die schwarzen Pigmentzellen in der Fischhaut. Biolog. Centralbl. Bd. XXXI, S. 236, 1911.

Frühere Untersuchungen haben unzweideutig gelehrt, dass die Bewegungserscheinungen der schwarzen Pigmentzellen (Melanophoren) bei den niederen Wirbeltieren unter dem Einfluss des Nervensystems stehen, und zwar in dem Sinne, dass der Kontraktionszustand der Melanophoren ihrem Erregungszustande entspricht. Man wusste auch, dass bei Fischen die pigmentomotorischen Nervenfasern im Sympathicus verlaufen, da dessen Zerstörung im Hämal kanal die unmittelbare Lähmung (Expansion) der Melanophoren kaudal von der Schnittstelle zur Folge hatte. Am Kopfe erhielt man bei Durchtrennung des N. trigeminus Lähmung der Melanophoren in seinem Innervationsgebiet. Ueber den genaueren Verlauf der Fasern und über das Vorhandensein von Zentren im Gehirn oder Rückenmark war nichts bekannt. Es ließ sich nun zeigen (durch elektrische, tetanische Reizung und Durchtrennungen im Gehirn, Rückenmark und Sympathicus), dass bei der Ellritze (*Phoxinus laevis* L.) am Vorderende des verlängerten Marks ein Zentrum für die Kontraktion der Melanophoren besteht, von dem sie in tonischer Kontraktion gehalten werden; die Reizung dieser Stelle hat die Aufhellung des ganzen Fischkörpers, ihre Zerstörung seine maximale Verdunklung zur unmittelbaren Folge. Von hier ziehen die pigmentomotorischen Nervenfasern im Rückenmark kaudalwärts bis in die Gegend des 15. Wirbels (näherungsweise entsprechend der Mitte der Körperlänge); daselbst befindet sich wahrscheinlich ein zweites (dem Hirnzentrum untergeordnetes) Zentrum, ein Rückenmarkszentrum; denn es gehen von dieser Stelle einige Zeit (ca.  $\frac{1}{2}$  Stunde) nach dem Tode des Fisches, wahrscheinlich infolge des Absterbens des Rückenmarks, Erregungen aus, welche die Melanophoren des ganzen Fischkörpers vorübergehend zu maximaler Kontraktion bringen. In der Gegend des 15. Wirbels verlassen die pigmentomotorischen Fasern das Rückenmark und treten in den

Sympathicus über, um in diesem in kaudaler, resp. (die Fasern für die vordere Körperhälfte) kranialer Richtung zu verlaufen. Durch die Spinalnerven, am Kopfe durch den N. trigeminus, gelangen sie aus dem Sympathicus zu den Pigmentzellen der Haut.

Diese sind aber in ihren Gestaltsänderungen nicht ausschließlich vom Nervensystem abhängig, sondern durch verschiedene Reize auch direkt zu beeinflussen. So bewirkt Sauerstoffreichtum ihre Expansion, Sauerstoffmangel ihre Kontraktion, rein lokal und ohne Vermittlung des zentralen oder peripheren Nervensystems. Wird eine Körperstelle der Ellritze von der Blutzirkulation abgeschnitten, so kontrahieren sich in ihr infolge des eintretenden Sauerstoffmangels die Melanophoren nach einigen Stunden maximal. Die gleiche Pigmentkontraktion stellt sich am ganzen Fischkörper einige Stunden nach dem Tode ein. Aber nicht nur diese „Anämieaufhellung“, sondern auch die Tatsache, dass ein auf die Haut des toten Fisches ausgeübter Druck lokal aufhellend wirkt, ist durch die Empfindlichkeit der Melanophoren gegen Sauerstoffmangel zu erklären; der drückende Gegenstand hindert den Sauerstoffzutritt von außen und presst die Sauerstoff enthaltende Lymphe aus dem Gewebstück.

Es ist angegeben worden, dass mechanische Reize, z. B. Kratzen der Haut mit einer Nadelspitze, die Pigmentzellen zur Expansion bringen; doch handelt es sich bei derartigen Erscheinungen um ein rein mechanisches Auseinanderdrücken des Pigments, nicht um einen Erregungsvorgang. Wenn mechanische Reize die Melanophoren direkt zu erregen vermögen, dann tun sie es im Sinne einer Kontraktion.

Auf Temperaturdifferenzen reagieren die Melanophoren sehr rasch und deutlich, und zwar derart, dass sich bei der lebenden Ellritze eine erwärmte Hautstelle in wenigen Sekunden verdunkelt, eine abgekühlte aufhellt. Die Wirkung ist rein lokal, unabhängig von der Blutzirkulation und vom zerebrospinalen Nervensystem; doch braucht deshalb noch nicht eine direkte Beeinflussung der Melanophoren vorzuliegen, da es sich um einen durch den Sympathicus vermittelten Reflex oder um eine Wirkung auf die peripheren Nerven handeln könnte.

All diese Mittel, durch welche man unter künstlichen Bedingungen die Färbung des Fisches leicht verändern kann, sind unter den natürlichen Verhältnissen ziemlich belanglos. Vielmehr dominiert dann der Einfluss des Zentralnervensystems und dieser wieder richtet sich vor allem nach den Gesichtseindrücken, die der Fisch empfängt, und vermittelt so die Anpassung an den Untergrund. Wenn man einer Forelle die beiden Augen mit einer schwarzen Masse verklebt oder das ganze Tier ins Dunkle bringt, so nimmt sie sogleich eine mittlere, meist ziemlich dunkle Färbung an; noch viel dunkler, tiefschwarz, wird sie aber, wenn man nur die unteren Augenhälften verklebt und die oberen belichtet lässt; dagegen ist es für die Färbung bedeutungslos, wenn man die oberen Augenhälften verklebt; der Fisch bleibt dann dem jeweiligen Untergrunde

angepasst; zum Unterschied von gewissen Crustaceen, bei welchen die Melanophoren sich expandieren, wenn ein bestimmter Bruchteil des Auges — gleichgültig welcher Teil — verklebt wird, ist also hier die Wahrnehmung des dunklen Untergrundes zur Dunkel Anpassung erforderlich. Verklebt man die untere Hälfte nur eines Auges oder ein ganzes Auge, so färbt sich die Forelle auf der entgegengesetzten Körperhälfte dunkler. Den gleichen Effekt wie das Verkleben der Augen hat ihre Exstirpation. Beiderseits geblendete Forellen nehmen eine ziemlich dunkle Farbe an, weil die Wahrnehmung des hellen Untergrundes (auch ein relativ dunkler Untergrund reflektiert ja meist noch viel Licht) wegfällt und ihre Färbung bleibt von jetzt ab unabhängig von Licht und Untergrund, um so deutlicher spiegelt sich aber in ihr der psychische Zustand des Fisches, indem er, erregt, sich aufhellt, ruhend oder matt aber die Melanophoren erschlaffen lässt.

Auch Cyprinoiden (Karauschen, Ellritzen) beginnen nach wenigen Minuten sich zu verdunkeln, wenn man ihnen die Augen exstirpiert oder auch nur die Netzhäute zerstört oder die Nervi optici oder das Chiasma opticum in der Schädelhöhle durchschneidet. Doch liegen hier die Verhältnisse insofern komplizierter, als die Färbung der geblendeten Cyprinoiden zwar von der Helligkeit des Untergrundes unabhängig geworden ist, dagegen eine starke Abhängigkeit von der Lichtintensität, welcher die Fische ausgesetzt sind, erkennen lässt — eine Abhängigkeit, die beim sehenden Fisch verdeckt ist, weil die Gesichtswahrnehmungen die Färbung beherrschen: die blinden Tiere hellen sich nämlich schon nach ca.  $\frac{1}{2}$  Minute stark auf, wenn man sie ins Dunkle bringt und verdunkeln sich noch rascher, wenn man sie ans Licht versetzt.

Bevor wir auf die Analyse dieser Erscheinung eingehen, sei erwähnt, dass die Verdunklung, die sich als Folge der Augenexstirpation einstellt, keine andauernde ist, sondern nach einigen Wochen zurückzugehen pflegt. Manche Tiere allerdings bleiben dunkel, ja werden in den nächsten Monaten immer dunkler und schließlich tiefschwarz; andere nehmen allmählich eine ziemlich normale, mittlere Färbung an, wieder andere werden abnorm hell. Es mögen zufällige Stimmungen, die nicht mehr durch den regulierenden Einfluss der Augen in Schranken gehalten werden, den Anstoß zu solchen Abweichungen geben; dass diese, wenn sie einmal begonnen haben, allmählich in der gleichen Richtung weiterschreiten, wird verständlich, wenn sich die von Keeble und Gamble ausgesprochene Hypothese bewahrheitet, dass die Pigmentbildung durch einen andauernden Expansionszustand der Pigmentzellen gefördert, durch dauernde Kontraktion gehemmt werde. Um diese Hypothese zu prüfen, wurden junge Forellen einseitig geblindet; sie färben sich dann, wie erwähnt, auf der gekreuzten Seite dunkler und man hat so unter sonst gleichen Bedingungen am gleichen Fisch die Melanophoren beider Körperseiten in verschiedenem Expansionszustand. Die Fischchen wurden mehrere Wochen am Leben gelassen und dann fixiert und die Pigmentzellen in einander entsprechenden



Hautgebieten gezählt. Die Resultate sprechen zugunsten der genannten Hypothese, wenn sie auch nicht beweisend sind. Wenn man die Hypothese annimmt, gewinnt man damit auch für manche andere Erscheinung eine befriedigende Erklärung, so z. B. für die Tatsache, dass bei verschiedenen Fischen auch am vorher unpigmentierten Bauch schwarzes Pigment auftritt, wenn ihre Melanophoren andauernd stark expandiert sind. Auch beim Zustandekommen der dunklen Seitenflecken der Forellen mag dieser Faktor mitspielen; denn es ergab sich, dass diese bei den jungen Tieren zunächst nur durch eine stärkere Expansion der Pigmentzellen, erst später auch durch eine Vermehrung ihrer Zahl verursacht sind.

Es bleibt nun noch die Frage zu erörtern, auf welchem Wege Licht und Dunkelheit die Pigmentzellen der blinden Cyprinoiden beeinflussen. Um eine direkte Wirkung des Lichtes, wie solche von anderen Tieren bekannt ist, handelt es sich nicht; denn die Versuche, an den Fischen durch lokale Belichtung der Haut einen lokalen Effekt zu erreichen, blieben gänzlich erfolglos. Die Reaktion ist vielmehr bei der Ellritze von der Belichtung und Verdunklung des Kopfes abhängig, und zwar nur jener Stelle des Kopfes, wo die Epiphyse ihren Sitz hat, und die bei der Ellritze schon äußerlich durch schwächere Pigmentierung („Scheitelfleck“) auffällt. Die Belichtung dieses Punktes hat die Expansion der Melanophoren des ganzen Fischkörpers, seine Verdunklung ihre Kontraktion zur Folge. Der Annahme, dass wir es bei der Ellritze mit einem funktionierenden Parietalorgan zu tun haben, stünde nichts im Wege, da nicht nur in dem schönen, allgemein bekannten Parietalauge von *Sphenodon* Sinneszellen und Nervenfasern gefunden wurden, welche funktionsfähig zu sein scheinen, sondern auch in dem mehr drüsenartig gebauten, dem Parietalorgan der Saurier nicht homologen, aber nahe verwandten Pinealorgan der Fische Sinneszellen beschrieben wurden, die durch Nervenfasern mit den zentralen Hirnteilen verbunden sind. Doch hatte die Exstirpation des Pinealorgans bei der Ellritze nicht die völlige Vernichtung der Reaktion zur Folge. Doch auch durch die Zerstörung der anderen, tiefer gelegenen Teile des Zwischenhirns („Schaltstück“, Hypophyse), welche eventuell als Vermittler der Reaktion in Betracht kommen könnten, wird dieselbe nicht gehindert; und andererseits kann auch nach der Exstirpation der Epiphyse die Reaktion, soweit sie noch erhalten ist, nur von der Stelle ausgelöst werden, wo das Pinealorgan gesessen hatte; da nun dieses eine Ausstülpung des Zwischenhirns darstellt, deren Hohlraum mit dem Ventrikelhohlraum, deren Wandung mit der Ventrikelwandung in kontinuierlicher Verbindung steht, dürften die lichtperzipierenden Sinneszellen, welche mit den Pigmentzellen der Haut zu dem oben beschriebenen Reflex verbunden sind, zwar im Pinealorgan vielleicht besonders zahlreich, aber auch im Epithel des Zwischenhirnventrikels selbst vorhanden sein.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Frisch Karl von

Artikel/Article: [Die Pigmentzellen der Fischhaut. 412-415](#)